



TÁMOP 4.1.2.B.2-13/1-2013-0007
„ORSZÁGOS KOORDINÁCIÓVAL A PEDGÓGUSKÉPZÉS MEGÚJÍTÁSÁÉRT”

Képességek fejlesztése a biológiatanításban: problémamegoldás, modellezés, metakogníció és a motiváció

Szerző: Revákné Dr. Markóczy Ibolya

Szaklektor: Berczelédi Réka

SZÉCHENYI 



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Tartalomjegyzék

1. A problémamegoldás módszertani kérdései a biológia órán.....	3
2. A modellezés módszertana.....	27
3. A metakognitív képességek fejlesztése a biológiatanításban.....	37
4. Motiváció a biológiatanításban.....	46

1. A problémamegoldás módszertani kérdései a biológia órán

A problémamegoldás helye a természettudományos nevelésben

A természettudományos nevelés egyik célja a közoktatásban a kutatók képesség- és készségrendszerének alapfokon (megfelelő tudományos intelligencia, elkötelezettség, pozitív attitűd és motiváltság, kreativitás, gondolati fegyelem, lényeglátás, precizitás, koncentrációképesség, szorgalom, kitartás, kommunikációs készség stb.) történő kialakítása, továbbá a természet-megismerési kompetenciák alább felsorolt képesség és készség összetevőinek fejlesztése:

Matematikai készségek:

- Az SI mértékegységek használata;
- A hőmérséklet skálák alkalmazása, váltása;
- A mikroszkóp nagyításának kiszámítása;
- Táblázatok, grafikonok készítése és használata, adatok rendezése;
- Változók közötti összefüggések bemutatása.

Problémamegoldó készségek:

- A probléma felismerésének és megfogalmazásának képessége;
- Hipotézisalkotás és megfogalmazás képessége;
- Kísérlet tervezése és kivitelezése a hipotézisek igazolására;
- Ellenőrzés és következtetések levonása;
- A problémamegoldás mikrostruktúrája: osztályozás, sorrendfelismerés, összehasonlítás,
- Ok-okozati összefüggések;
- Megfigyelés és következtetés;
- A természettudományos ábrák és képek értelmezése.

Laboratóriumi készségek és technikák:

- Változók, állandók és kontroll használata;
- A mikroszkóp használata és karbantartása;
- Biztonságos laboratóriumi munkavégzés: Balesetek megelőzése, helyes és határozott döntés, munkavégzés laboratóriumban és terepen, a laboratórium rendjének megtartása, vészhelyzetek, balesetek kezelése (Nagyné, 2008).

A problémamegoldó gondolkodás a természettudományos nevelésben a természettudományos problémák megoldásának kognitív háttere. A megoldás folyamata a természettudományos kutatás olyan tevékenységrendszer, amely a természettudományos kutatás módszereivel vizsgálja a jelenségeket, azok külső és belső összefüggéseit, törvényszerűségeit.

A kutatás révén új ismeretekhez jutunk, vagy a korábbi ismereteket új összefüggésben tárjuk fel. A természettudományos kutatás alapját azon *megfigyelhető, empirikus és mérhető evidenciák* jelentik, amelyek révén magyarázni tudjuk a jelenségek okait (Bynum és Porter, 2005). A természettudományos kutatás minden esetben valamilyen *problémából* indul ki, amelynek megoldására *hipotéziseket* állítunk fel és azt *kísérletek, megfigyelések* segítségével teszteljük.

A problémamegoldás fogalma

A problémamegoldásra vonatkozó első tanulmányok a 20. század elején jelentek meg a pedagógiai és pszichológiai szakirodalomban. Azóta a *problémamegoldás különböző definíciói láttak napvilágot.*

A különböző szemléletű definíciók összefoglalásaként Csapó Benő (1992) és Nagy József (2000) megállapítja, hogy a problémamegoldás egy heurisztikus keresés a problématerben, amelyben a kiinduló és a célállapotot a lehetséges lépések láncolata kapcsolja össze. Funkcióját tekintve olyan komponensrendszer, amelynek segítségével a hiányzó tudást olyan próbálkozások sorozata által tárjuk fel, amelyek kiterjedése a megoldás során felmerülő akadályok természetének függvénye (Nagy, 2000).

A problémamegoldásra vonatkozó legújabb kutatások a *komplex, statikus és dinamikus problémamegoldás* sajtságait vizsgálják.

Komplex problémamegoldásról akkor beszélünk, ha a probléma a kiinduló és célállapot között lévő dinamikusan változó és intranszparens akadályok összessége (Molnár, 2006c). A komplex problémamegoldás tartalmazza a problémamegoldó és a probléma közötti interakciót továbbá a problémamegoldó kognitív, érzelmi, személyes és szociális képességeit és ismereteit (Frensch és Funke, 1995). A komplex problémamegoldás fogalma így integrálja a korábbi fogalom meghatározások valamennyi elemét.

A *statikus problémamegoldás* egy kevésbé komplex feladat, amelyben a problémák legtöbbször jól definiáltak. A megoldás útja a Pólya György- féle (1957) modellt követi: 1) A probléma és a megoldás céljának meghatározása; 2) A probléma értelmezése,

reprezentációja; 3) A megoldási stratégia tervezése és kiválasztása; 4) A terv végrehajtása, monitorozása, szükség esetén annak módosítása; 4) Az eredmények értékelése.

A dinamikus problémamegoldás ugyanakkor olyan folyamat, amelyben a megoldáshoz az annak során felmerülő újabb és újabb részproblémák megoldásán keresztül vezet az út (Molnár, 2012). Ily módon a dinamikus problémák megoldása több statikus probléma szervezett együtteseként fogható fel.

A természettudományok és így a biológiatanítás szempontjából a problémamegoldást olyan folyamatként értelmezzük, amelyben egy kiindulási állapotból (problémafelvetés) jutunk el a célállapotba (megoldás) és az odavezető út a megoldó számára ismeretlen. Az iskolában alkalmazott problémamegoldás esetében azonban ez nem mindig igaz, mivel a feladatok megoldása sokszor valamilyen korábbi probléma megoldásának mintájára történik. Ebben az esetben a korábbi megoldási mód algoritmusként szerepel, amelyet transzferálunk (átviszünk, alkalmazunk) az újabb probléma megoldására. A megoldás lehet egy hosszú, kitartó munka eredménye, amelynek során sorozatos kudarcokból tanulva belátjuk (insight) a hibákat és tanulva azokból újrakonstruáljuk a megoldási folyamatot a végső siker elérése érdekében. A tudományos kutatások többsége ilyen hosszú évekig vagy évtizedekig tartó folyamat. Előfordulhat azonban az is, hogy a megoldás megtalálása egy véletlen műve. (pl. ahogyan Szentgyörgyi Albert megtalálta a C-vitamint a paprikában). Az iskolában folyó biológia óra keretein belül nem törekszünk ilyen jellegű tudományos felfedezésekre. Arra viszont igen, hogy a tanulók ismerjék a természettudományos kutatás menetét és logikai struktúráját, amihez az alapot a problémamegoldás makrosztruktúrája, azaz a megoldás folyamata adja.

A természettudományos probléma jellemzői

A természettudományos problémák a természet jelenségeire vonatkoznak, amelyek megoldásához a természettudományos kutatás módszereit alkalmazzuk. Egy természettudományos probléma lehet szemantikusan gazdag (jelentős ismeretanyaggal bíró) és szemantikusan szegény (kevés ismeretet igénylő) (Chi, Glaser és Rees, 1982). A természettudományos kutatás történetében folyamatosan bővültek a természettudományos fogalmak, összefüggések és törvényszerűségek, aminek következtében egyre több információ birtokába juthattunk. Ennek szükségszerű következménye a természettudományos problémák szemantikai gazdagsága. A természettudományok oktatásában ugyanakkor elsősorban a szemantikusan szegény problémák vannak jelen, amelyek megoldása egy kutatási problémához képest kevesebb információt igényel.

Mayer és Wittrock (2006) valamint Reitman (1965) a problémák *jól definiált* és *rosszul definiált* típusát különítik el. Az első esetben a probléma megfogalmazása tartalmazza a megoldáshoz szükséges lényeges információkat, a megoldás keresése egyértelmű, mint ahogy a megoldás ellenőrzése is. Ilyen megközelítésben a természettudományok oktatásában alkalmazott problémák és azok megoldása jól definiáltak tekinthető. *Fredericksen* (1984) hasonló felosztása a megoldás során alkalmazott algoritmusok funkciója alapján történik. A *jól definiált* problémák ily módon ismert algoritmusok segítségével oldhatók meg, és adott kritériumok léteznek a megoldás helyes voltának eldöntésére is. A legtöbb gyakorlásra használt iskolai feladatunk ilyen jellegű.

A problémák további csoportosítása szerint létezik az *adott* probléma, amikor a cél és a stratégiák is adottak illetve a *cél* probléma, ahol csak a cél meghatározott (*Bentley és Watts*, 1989). A természettudományos kutatási problémák többsége cél jellegű, míg az iskolában alkalmazott feladatok az algoritmusra épülő, adott problémák sokaságát tárják tanulóink elé.

Greeno (1978) három problémátípusról tesz említést: 1) A *következtetési problémák* esetében adott problémák sokaságából kell felismerni egy formát, egy szabályt, amely ily módon az induktív ismeretszerzési folyamat szerves részét képezi. 2) A *transzformációs problémáknál* csak a kiinduló állapot adott, ahol a feladat a műveletek azon sokaságának megadása, amely a célállapot elérését biztosítja. 3) A probléma részleteinek rendezésével a *rendezési problémák* oldhatók meg.

A természettudományos problémák osztályozásakor indokolt a probléma *induktív* és *deduktív* következtető jellegéről beszélni. Az előbbi megfelelő számú információ birtokában, logikus eljárásokat alkalmazva jut el a konklúzióig, míg az utóbbi kevesebb rendelkezésre álló adat alapján bizonyít egy szabályt, törvényszerűséget. A természettudományos kutatásban a két problémátípus gyakran egységben jelenik meg, úgy, ahogy az iskolai természettudományos problémamegoldás során is.

Borasi (1986) az oktatási vonatkozású problémák további típusait különítette el: gyakorlat, szöveges feladat, puzzle feladat, sejtés bizonyítása, valós probléma, problémás szituáció és szituáció. Ezek közül bármelyik jelen lehet a természettudományok oktatásában, bár prioritása a gyakorlatnak és szöveges feladatnak van.

Összességében azt mondhatjuk, hogy mind az általános mind a középiskolai biológiatanításban a szemantikusan szegény (kevesebb előzetes ismeretet igénylő), jól definiált (korábban már megoldott probléma mintájára, algoritmusára épülő megoldás) problémákat alkalmazzuk, mivel ez felel meg a tanulók életkorából adódó előzetes ismeretekre vonatkozó tudásának.

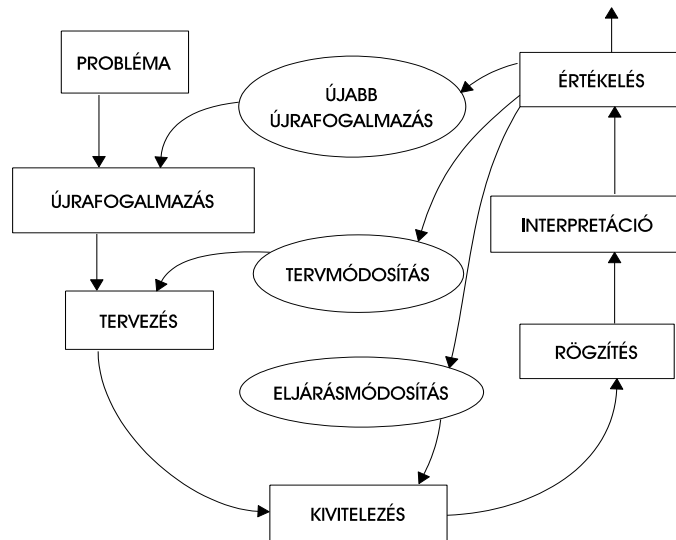
A problémamegoldás makrostruktúrája - a megoldás folyamata

A problémamegoldás folyamatának értelmezésekor szintén abból indulunk ki, hogy az általános-és középiskolás gyerekek még nem szakértő problémamegoldók. Nem rendelkeznek olyan komplex látásmóddal, ami gyakorlottsá teszi a megoldásban rejlő hibák visszacsatolási pontjainak megtalálásában, azaz nem tudja még rutinosan és gyorsan eldönteni, hol hibázott a megoldás folyamatában, hol kell a folyamatot újraindítani. Ahhoz, hogy segítsünk nekik szakértővé, sikeresebb problémamegoldóvá válni, meg kell nekik elméletben is tanítani a problémamegoldás folyamatát.

A problémamegoldás folyamata (makrostruktúrája) azoknak az egymás után következő stratégiai lépéseknek a sorozata, amelyek révén a kiindulási állapotból a cél állapotba jutunk. A folyamat leírására az 1900-as évek elejétől különböző modellek születtek. Ezek a modellek sokáig egyirányú, lineáris folyamatnak képzelték el a problémamegoldást. A leghíresebb lineáris modell Pólya György (1957) kognitív modellje, ami a természettudományos oktatásban ma is alkalmazott problémamegoldási folyamatmodell:

- 1. Probléma megértése, reprezentációja.*
- 2. A megoldásra vonatkozó hipotézis (feltételezés) megfogalmazása.*
- 3. A hipotézis igazolására szolgáló vizsgálat tervezése.*
- 4. A vizsgálat végrehajtása.*
- 5. A vizsgálat eredményeinek ellenőrzése, értékelése*

De mi történik akkor, ha a megoldás sikertelen? Vagy belenyugszunk vagy újra kezdjük a megoldást és megkeressük a hiba forrását. Ehhez vissza kell csatolni a megoldási folyamat korábbi lépéseire, ami a folyamatot egy több feed-back-ből álló ciklikus rendszerré teszi (1. ábra).



1.1. ábra

A problémamegoldás folyamatának elágazó modellje (Assessment of Performance Unit, 1984)

Az 1.1. ábrából kiderül, hogy az értékelés fázisából visszacsatolhatunk a lineáris folyamat (probléma – tervezés – kivitelezés – rögzítés – interpretáció) bármelyik lépéséhez a hiba megtalálása érdekében. Újrafogalmazhatjuk a problémát, javíthatjuk a tervezés vagy kivitelezés fázisát, beláthatjuk, ha az adatok rögzítésében vagy értelmezésében követtünk el hibát és azt korrigálhatjuk. A tanulókat arra kell nevelni, hogy elméletben is ismerjék ezt a ciklikus megoldási utat, ami sikeresebbé teheti a problémamegoldásukat. Az első lépés azonban az, hogy a problémamegoldás lineáris folyamatában is rutinosakká váljanak.

A problémamegoldás folyamatának tanítása történhet *implicit* és *explicit* módon. Az *implicit módon történő tanítást* más néven *indirekt folyamat tanításnak* is nevezzük. Ennek során a tanulókkal minél több olyan problémafeladatot oldatunk meg, aminek a megoldásához végig kell járni a Pólya –féle kognitív modell lépéseit. A megoldás során nem követeljük meg az egyes lépések tudatosságát, azok kimondását a tanulóktól. Az egyes lépések összerendezett struktúrája az adott módszer vagy feladatok rendszeres alkalmazásaként *automatikusan* alakul ki és fejlődik. Erre jó példa az, amikor *problémacentrikusan* struktúráljuk a tananyagot a hagyományos induktív tananyag elrendezéséhez képest (1. táblázat)

1.1. táblázat Az *Euglena viridis* tanítása hagyományos és problémacentrikus módon

Hagyományos tanítás	Problémacentrikus tanítás
1. Növényi és állati sejtalkotói is vannak	1. A növény és állatvilág közös őse.
2. Fotoszintézisre és heterotróf életmódra is képes	2. Miért?(ötletbörze
3. A növény és állatvilág közös őse	3. Lássuk be, helyesek-e az előbbi állításra vonatkozó elképzeléseink? Ismerjük meg az élőlényt! Növényi és állati sejtalkotói is vannak
	4. Fotoszintézisre és heterotróf életmódra is képes
	5. Helyesek voltak-e az óra elején a az első állításra vonatkozó magyarázataink?

Az 1.1. táblázatban az *Euglena viridis* hagyományos és problémacentrikus módon történő tanítását hasonlítottuk össze. A tankönyvek nagy része ezt az élőlényt hagyományosan, induktív módon ismerteti. A konkrét megfigyelhető strukturális jellemzőkből indulnak ki (növényi és állati sejtalkotói is vannak), amihez kapcsolják a felépítésből következő működést (fotoszintézisre és heterotróf életmódra is képesek). Ezekből a konkrét jellemzőkből vonják le a következtetést, miszerint az ősi ostoros eukarióta egysejtűek feltételezhetően a növény és állatvilág közös ősei, és itt vált szét fejlődésük a biológiai evolúció során.

A problémacentrikus tanítás a tanítási óra problémáját helyezi középpontba. A tananyaghoz kapcsolódó első kérdés, a probléma felvetése: Ennek az élőlénynek az őseről azt állítják, hogy itt vált szét a növény-és állatvilág fejlődése egymástól. Mit gondoltok, miért? Ezzel a kérdéssel a probléma megválaszolására vonatkozó hipotézisalkotásra szólítjuk fel a tanulókat anélkül, hogy kimondanánk azt a szót, hogy feltételezés vagy hipotézis. A kérdés megválaszolására az ötletbörzét alkalmazzuk, amelyben a tanulók elmondják vagy leírják feltételezéseiket. Annak igazolására, hogy melyik tanulónak volt igaza a probléma óra eleji megválaszolására vonatkozóan, a következő közléssel élhetünk: Lássuk be, *helyesek-e az előbbi állításra vonatkozó elképzeléseink?* Ismerjük meg az élőlényt! Ez a fázis a hipotézis igazolásának fázisa, ami történhet elméletben az élőlény felépítésének és működésének megismerése által illetve kísérletet is végezhetünk a mixotróf életmód megfigyelésére. Az óra végén a tanultak alapján be kell látni, hogy melyik tanulónak volt igaza az óra eleji hipotézisét illetően és meg kell tudni magyarázni a helytelen hipotézisek okát is.

A problémacentrikus tanításnak ez a módja így frontális szervezési formában is jól alkalmazható, mindössze annyit igényel, hogy a tanár átstrukturálja a megszokott hagyományos gondolatmenetet. Amennyiben ezt a tanítási-tanulási módot rendszeresen alkalmazzuk, úgy hozzászoktatjuk tanulóinkat a problémamegoldás logikája szerinti

ismeretszerzési folyamathoz, hozzájárulva ezzel a természettudományos gondolkodás és kutatás folyamatának képességszintű elsajátításához.

A problémamegoldás folyamatának *explicit fejlesztése* azt jelenti, hogy a tanulókkal kimondatjuk, illetve bennük tudatosítjuk, hogy a megoldás melyik fázisában vannak. Az explicit fejlesztés a gondolkodás magasabb szintjét igényli már, ezért alkalmazása elsősorban a középiskolában ajánlott. A neo-piageti elméletek értelmében azonban a tanulók egy része már 7-8 évesen képes a későbbi korosztályra jellemző formális gondolkodásra, azaz az explicit fejlesztésnek már a kisiskolás korban is van létjogosultsága. Az általános iskola alsó tagozatában egy kísérlet elvégzése során mindig feltehetjük a tanulóknak a következő kérdéseket:

- 1) A kísérlet elvégzése előtt: Mit gyanítunk, mi fog történni? Ez a kérdés a hipotézisalkotásra (amit kisiskolás korban még jóslatnak hívunk) szólítja fel a gyermekeket.
- 2) A kísérlet végén: Mit tapasztaltunk? Mi történt? A kérdés a kísérlet tapasztalatainak interpretációjára, a megfigyelések rögzítésére vonatkozik.
- 3) A kísérleti eredmények magyarázataként: Mivel magyarázzuk a tapasztalatokat? Az utolsó kérdéssel az értékelés fázisát erősítjük a gyermekek megoldási folyamatában.

Ezt a három kérdést megfelelő gyakorisággal alkalmazva elérhetjük, hogy a tanulók bármely kísérlet elvégzésekor hasonló kérdéseket tegyenek fel, azaz az életkoruknak megfelelő szinten mondhatjuk ki velük a problémamegoldás egyes fázisait.

Az explicit fejlesztés egy magasabb és összetettebb szintje jelenik meg középiskolában akkor, amikor például egy témakör tanítása során a megoldási folyamat egyes fázisainak nevével ellátott új anyag feldolgozó munkalapokat készítünk és azokat rendszeresen használjuk a biológia órán.

Az élőlények és környezetük tanítása során a levegő, mint abiotikus környezeti tényező tanítása során a következő munkalapot alkalmazhatjuk:

A levegő hatása az élőlényekre

Probléma: Mi okozza a globális felmelegedést a Földön? Mennyiben természetes ez a folyamat illetve mennyire szól bele az ember mindennapi tevékenysége révén?

Hipotézis:

.....
.....

Ismeretgyűjtés:

Ismertesd a levegő természetes kémiai összetételét!

.....

<i>A levegőben előforduló gázok</i>	<i>Hatásuk</i>	
	<i>Pozitív</i>	<i>Káros (negatív)</i>
Oxigén		
Nitrogén		
Szén-dioxid		
Nitrózus gázok		
Kén tartalmú gázok		

<i>A levegőben fizikai tulajdonságai</i>	<i>Hatásuk</i>	
	<i>Pozitív</i>	<i>Káros (negatív)</i>

A levegőszennyezés forrásai:

.....

Igazolás:

Térj vissza az óra eleji problémával kapcsolatos hipotézisedre! A tanultak alapján dönts le, hogy helyes volt a feltevése? Magyarázd hipotézised helyességét vagy annak helytelenségét!

.....

Ezen a munkalapon következetesen fel vannak tüntetve a megoldási folyamat egyes fázisainak nevei: probléma, hipotézis, ismeretgyűjtés és igazolás. Amennyiben az ilyen munkalapokat rendszeresen használjuk, irányítjuk a tanulók gondolatmenetét, tudatosá tesszük bennük, hogy mit jelent a problémamegoldás folyamata.

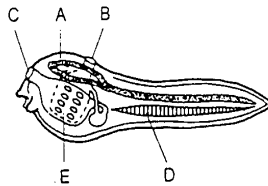
A problémamegoldás mikrostruktúrája

A problémamegoldási folyamat *mikrostruktúráján* azokat a *gondolkodási műveleteket* értjük, melyeket a megoldónak a cél elérése érdekében kell alkalmaznia. Ezek közül a leggyakrabban előfordulók az *analízis, szintézis, elvonatkoztatás, összehasonlítás, elvont*

adatok összehasonlítása, összefüggések felfogása, kiegészítés, általánosítás, konkretizálás, rendezés és analógia.

Az *analízis* az a gondolkodási művelet, amely valamely egészet (tárgyat, jelenséget, szöveget, stb.) az elmélet vagy a gyakorlat síkján bármilyen részre bont. A felbontás során kapott egyes elemek külön egységet alkotnak. Az analízis egyik típusa a szűrőanalízis (nem irányított analízis), melynek során a be nem vált megoldási kísérletek iktatódnak ki. A szintézis útján végbemenő analízis a gondolkodási folyamat fő vonalát adja.

Példa: Elemezd az alábbi ábrát a betűvel jelzett részletek megnevezésével!



A *szintézis* az analízis ellentétes művelete, tehát az a gondolkodási művelet, amely az önálló részeket egységes egészzé kapcsolja össze. Az analízis és szintézis a legalapvetőbb gondolkodási műveletek, amelyekre a bonyolultabb műveletrendszerek vagy együttesek épülnek. Az analízis és szintézis az egységes gondolkodási folyamatnak két aspektusa. Kölcsönösen összefüggnek és feltételezik egymást. Az analízis nagyrészt szintézis útján megy végbe: valamely egész analízisét mindenkor az határozza meg, hogy részei milyen kritériumok alapján egyesülnek benne.

Példa: A farkos zsákállat ábráját felhasználva fejtsetd ki, milyen evolúciós újdonságokkal szolgál ez az állattörzs!

Az *elvonatkoztatás* az a gondolkodási művelet, amely valamely egész olyan tulajdonságait emeli ki, amely nem tekinthető önálló egységnek. Ez utóbbi különbözteti meg az analízistől, mint gondolkodási művelettől. Az analízis és absztrakció azonban sok tekintetben hasonló, hiszen mindkettő valamely tárgy vagy jelenség felosztását, tagolását, valamely tulajdonság kiemelését jelenti.

Példa: Párosítsd a fogalmakat a rájuk vonatkozó állításokkal!

- | | |
|-------------------------------------|---------------------|
| 1. valódi szöveteik vannak | a. zöldmoszatok |
| 2. van, vagy lehet ivarszervük | b. harasztok |
| 3. van ivaros szaporodásuk | c. mohák |
| 4. szállítónyalábjaik vannak | d. virágos növények |
| 5. teleptestesek is lehetnek | |
| 6. magjuk is van | |

Az *összehasonlítás* alkalmával azonosságokat és különbözőségeket tárunk fel, amely révén az adott tárgyra, jelenségre vonatkozó osztályozáshoz jutunk.

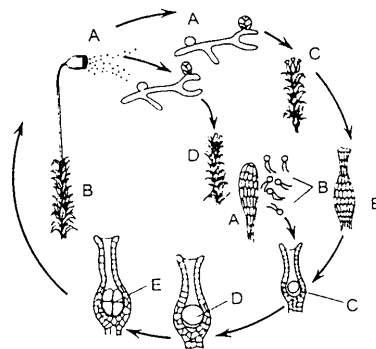
Példa: Hasonlítsd össze a lapos és hengeres férgek törzseit az alábbi szempontok alapján!

Csíralemezek, tápcsatorna, anyagszállítás, idegrendszer, kiválasztószervek

Ehhez képest az *elvont adatok összehasonlítása* annyiban bonyolultabb, hogy az az egész egy kiragadott adatát, tulajdonságát hasonlítja össze. Itt már műveletrendszerrel beszélünk, mert az elvont adatok összehasonlítása során az elvonás, az összehasonlítás és szintézis egysége jelenik meg.

Példa: Párosítsd a számokat az ábra megfelelő betűivel, majd hasonlítsd össze a nemzedékváltkozás ezen törzsre jellemző két szakaszát!

1. zigóta
2. hímivarú egyed
3. nőivarú egyed
4. női ivarszerv
5. hímivarszerv
6. spóratermő egyed
7. spóra
8. embrió
9. petesejt
10. hímivarsejtek



Az *összefüggések felfogása*, mint gondolkodási művelet két tárgy vagy jelenség között kapcsolatot, relációt keres. Minden összefüggés-megjelölés magában foglalja egyúttal az összehasonlítást is, hiszen a legáltalánosabb összefüggés az azonosság, illetve a különbözőség. További összefüggések például: kisebb, nagyobb, egyenlő; egész és rész; ok-okozat; cél és eszköz; stb. Ez a műveletrendszer az analízis, szintézis és az elvonás eredője.

. Példa: A lándzsahalak a fejgerinchúrosok közé tartoznak, mert a kifejlett állatokban a gerinchúr egész testükön végighúzódik

A *kiegészítés* valamely reláció ismeretében megtalálja az összefüggésnek megfelelő tárgyat, jelenséget, adatot. Ez a művelet hasonló az összefüggések felfogásához, ugyanis ez utóbbi esetben az összefüggés mindkét tagját ismerjük és a relációt keressük. A kiegészítés így szintén egy műveletgyüttesnek tekinthető.

Példa: Pótold a mondatok hiányzó elemeit!

A zuzmókat a országába soroljuk, mert anyagcseréjű élőlények. Testüket és építik fel, testszerveződésűek. A gombák és

..... látják el a moszatokat, valamint őket a külvilág káros hatásaitól. A moszatok a gombák által felvett anyagokat alakítják, így együttélésük

Az *általánosítás* segítségével valamely megadott konkrét adathoz tartozó fölérendelt adatot találunk meg. Ez a művelet tulajdonképpen a kiegészítés egyik alosztala.

Példa: Mutasd be, hogy a gerincesek törzsének egyes osztályai milyen légzőszervvel rendelkeznek, és vonj le belőle következtetéseket!

A *konkretizálás* a kiegészítés másik fajtája, melynek során a megadott általános adathoz tartozó alárendelt adatot találjuk meg.

Példa: Mutasd be példákon keresztül, hogyan függ össze az állatok életmódja és fogazattípusa!

A *rendezés*, mint gondolkodási művelet egy adott csoportból valamilyen elv, szempont alapján választja ki a megfelelő objektumot. Ez is több műveletet foglal magába (elvonás, általánosítás, konkretizálás, analízis, szintézis) tehát műveletrendszerrel van szó.

Példa: Csoportosítsd az alábbi fogalmakat!

1. kopoltyú, 2. csontos végtagok, 3. kétüregű szív, 4. szőrös bőr, 5. tüdő, 6. ikra, 7. négy üregű szív, 8. méh, 9. pikkely, 10. úszók

Az *analógia* talán az egyik legösszetettebb gondolkodási művelet, amelynek alkalmazásakor bizonyos tárgyat vagy jelenséget összefüggésbe hozunk egy már régebben ismert tárggyal vagy jelenséggel azon az alapon, hogy a két tárgy, illetve jelenség bizonyos hasonló jegyekkel, tulajdonságokkal rendelkezik. Olyan műveletrendszer, amely az itt felsorolt valamennyi gondolkodási művelet vagy műveletrendszer eredőjeként jön létre.

Példa: A következő feladatban azt kell megtalálni, melyik szó, ill. szavak illenek legjobban a kérdőjel helyére.

kételtűek : változó testhőmérséklet = madarak : ?

egyszikűek : szórt edénynyalábok = kétszikűek : ?

gyűrűsférgesek : zárt keringés = puhatestűek : ?

harasztok : valódi szövetek = hengeres férgek : ?

Ezek a gondolkodási műveletek adják tehát együttesen a gondolkodási folyamat, illetve a problémamegoldás mikrostruktúráját. Ezen műveletek felismerése és szétválasztása meglehetősen nehéz. Tanulmányozásuk azonban megkönnyíthető, ha olyan feladatokat adunk, amelyek célzottan egy-egy művelet alkalmazását igénylik csupán.

Érdemes még megemlékezni azon kognitív szintekről, amelyek a problémafeladatok megoldásának nehézségét illetően fontos szerepet töltenek be. Bloom (1956) rendszerében ezek a következők:

- 1) *Ismeret*: emlékezés, felismerés, felidézés.
- 2) *Megértés*: értelmezés, saját szavakkal történő leírás, interpretálás.
- 3) *Alkalmazás*: problémamegoldás.
- 4) *Analízis*: elemzés, a lényeges elemek, struktúra feltárása, motívumok értelmezése.
- 5) *Szintézis*: egyéni és eredeti produktum létrehozása.
- 6) *Értékelés*: vélemény- és ítéletalkotás a saját értékrend alapján.

Ez a sorrend egyre magasabb és bonyolultabb szintekre utal. Az analízis és szintézis kettős funkciót mutat, hiszen mint láttuk a gondolkodási műveletek részeként éppúgy funkcionál, mint e hierarchia tagjaként. A problémamegoldó feladatokban az értékelés kivételével valamennyi szint jelen van, azonban az alkalmazás szerepe meghatározó a cél elérésének folyamatában.

Szakértő, rutinos problémamegoldóvá csak az válhat, aki rendelkezik az itt bemutatott gondolkodási műveletek és művelet együttesek megfelelő szintjével. Ezért ezek fejlesztésére kisiskolás kortól célzottan oda kell figyelni. A biológia munkafüzetek számtalan feladatot tartalmaznak, amelyek alkalmasak ezeknek a műveleteknek a fejlesztésére. A feladatunk ezeket rendszeresen megoldatni a tanulókkal tudva azt, hogy mikor milyen gondolkodási műveletet fejlesztünk. Komplex problémafeladatot csak akkor szabad a gyermekek kezébe adni, ha megtörtént azok megoldásának megalapozása például a szükséges gondolkodási műveletek megfelelő szintű fejlettségének kialakításával.

Problémamegoldás a biológiatanítás szervezeti keretein belül

A biológiatanítás ma érvényes szervezeti keretei csoportosíthatók aszerint, hogy milyen mértékben biztosítanak lehetőséget a problémamegoldás fejlesztésére.

1.2. táblázat A problémamegoldást eltérő arányban biztosító szervezeti formák a biológiatanításban

<i>Több lehetőség</i>		<i>Köztes lehetőség</i>
<i>iskolán belül</i>	<i>iskolán kívül</i>	tanítási óra, előadás, konferenciák, médiá, internet, kiállítás, ismeretterjesztő kör, stb.
fakultáció	kirándulás	
szakkör	terepgyakorlat	
tehetséggondozó foglalkozás	versenyek	
versenyfelkészítő	erdei iskola	
érettségi előkészítő	szaktábor	

Az iskolában a tanítás alapvető szervezeti kerete a *tanítási óra*, ami a közoktatásban 45 perc időtartamú. A tanulók iskolai elfoglaltságaik során a tanítási órákon töltik el a legtöbb időt, így természetes, hogy ez a szervezeti forma tehet a legtöbbet a problémamegoldás fejlesztése érdekében. Mégis köztes lehetőségnek tekintjük, mert abban az esetben, ha a tanítási órán hagyományos frontális munkaszervezés történik tanárközpontú módszerekkel, akkor nem sokat teszünk a problémamegoldás fejlődése érdekében. Ugyanakkor felhasználhatjuk a tanítási órákat arra, hogy a tananyagot problémacentrikusan, kísérletek segítségével, kooperatív munkával vagy projektmódszerrel, stb. dolgozzuk fel, amelyek mind a problémamegoldó gondolkodásra épülnek. Ebben az esetben a tanítási óra is kifejezetten a problémamegoldás fejlődését szolgálja. A legtöbb iskolában tanítási óra keretében zajlanak a fakultációs órák is. A *fakultáció* egyik célja a tanulók érettségire történő felkészítése. Mivel az érettségi feladatok között (pl. kísérletek elvégzése, értékelése, írásbeli problémafeladatok, stb.) több problémamegoldó gondolkodásra épülő feladat is van, a fakultációs órák nagy részében annak fejlesztésével foglalkozunk. A szakkör olyan tanítási órán kívüli foglalkozás, amely a tanulók érdeklődése alapján szerveződik és tevékenységében a tanulók önálló munkája dominál. A *biológia szakkörök* nagy része ma már bizonyos természettudományos jelenség, megfigyelés és kutatás köré csoportosul, ami miatt egyértelműen igénybe veszi a tanulók problémamegoldó gondolkodását. A szakkörök speciális esete a kutatószakkör, amely a biológia iránt érdeklődő és tehetséges, kutatni vágyó tanulókat gyűjti össze. A Kutató Diákok Országos Szövetsége az ilyen tanulók számára lehetővé teszi, hogy kapcsolatba lépjenek a felsőoktatásban és kutatóintézetekben lévő mentorokkal, akik a témavezetőiké válnak. A kutatni kívánó diákok az iskolában is folytathatnak kutatást hozzáértő tanáraik segítségével. Mindkét esetben fontos, hogy a tanulók a kutatás elkezdése előtt szakköri keretben kutatómódszertani képzésben részesüljenek, amelynek egy javasolt tematikája a következő:

1. hét

A probléma felvetése, megfogalmazása.

Gyakoroltatása kiadott anyagok segítségével történhet. Tudománytörténeti példák segítségével, esetleírások, szövegértelmezések segítségével a tanulóknak különböző problémát kell megfogalmazni. A kiadott irodalmat (minden tanuló ugyanazt az irodalmat) hazavihetik, könyvtárban olvashatják. A következő szakköri foglalkozáson beszámolnak, ki milyen problémát fedezett fel, azt egységesítik.

2. hét.

A probléma megfogalmazásához és megoldásához szükséges adatok gyűjtése, irodalmazás

Az otthoni szövegek alapján felvetett problémák megbeszélése, közös probléma kialakítása. Az adatgyűjtés és irodalmazás szabályainak elsajátítása. Hivatkozások és plágium. Egy kiválasztott közös tudományos probléma megfogalmazásához és megoldásához szükséges információk gyűjtése, amely otthon folytatható.

3. hét

Hipotézisalkotás

Az előző foglalkozáson elkezdett információgyűjtés eredményének megbeszélése. A hipotézis fogalmának értelmezése. Példák hipotézisekre a tudománytörténetből, azok elemzése. Egyszerű hétköznapi problémák megoldására vonatkozó hipotézisek és predikciók alkotása. Egy ismert tudományos problémára (pl. rákkutatás) vonatkozó hipotézis megfogalmazása (brainstorming).

4. hét.

A hipotézis igazolása. Tervezés

A problémák megoldásának igazolására vonatkozó módszerek a természettudományok történetében. Kiadott irodalom értelmezése. Egy egyszerű természettudományos probléma megoldására vonatkozó hipotézis igazolásának önálló tervezése (pl. Mikrobiális szennyezések. Környezetünkben hol, mikor, milyen és milyen mértékű mikrobiális szennyezések fordulnak elő? Az erre vonatkozó hipotézisek igazolásának tervezése.) Az igazolás körülményeinek számbavétele. (Hely, idő, eszközök, anyagok, a megfigyelés, kísérletek, értékelés eszközei).

5. hét

A kísérletek.

A kísérletek fogalma, típusai. A tudománytörténet nagy kísérletei. Technika a kísérletek szolgálatában. Egyszerű kísérletek önálló tervezése. A kísérlet menetének, logikai útjának értelmezése egyszerű, elvégzett kísérlet példáján.

6. hét

Eredmények, értékelés

A kísérleti adatok rögzítésének, feldolgozásának módszere. Irodalmi példák tanulmányozása. Tetszőleges adatsor rögzítése, feldolgozása, következtetések levonása. A következtetések hipotézissel történő összevetése. A hipotézis cáfolata, újrafogalmazás.

7. hét

A publikálás és prezentáció szabályai

Tudományos folyóiratok publikációinak tanulmányozása, összehasonlítása. A prezentáció szabályainak megbeszélése. Önállóan kiválasztott téma prezentációja, következő foglalkozáson történő bemutatása.

8. hét

Prezentációk. Lehetséges kutatási témák megbeszélése, kiválasztása (olyan témák, amelyeket az iskolában lehet választani és amit tanáraik tudnak mentorálni).

A 8. hét után a szakköri foglalkozások konzultációs foglalkozásokká válnak. A diáknak mindig meg kell beszélnie mentor tanárával, mikor esedékes a találkozó. Közös részvétel ezután a prezentációk alkalmával történik.

Az első 8. hétre általában minden tanévben sor kell, hogy kerüljön, mivel mindig lehetnek új tagok. A szakkör régi tagjai ezen már nem vesznek részt, végzik saját kutató munkájukat. A kutatás módszertani blokk abban az esetben hagyható el, ha csak egy-két diák csatlakozik a szakkör munkájához, mivel velük ugyanezt a blokkot egyéni foglalkozások keretében is végre tudjuk hajtani.

Ennek a tematikának a menete szintén a problémamegoldás Pólya-féle folyamatával analóg, ami egyúttal a természettudományos kutatás és a problémamegoldás menetének hasonlóságát bizonyítja.

A tehetséggondozó foglalkozások, biológia érettségi és versenyfelkészítők jellegükből adódóan számtalanszor igénylik biológiai problémák megoldását, amelynek során a tanulók korábbi ismereteiket új feladat kontextusban alkalmazzák a problémamegoldás egyes lépésein keresztül.

Az iskolán kívül, *a terepgyakorlatokon, kiránduláson, erdei iskolában és a különböző szaktáborokban* a tanulók természetes környezetben alkalmazzák a természettudományos megismerési módszereket, beleértve a megfigyeléseket, terepkutatásokat, kísérleteket, amelyek során problémákat oldanak meg. Ma már a biológia *versenyek* nagy része is a biológiai kutatások problémái köré szerveződnék, szolgálva ezzel a természettudományos gondolkodás és problémamegoldás fejlődését.

A konferenciák, média, internet, kiállítás, ismeretterjesztő kör, stb, mind olyan lehetőségek, amelyekkel a tanuló aktívan foglalkozva, azokat szervezve, készítve vagy alkotó, innovatív tevékenységre használva sokat tehetnek a tanulók problémamegoldásának fejlődése érdekében. Amennyiben ezeket a lehetőségeket a diákok csupán passzív szemlélőként élik meg, úgy kisebb esélyük van a problémamegoldás intenzív alkalmazására.

A 1.2. táblázatból kiderül, hogy bár a tanítás alapvető szervezeti formája a tanítási óra, nem ez az alkalom, amelynek során a legtöbbet tehetünk a problémamegoldó képesség fejlesztése érdekében. Itt ugyanis eleget kell tennünk a tantervi követelményrendszernek mind mennyiségi, mind minőségi szempontból, s minderre 45 perc áll rendelkezésünkre. Felmerül a kérdés azonban, hogy nem lehet-e olyan módszereket alkalmazni, az órát úgy megszervezni, hogy az ismeretszerzés folyamatát egybekössük a problémamegoldó stratégiák alkalmazásával, hogy az órán a tananyagot problémacentrikusan közelítsük meg. Ez alapvetően hozzáállás, elhatározás és némi többletenergia kérdése. A problémamegoldás fejlesztésére leginkább a tanítási órán kívüli foglalkozások alkalmasak, különösen a tanulók egyéni érdeklődésére, önálló aktivitására építő kísérletezésre, kutatásra ösztönző fakultációs órák, versenyfelkészítők és versenyek, szakkörök de leginkább az erdei iskolák, szakmai táborok és tehetséggondozó körök programjai. Gyakorlatilag mindaz, melynek a tanuló nem passzív részese, mint a média (kivéve az azzal végzett alkotó tevékenységeket), előadások, kiállítások, melyek viszont bővíthetik a felhasználható ismeretek körét.

Tanítási és tanulási módszerek a problémamegoldás fejlesztésére

A biológiatanítás szervezeti formáihoz hasonlóan a biológiatanítás és tanulás módszereit is értékelhetjük aszerint, milyen mértékben nyújtanak lehetőséget a problémamegoldás fejlesztésére (1.3. táblázat).

1.3. táblázat A problémamegoldást alkalmazó módszerek a biológiatanításban

<i>A problémamegoldást időlegesen alkalmazó módszerek</i>	<i>A problémamegoldó gondolkodás fejlesztésére épülő módszerek</i>
Frontális megbeszélés	Kooperatív tanulási módszerek, kiemelten a projekt módszer
Előadás	Problémaközpontú- és alapú tanulás
Egyes csoportmódszerek	Modellezés
	Kísérletezés
	Kutatómódszer, kutatás
	Problémafeladatok, feladatrendszerek

Mint korábban a tanítási órával kapcsolatban már említettük, a *frontális megbeszélések* csak akkor szolgálják hatékonyan a problémamegoldás fejlődését, ha azt problémacentrikussá tesszük (ld. fentebb, Euglena viridis tanítása). Ugyanez mondható el az *előadások* gondolatmenetére is. A *csoportmódszerek azon formái*, amelyek során 3-4 tanuló ugyanazt a feladatot végzi, legtöbbször azt eredményezi, hogy egy tanuló dolgozik, a többi passzív résztvevője a munkának. A feladatvégzés ilyen formában nem alkalmas a tanulók aktív problémamegoldó tevékenységére.

Ezzel szemben a *kooperatív* csoportmunka során minden tanulónak ki kell venni részét a munkából, és gyakran komoly gondolkodást igényel, hogyan oldják meg a mindannyiuk számára fontos problémát. A kooperatív tevékenységek egyik formája a *projekt*. Ma már inkább stratégiának, különböző módszerek együttesének tartják, amely céljainak meghatározásában, szervezésében és tervezésében, lebonyolításában, a produktumok elkészítésében egyértelműen a tanulói érdeklődés és önállóság a fő szerep. A projekt teljes folyamata a tanulók együttműködését igényli a közös cél elérése érdekében, amelynek minden egyes lépése komoly problémafeladat a tanulók számára.

A természettudományos oktatás nemzetközi szintű problémái hívták életre a 21. század elejének stratégiai jellegű tanulási és tanítási módszereit. Ezek a *kutatás-alapú tanulás (IBL Inquiry Based Learning)*, a *probléma-alapú tanulás (PBL Problem Based Learning)* és a *projekt-alapú tanulás (PBL Project Based Learning)*. Valamennyi célja, hogy a természettudományos ismereteket a természettudományos megismerés módszereinek segítségével sajátítsák el a tanulók. Ezzel élményszerűbbé tehető a természettudományok tanulása és mélyebb tudásra tehetnek szert a tanulók. Mindhárom esetben stratégiai jellegű tanulásról van szó, amely speciális tantervek alapján történik. A tanulási folyamat középpontjában nem az ismeret, hanem a kutatás, problémamegoldás és projekttevékenység áll, mindent a problémamegoldás logikája szerint tanulnak a diákok. A kutatás-alapú tanulás esetében különböző természettudományos problémák megoldás történik a tanítási órákon a kutatás logikájának megfelelően. A probléma-alapú tanulás is hasonló célokra épül, azonban nem követi olyan szigorúan és következetesen a kutatás igényét, mint a kutatás-alapú tanulás. A probléma-alapú tanulás legfontosabb céljai:

- 1) A problémamegoldás alkalmazása tantárgyi kontextusban.
- 2) Transzferálható képesség kialakítása a mindennapi problémák megoldására.
- 3) A kreatív és kritikus gondolkodás fejlesztése.
- 4) A problémákra és helyzetekre irányuló holisztikus megközelítések elfogadása.

- 5) A nézőpontok különbözőségének elismerése.
- 6) Sikeres együttműködés kialakítása a csoportban.
- 7) A tanulási hiányosságok és erősségek felismerése.
- 8) Az önirányító tanulás elősegítése.
- 9) Hatékony kommunikációs készségek kialakítása és fejlesztése.

Jellemzői:

- 1) A tanterv a tanulási folyamat középpontjába problémákat állít, melyek megoldása az elsajátítandó ismeretek segítségével lehetséges.
- 2) A tanulás tanuló-központú.
- 3) A tanár segítői (facilitátor) szerepet tölt be.
- 4) A tanulók kisebb csoportokban dolgoznak, a problémák többféle megoldását dolgozzák ki.
- 5) A tanulói értékelés az ön- és társértékelést állítja előtérbe (*Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet, 2003*).

A *projekt - alapú tanulás során* a tanulók a tantervben előírt ismeretszintű követelményeket projektek sorozataként tanulják meg, így következetesen építenek problémamegoldó gondolkodásukra.

A biológia fogalmak és jelenségek megértésében fontos szerepe van a *modelleknek*, amelyeket a magyarázat során a megértés érdekében, mint szemléltetést alkalmazunk. A *modellezés azonban lehet a tanítási óra fő didaktikai feladata* is, amikor az adott struktúra, folyamat elsajátítása vagy annak alkalmazása érdekében modelleket kell készíteni a tanulóknak. A modell készítése során a tanulónak tisztázni kell, mit és hogyan akar modellezni, ami sorozatos problémák megoldása elé állítja, igénybe véve ezzel problémamegoldó gondolkodását.

A *kísérletezés* alkalmazásával automatikusan fejleszthető a természettudományos problémamegoldás. A kísérletezés menetét ennek érdekében explicit módon meg kell tanítani a tanulóknak: 1) A kísérlet problémája. 2) A kísérlet tervezése: anyagok, eszközök. 3) A kísérlet végrehajtása, tapasztalatok. 4) A tapasztalatok magyarázata. Ebben a sorban szintén a Pólya-féle logikai sor ismerhető fel, így ez a módszer helyesen alkalmazva *egyértelműen a természettudományos problémamegoldásra épül*. Ugyanez mondható el a *kutatómódszerrel* kapcsolatban is, amelynek során megfogalmazzuk a megoldandó problémát, a megoldásra vonatkozó feltételezéseket, amiket legtöbbször kísérletekkel igazolunk, adatokat gyűjtünk,

azokat táblázatokba, grafikonokba rendezzük, majd értelmezzük és magyarázzuk a tapasztalatokat és ellenőrizzük hipotézisünk helyességét.

Az itt felsorolt, problémamegoldást hatékonyan fejlesztő stratégiák és módszerek jelzik, hogy természettudományokat tanítani nélkülük ma már nem lehet. A természettudományos problémamegoldást következesen alkalmazó stratégiák (IBL, PBL) teljes körű bevezetése azonban hazánkban a tantervek átdolgozását igényelné. A jelenlegi tantervi célok és követelmények mellett is van arra lehetőség, hogy ezeknek a stratégiáknak a módszertani logikáját vagy annak egyes elemeit alkalmazzuk azokon a tanítási órákon, ahol erre lehetőség van.

A problémamegoldás sokáig legkézenfekvőbb eszközei a különböző feladatgyűjteményekben található zárt végű, feleletválasztós problémafeladatok voltak.

A probléma feladat „Egy biológiai problémakört hagyományos tesztekkel feldolgozó feladattípus. Fontos eleme az ismertetés (instrukció), amely kísérletleírás, táblázat, diagram vagy ábra is lehet. Az instrukciót pontosan el kell olvasni és meg kell érteni, majd ezután meg kell oldani a hozzá rendelt feladatokat. Ezután újabb tájékozódás következhet a hozzá rendelt feladatokkal. Lényeges szempont, hogy egy későbbi ismertetés feladatainál a korábbiakból nyilvánvaló ismereteket már tudottnak tételezzük. Másrészt az is előfordulhat, hogy egy előbbi helyes kérdésre a helyes válasz csak egy későbbi ismertetésből válik nyilvánvalóvá. A probléma feladatsor számítási feladatot is tartalmazhat, természetesen tesztített formában.” (Berend, Berendné, és Kovács, 1998, 8.o.).

Ezek a feladatsorok a jelenleg ismert szinte valamennyi feleletválasztós feladattípust alkalmazzák. Milyenek is valójában ezek a feladatok, mennyire hatékonyak a fejlesztés szempontjából? Ezeket a kérdéseket próbálja elemezni az itt feltüntetett megoldásmenet.

Első megközelítésben érdemes ezen feladatok kérdéstípusait megvizsgálni, amelyek alapvetően három nagy csoportra oszthatók.

1. *Az ismeretek mechanikus felidézésére vonatkozó kérdések:* struktúra-funkció feladatok, ábraelemzés, amelyek különösebb gondolkodást nem igényelnek, többnyire az analízisre épülnek azáltal, hogy fel kell ismerni az ábra megfelelő részeit, illetve hozzá kell rendelni azokhoz a megadott funkciókat. Olyan szempontból kártékonyak, hogy időigényesek és nem hagynak elég időt a tényleges problémamegoldásra.

2. *A feladattípust tipizáló útmutató kérdés:* pl. Melyik igaz a következő állítások közül?

Egy ilyen kérdés kapcsán a tanuló első megközelítésben nem a problémát gondolja át, hanem nekiesik a lehetséges válaszoknak, ami eleve behatárolja számára a lehetséges

megoldások számát, csak a megadott lehetőségek közül választja ki a legjobbat, azt is sokszor találomra.

3. *A tartalomra, problémára vonatkozó kérdés:* pl: Hány táplálkozási kapcsolat lehet a legkevesebb táplálkozási szintet tartalmazó társulásban? A helyesen gondolkodó, és a megoldásra helyesen nevelt, érdeklődő tanuló itt megáll, nem nézi meg előre a megoldásokat, hanem gondolkodik. Felidézi az odavágó ismereteket, ötletel. Ily módon a tesztben megadottnál több megoldást is felvázolhat, azaz jobban fejlődik kreativitása. A megerősítés érdekében természetesen megnézi a válaszlehetőségeket, egyezteteti azt saját elképzeléseivel, és végül ki kell, hogy válassza azt, ami az ő megoldásai között is szerepelt.

Hogyan oldható meg a problémamegoldás fejlesztése szempontjából helyesen egy ilyen feladat?

Példa: „Táplálkozáshálózatok és táplálkozási szintek

Különböző, négy fajtól álló társulásokat vizsgálunk. Az egyes fajok az egyes társulásokban különböző táplálkozási kapcsolatban (fogyasztó-fogyasztott viszonyban) állhatnak egymással, egy vonatkozásban azonban valamennyi társulás megegyezik: mindegyikben van egy faj, amelyik csak fogyasztó, de ő nem tápláléka a többi faj közül egyiknek sem.

Egyszerű választás

Hány táplálkozási kapcsolat lehet a legkevesebb kapcsolódást tartalmazó társulásban?

- A) 2
- B) 3
- C) 4
- D) 5
- E) 6

Hány táplálkozási kapcsolat lehet a legkevesebb táplálkozási szintet tartalmazó társulásban?

- A) 2
- B) 3
- C) 4
- D) 5
- E) 6

(Fazekas, Szerényi, 1994)

A feladat megoldásának menete:

1. *A probléma elolvasása, megértése*, amely a feladat megoldásához szükséges információkat tartalmazza. Jelen esetben átgondolandó, hogy egy négy fajból álló társulás állhat termelőből, elsődleges fogyasztókból, másodlagos és negyedleges fogyasztókból. Másik tény, hogy az a fogyasztó, amely nem tápláléka a többi faj egyikének sem, nem lehet más, mint az adott társulás csúcsragadozója. Ideálisan az is elképzelhető, hogy a négy faj közül három olyan termelő, amelyek mindegyike lehet tápláléka annak az elsődleges fogyasztónak, amelynek adott területen nincs természetes ellensége. Ez azonban nem jellemző, így marad a csúcsragadozó jelenléte, amely viszont már feltételezi egy elsődleges fogyasztó jelenlétét, az pedig a termelőt. Így máris adott a válasz az első kérdésre, miszerint egy termelő elsődleges fogyasztó és másodlagos (esetleg harmadlagos) fogyasztó között a minimális kapcsolódások száma három. Megvan a megoldás a válaszlehetőségek áttekintése előtt.
2. *A kérdés elolvasása*, amely gyakran a főprobléma rész problémájaként jelenik meg. Itt az első kérdés a legkevesebb kapcsolódás megtalálására vonatkozik. A válaszhoz megegyeszer átgondoljuk a fő problémát, az azzal kapcsolatos feltételezéseket, lehetséges megoldásokat keresünk, amelyek száma több is lehet a megadottnál.
3. *A helyes válasz kiválasztása*. Az általunk elképzelt megoldásnak megfelelően megkeressük azt, amelyekkel a megadott variációk közül egyetértünk.
4. *Megerősítés*. Megnézzük a megoldó kulcsban megadott helyes megoldást. Ha a megoldás nem helyes, akkor újból próbálkozunk, és a folyamat kezdődik előlről. A 2. feladat az első mintájára már könnyen megoldható, hiszen ugyancsak a legkevesebb kapcsolódásra kérdez rá más megközelítésben, mindössze a kérdést variálták. Ily módon ez a feladat az előzőek alapján algoritmikussá válik.

A stratégiák oldaláról a következőképpen vázolható fel egy ilyen tesztípusú feladat:

- 1) *Problémafelvetés* (mely gyakran egybeesik a szükséges információk bemutatásával) és megértés.
- 2) *Részproblémák megfogalmazása, megértése* a szükséges háttér információk analízisével.
- 3) *A cél, a megoldás eléréséhez szükséges gondolkodási műveletek mozgósítása*, amely egy feltételezett, hipotetikus megoldáshoz vezet, és megerősítés hiányában az is marad. Ebben a stádiumban a találgatások, a flexibilis gondolkodás szerepe jelentős.
- 4) *A cél elérése, a megoldás*, amelyben a belátásnak fontos szerepe van.
- 5) *Megerősítés, igazolás*, amely vagy meglegedettséggel jár, vagy újabb folyamatot indít be, ahol az analógiák és transzfer szerepe fontos. Itt kap valójában szerepet a tervekészítés az előzőek rendszeres átgondolása révén, amelynek alapjául a sikertelen megoldás sikeres elemei szolgálnak. A belátás akkor aktivizálódik, ha helyes a megoldás.

A teszt jellegű problémafeladatokra, amelyek megoldása többnyire kevés információt igényel, a tervekészítés, mint stratégiai elem kevésbé jellemző. Ily módon a célhoz hipotézisek, gondolkodási műveletek révén jutunk el, amelyben az analógiáknak és a belátásnak fontos szerepe van. A megoldáshoz vezető út többnyire algoritmikus, ugyanis a részproblémák az előző részprobléma alapján már könnyebben megoldhatók, azonban a flexibilis gondolkodásra is van lehetőség, bár jóval kisebb mértékben. A számítási feladatok megoldási stratégiája a matematikai feladatokéhoz hasonló, amelyben a tervekészítés is döntő fontosságú, és formájánál fogva is inkább problémafeladat akkor, ha nem adják meg a megoldást feleletválasztásos módon.

A zárt végű problémafeladatok, helytelen logikai menettel megoldva tehát nem kedveznek a kreativitás fejlődésének sem, ami a problémamegoldás szinte minden lépésében fontos szerepet játszik. Ezért a fejlesztés időszakában inkább nyílt végű kérdéseket adjunk a tanulóknak, ismertessük a problémát és csak egy kérdést tegyünk fel válaszváriációk nélkül a megoldásra vonatkozóan. A zárt végű feladatokat csak akkor adjuk a diák kezébe, ha már rutinosabb problémamegoldó. Másrészt inkább a problémamegoldás szintjének ellenőrzésére használjuk.

Mivel a biológia experimentális tudomány, így automatikusan magában hordozza a természettudományos problémamegoldás folyamatára épülő gondolkodásmódot. Fejlesztésével kisiskolás kortól foglalkozni kell. Szükségszerű feladat, mivel az így kialakított képesség a mindennapi élet problémáinak megoldásában is jól kamatoztatható, másrészt ezt kívánják tőlünk a 2000 – 2012 közötti PISA mérések eredményei (a magyar 15 évesek természettudományos problémamegoldása nem megfelelő színvonalú) illetve a 2013-s NAT-ra épülő kerettantervek problémacentrikus felépítése is.

Felhasznált irodalom

Bentley, D. és Watts, D. M. (1989): *Learning and teaching in school science: practical alternatives*. Open University Press, Milton Keynes.

Berend Mihály, Berendné Németh Éva, Kovács Október (1998): *Biológiai feladatgyűjtemény középiskolásoknak*. Tankönyvkiadó, Budapest.

Bloom, B. S. (1956): *Taxonomy of educational objectives: cognitive domain*. McKay, New York.

Borasi, R. (1986): On the nature of problems. *Educational Studies in Mathematics*, 17, 125-141.

- Bynum, W. F. és Porter, R. (2005): *Oxford Dictionary on Scientific Quotations*. Oxford.
- Chi, M. T. H., Glaser, R. és Rees, E. (1982): Expertise in problem solving. In: Sternberg, R. I. (szerk.): *Advances in the psychology of human intelligence*. 1, Hillsdale, New Jersey.
- Csapó Benő (1992): *Kognitív pedagógia*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Fazekas György, Szerényi Gábor (1994): *Problémafeladatok biológiából*. Calibra Kiadó, Budapest.
- Fredericksen, N. (1984): Implication of cognitive theory for instruction in problem solving. *Review of Educational Research*, 54, 363-407.
- Frensch, P. A. és Funke, J. (1995): Definitions, traditions and a general framework for understanding complex problem solving. In: Frensch, P. A. és Funke, J. (szerk.) (1995): *Complex problem solving. The European Perspective*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, New Jersey.
- Greeno, J. G. (1978): Natures of problem solving abilities. In: Estes, W. K. (Ed.): *Handbook of learning and cognitive processes*. 5, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, New Jersey.
- Mayer, R. C. és Wittrock, M. C. (1996): Problem solving transfer. In: Berliner, D. C., Calfee, R. C. (Ed.): *Handbook of educational psychology*. Macmillan, New York, 47-62.
- Molnár Gyöngyvér (2006c): *Tudástranszfer és komplex problémamegoldás*. Műszaki Kiadó, Budapest.
- Molnár Gyöngyvér (2012): A problémamegoldó gondolkodás fejlődése: Az intelligencia és a szocioökonómiai háttér befolyásoló hatása 3-11. évfolyamon. *Magyar Pedagógia*, 112 (1), 41-58.
- Nagy József (2000): *XXI. század és nevelés*. Osiris Kiadó, Budapest.
- Nagy Lászlóné (2008): A természet-megismerési kompetencia és fejlesztése a természettudományos tárgyakban. *A biológia tanítása*, 16 (4), 3-7.
- Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet (2003): A problémaalapú tanulás, <http://www.oki.hu/oldal.php?tipus=cikk&kod=matrix-5-Problema> Letöltés: 2010. 09. 03.
- Pólya György (1957): *A gondolkodás iskolája*. Bibliotheca, Budapest.
- Reitman, W. R. (1965): *Cognition and thought*. Wiley, New York.

2. A modellezés módszertana

A modell fogalma és típusai

A modell a valóság analógja, annak lényegi vonásait tükrözi. Olyan ember által konstruált, megértést szolgáló rendszer, amelynek jellemzőit az általa bemutatott tárgy, jelenség, folyamat bemutatni kívánt tulajdonságai határozzák meg. Így a modell a valóságnak csak néhány elemét reprezentálja (Gilbert és Ireton, 2003).

Nádasi (2006) szerint a modell, amely valamilyen tárgynak, szerkezetnek, rendszernek, struktúrának kísérleti vagy bemutatási célokat szolgáló nagyított vagy kicsinyített mása, az általa prezentált rendszert csak bizonyos nézőpontból mutatja be (Nádasi, 2006).

A modellek értelmezése és típusai az alkalmazás céljától függően sokfélék lehetnek. Nádasi (2006) a természettudományos oktatásban ténylegesen használt modelleket kilenc csoportba sorolja:

- Domborzati modell: pl. földrajzi modellek, a földfelszín megjelenítései, dombortérképek;
- Elektronikus szimulátor: pl. csillagvetítős planetárium;
- Elvi működési modell : pl. gázcserenyílás modell;
- Komplex modell:pl. szétszedhető, összerakható anatómiai modellek, torzók, virágmodellek;
- Makett, statikus modell:pl. emberi torzó;
- Működő modell: pl. aorta modell;
- Számítógépes modell: pl. animáció, szabad nézetű, léptékű realisztikus v. szimbolikus vizuális ábrázolás;
- Szimbolikus modell: pl. atom- és molekulamodellek, szerkezeti, strukturális és kötés modellek;
- Vizuális animációs modell: pl. DNS rajz-, v. trükkfilmje.

A tanítás és tanulás szemszögéből a modell a hagyományos szemléltető eszközök (taneszközök) közé tartozó oktatástechnikai eszközként is definiálható, amely az 1. generáció 1. nemzedékéhez tartozik tudománytörténeti besorolását illetően. Egyidősek magával az oktatással (Franyó, 2002). Ebben a csoportban találjuk meg a modell mellett a makettet, a metszetet, és a kísérleti eszközöket is.

A modell információt adó rendszer, amelynek célja az emberi megismerési folyamat elősegítése, újabb ismeretek szerzése. A modell az értelmi elsajátítást oly módon segíti, hogy az egyébként bonyolult, láthatatlan folyamatokat leegyszerűsíti, szemléltethető állapotba hozza.

Gilbert és Ireton (2003) a modellek három fő kategóriáját adják meg:

- mentális modellek,
- konkrét modellek,
- absztrakt modellek.

A *mentális modell* értelmezésükben egy olyan eszköz, jelrendszer, amelynek segítségével kommunikálunk, gondolatainkat kifejezzük. Így az emberi beszéd is modellnek tekinthető, amely gondolataink lényegét egy nyelvi jelrendszer segítségével érzékelteti. Ez a modell az agyban születik, ott jelenik meg az idegsejtek speciális asszociációs mintázataként. Az agy saját modellje a végrehajtó szervek által kívülről is érzékelhetővé válik, a beszédmozgató központ működésbe lép.

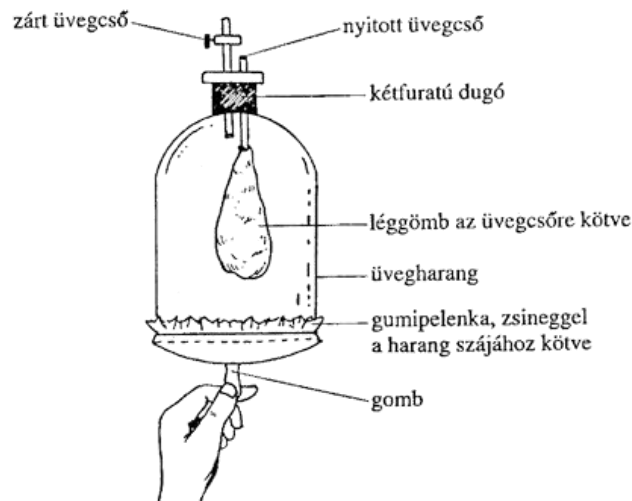
A *konkrét modellek* ezzel szemben kívülről ténylegesen látható, tapintható, hallható materiális rendszerek. Ezeknek az iskolában leggyakrabban alkalmazott típusai:

- 1) *Struktúra modellek*. Valamely természeti objektum, jelenség szerkezetének nagyított vagy kicsinyített másai. Formájukban és tartalmukban tükrözik a valóságot, méretükben azonban az eredeti szerkezet makroszkópikus vagy mikroszkópikus méreténél fogva eltérőek. Példa: virágmodell, emberi torzó, levél keresztmetszeti modell, stb. A struktúra modellek ma a kereskedelmi forgalomban szép számmal megvásárolhatók. Beszerzésük azonban több oktatási intézményben is problémát okozhat, ami arra kényszerítheti a tanárt, hogy maga vagy diákjai készítsék el ezeket a modelleket. Kreativitásunktól függően sokféle olcsó és kéznél lévő anyagot és eszközt használhatunk ezeknek a modelleknek az elkészítésére. Készíthetünk kalapos gombát gyurmából, sejtmodellt fából, virágmodellt papírból, a földigiliszta hasdúclánc idegrendszerét gipszből, stb. Arra mindig ügyelnünk kell, hogy bármit is akarunk a modellel szemléltetni, az mindig adja vissza a valóságnak azt a szeletét, amit éppen szemléltetni akarunk. Figyeljünk az arányokra, formákra és lehetőség szerint a színekre is. Természetesen modellünk méreteiben, pontos szerkezetében eltér a természetes struktúrától, amit a modell alkalmazásakor mindig ki kell emelni magyarázataink közben. Ez azért fontos, hogy tanulóinkban ne alakuljanak ki az adott struktúrával kapcsolatos tévképzetek.
- 2) *Funkcionális modellek*: A természeti jelenségek, folyamatok összefüggéseinek megértését szolgáló modellek. Szerkezetükben sokszor alapvetően különböznek az eredeti struktúrától, annak csak a működés szempontjából lényeges elemeit mutatják.

Példa: Donders-modell a be-és kilégzés folyamatának szemléltetésére.

A modell felépítése:

A modell a 2.1. ábrán lévő szerkezethez képest egyszerűbben elkészíthető. A mellkas falát üvegbúra helyett egy félbevágott ásványvizes műanyag palackkal, a légsövet a palack szájába helyezett dugó furatában található üvegcsővel, a tüdőt nyílásával az üvegcsőre erősített léggömbbel, míg a rekeszizmot a palack alján lévő és arra ráerősítet gumimembránnal (léggömbdarab) szemléltethetjük.



2.1. ábra Donders-féle tüdőmodell (<http://www.oki.hu/oldal.php?tipus=cikk&kod=termesztudomany-Kovacs-biologia>)

A modell működése:

- Belégzés: Miután tisztáztuk a tanulókkal, hogy a modell melyik része a légzőrendszer melyik részével analóg, működtetjük a modellt. A gumimembrán lefelé húzásával a palackban lévő levegő térfogata megnő, a nyomása lecsökken, ami vákumként hat a léggömbre, és arra szívóhatást gyakorol. Ennek következtében a léggömb térfogata is megnő és a levegő az üvegcsővön keresztül a léggömbbe áramlik. Ez a belégzés élő szervezetben végbemenő folyamatának analógja.
- Kilégzés: A gumimembrán palackba történő benyomásával csökkentjük a palackban lévő levegő térfogatát, növeljük annak nyomását, ami miatt a léggömbben lévő levegő nyomása is nő és kiáramlik az üvegcsővön keresztül a légtérbe. Ez a folyamat a kilégzés folyamatával analóg.

Aorta modell az aorta folytonos véráramlásban betöltött szerepének bizonyítására.

A működés alapja az aorta „szélkazan funkciója”. Az aorta az artériás rendszer bal kamrából kilépő kezdeti, legnagyobb átmérőjű szakasza, amely rugalmasságánál fogva átmérőjének többszörösére képes duzzadni a bal kamrából érkező nagyobb vértérfogat befogadása során. A kamrák összehúzódásakor a bal kamrából a vér az aortába áramlik (kitágítva és megfeszítve ezzel az aorta falát), majd onnan tovább a test artériáiba. A kamrák elernyedésekor az aorta kezdeti szakaszán lévő zsebes billentyűk bezáródnak és nem engedik, hogy az aorta tágulása következtében felgyülemelő „vérfelesleg” visszakerüljön a szívbe. Ilyenkor az aorta fala rugalmasságánál fogva megfeszül, összehúzódik és továbbítja azt a maradék vérmennyiséget a test felé, ami a kamrák összehúzódását követő vértovábbítás után az aortában maradt. A vér áramlása tehát folytonos, a szív szakaszos működése ellenére is folyamatosan biztosított a szervezet vérellátása.

A modell felépítése:

A szív szakaszos működését egy csap nyitásával és zárásával szemléltethetjük. A csap nyitása a kamrák összehúzódásának és a zsebes billentyűk nyitásának, elzárása a kamrák elernyedésének és a zsebes billentyűk záródásának felel meg. A csapra egy nagyobb átmérőjű gumicsövet vagy műanyagcsövet erősítünk, amire egyik végén kivágott léggömböt csatlakoztatunk. A léggömb szemközti másik oldalát szintén kivágjuk és azt egy, az előzőnél vékonyabb gumi vagy műanyagcsőre erősítjük. A szerkezetet egy üveg pohárba vezetjük.

A modell működése:

A csap nyitásával (kamrák összehúzódása) víz kerül a léggömbbe, ami a víz mennyiségének növekedésével kitágul, fala megfeszül. Ilyenkor víz folyik az üveg pohárba. A csap elzárásakor (kamrák elernyedése) bár nem jut újabb vízmennyiség a léggömbbe, mégis továbbfolyik a víz a pohárba. Ennek oka, hogy a léggömb fala rugalmasságánál fogva megfeszül, összehúzódik és a még benne lévő vizet továbbítja az üveg pohárba. A víz áramlása így a csap elzárásakor is biztosított.

- 3) *Szimbolikus modellek.* Szavak és szimbólumok segítségével mutatják be a valós objektumot és azok összefüggéseit. Példa: rendszerábrák, folyamatábrák, tervrajzok, fogalmi térképek, stb.
- 2) *Matematikai modellek.* Kvantitatív értékekre és értékelésre, valamint összefüggések leírására alkalmas modellek. Példa: képletek, egyenletek, grafikonok, Hardy-Weinberg szabály relatív allél és genotípus gyakoriságra vonatkozó egyenlete.
- 3) *Számítógépes modellek.* Valamely struktúrát, folyamatot, összefüggést meglévő adatok alapján elektronikus formában szemléltető modellek. Általában matematikai alapokon konstruálódnak és alkalmasak a szerkezet és működés összefüggéseinek egyidejű bemutatására. Kiválóan használhatók az anyagszerkezet, a molekuláris szintű folyamatok szemléltetésére csakúgy, mint az elvont esetleg gigantikus méretű természeti jelenségek megjelenítésére. Az interneten

ma több olyan felületet találunk, amely vagy a mikro- vagy a makroméreteinél fogva szabad szemmel nem látható, olykor komplex molekuláris illetve ökológiai rendszerek több dimenziós animációs modelljeit mutatja be. Ilyen felület például a mozaWeb (<https://www.mozaweb.hu/lexikon.php?cmd=getlist&let=7&l=&sid=BIO>), amely a különböző biológiai struktúrák és folyamatok 3D-modelljeivel segíti a tanulókat az ismeretek elsajátításában, megértésében.

Az *absztrakt modellek* körébe Gilbert és Ireton szerint az adott természeti jelenségre vonatkozó hipotézisek és azok bizonyítása során létrehozott elméletek tartoznak, hiszen ez esetben is az adott jelenség lényegének célirányos megfogalmazásáról van szó.

Az itt felsorolt néhány példa azt bizonyítja, hogy bár a modellek több szempont alapján csoportosíthatók, minden esetben az általuk reprezentált jelenség egy kiválasztott szempontból történő bemutatását szolgálja.

A modellek jellemzői:

- *Mesterségesek*, minden esetben emberi konstrukciók.
- *Haszonelvűek*, mert valamilyen cél érdekében jönnek létre.
- *Egyszerűsítettek és lényegretörőek*. Az általuk reprezentált valóságnak a bemutatás céljából lényeges elemeit mutatják be. Fontos, hogy a modell bonyolultsága megfeleljen a tanított korosztály és a tananyag igényeinek. Ha sokkal bonyolultabb és részletgazdagabb, mint amilyen a célnak megfelel, a gyerekek figyelmét könnyen elvonják a részletek a modell lényeges elemeiről. Fontos továbbá, hogy a modell szétszedése és összerakása is egyszerű legyen, ne igényeljen túl sok időt. Ez különösen a csoportos feldolgozás során kap nagy jelentőséget.
- *Láthatóság és átláthatóság* jellemzi őket, ami a megértés érdekében elengedhetetlen tulajdonsága egy modellnek.
- *Nyitottság*. A jó modellek (és ez elsősorban az elméleti modellekre igaz) továbbalakíthatók, formálhatók, redukálhatók és bővíthetők.
- *Érvényesek*, azaz megfelelnek a hasonlóság elvének.
- *Minél kevesebb lehetőséget adnak tévképzetek kialakítására*. A modell a túlzott leegyszerűsítés következtében a tanulóknak az adott jelenséggel kapcsolatban hamis, nem valós kép kialakulását eredményezheti. Ha mégis előfordul, az a tanártól alapos magyarázatot igényel, amelynek során felhívja a tanuló figyelmét arra, hogy a modell adott elemei könnyebbé teszik a megértést, de a valóság a modellhez képest egyszerűbb vagy kisebb esetleg nagyobb illetve bonyolultabb képet mutat.

–

Modellezés a biológia órán

A modellezés didaktikai funkciója az alkalmazás céljától függően kettős szerepet tölthet be.

1) *A tanítási óra egy adott fázisában a jelenség, folyamat szemléltetését, megértését szolgáló szemléltetési módszer*

A természeti (a természettudományok által vizsgált) jelenségek szemléltetése során mindig törekednünk kell a valóság lehető leghűbb bemutatására. Ha erre nincs lehetőségünk, akkor alkalmazhatunk a jelenség szemléltetését célzó más eszközt, illetve módszert is, mint például a modellezést. Különbséget kell tennünk az eszköz, mint modell és a módszer, mint modellezés között. A *szemléltetés céljából alkalmazott modellezés* esetében a modell egy eszköz, amelyet a tanítási óra adott momentumaként valamely struktúra, folyamat, jelenség magyarázatának alátámasztása, kiegészítése céljából alkalmazunk. A modellezés folyamata ebben az esetben a következő:

- a modell funkciójának, alkalmazási céljának ismertetése;
- a modell analizálása, részeinek megnevezése, a részek és a valóság közötti kapcsolatok, analógiák feltárása (a modell adott eleme minek felel meg a valóságban);
- a modell működésének bemutatása;
- a modell segítségével adott struktúra, folyamat értelmezése, elsajátítása.

A tanár feladata a modellek alkalmazása során:

- Igyekezzen a bemutatott modell legfontosabb és legjellemzőbb tulajdonságait a tanulók elé tárni. Ne vesszen el részletkérdésekben. Ha frontális bemutatást alkalmaz, hívja fel a tanulók figyelmét a legfontosabb elemekre, részekre, törekedjen a lényeg kiemelésére, az összefüggések megláttatására!
- Úgy helyezze el a modellt, hogy mindenki hozzáférhessen, jól láthassa, szükség esetén kézbe vehesse!
- Biztosítsa a megfelelő körülményeket a modell bemutatásához (tanulói asztal, tálca tartóállvány, zsinegről való függesztés stb.)!

2) *A modellezés mint a tanítási óra fő didaktikai feladata.*

Az utóbbi néhány évtizedben a modellezés mint fő didaktikai feladat számos országban vált gyakorlattá a természettudományos nevelésben. Alkalmazásának hatékonyságát több kutatás is igazolja, miszerint a modellezés, mint módszer fejleszti a tanulók természettudományos gondolkodását, metakognitív képességeit, a természettudományos fogalmak megértését és alkalmazásának képességét, a természettudományos problémamegoldó gondolkodást (Clement, 1989; Coll, France és Taylor, 2005). A modellezés képessége révén a tanulók természettudományos ismeretsajátítási folyamata hatékonyabbá, gondolkodásuk analitikusabbá válik, jobban oda figyelnek

a részletek elemzésére, azok megértésére, a rész-egész viszonyának összefüggéseire (Schwarz és White, 2005). A modellezés képessége a természettudományos műveltség része (Gilbert, Boulter és Elmer, 2000).

Ahhoz, hogy tanulóink eljussanak arra a szintre, hogy modellezési képességeik révén önállóan is tudjanak modelleket készíteni, elengedhetetlen, hogy előtte szükség szerint minden lehetséges alkalommal tudatosan alkalmazzunk a modelleket szemléltetés céljából a tanítási órán. Ezek után a tanulók előbb tanári instrukciók segítségével és a tanárral közösen készítsenek modelleket.

A modellezés (modellkészítés) folyamatát több kutató hasonló módon fogalmazta meg:

- a modellezni kívánt probléma, ismeret, jelenség, folyamat feltárása, megfogalmazása;
- a modell kiválasztása;
- a modell létrehozása;
- a modell elemzése és működtetése;
- a modell érvényességének megállapítása;
- a modell újragondolása, javítása, bővítése (Halloun, 1996).

Marx és Tóth (1985) modellezésre vonatkozó folyamat leírása az egyes fázisok sorrendjét tekintve azonos a Hollaun által bemutatott elemekkel, azoknál azonban részletesebb. Így a gyakorlatban történő megvalósítás szempontjából követhetőbb minta:

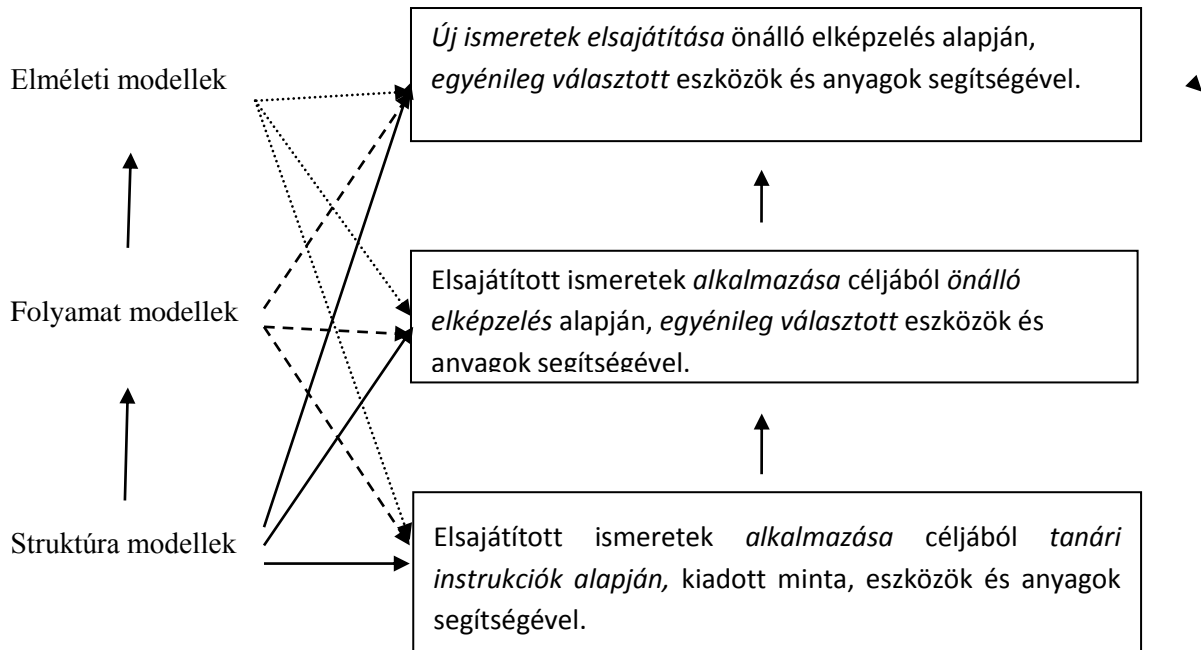
- a) a valóság tisztelete és megfigyelése;
- b) a lényeges vonások, a fontos adatok kiválasztása;
- c) modellalkotás: a kérdéses adatok változását értelmező, kevés szabadsági foka és szemléletessége folytán nyomon követhető rendszer szerkesztése;
- d) a modell működtetése: további jelenségek előrelátása a modell alapján;
- e) a modell ellenőrzése kísérletekkel, érvényességi határainak letapogatása;
- f) a modell magabiztos gyakorlati alkalmazása annak érvényességi határain belül;
- g) az érvényesség határán túl a modell javítása, gazdagítása, kutatás újabb modell után.

A modellezés folyamatára vonatkozó két példa a tanításban a következőképpen fordítható le:

- 1) *a modellezni kívánt ismeret, probléma feltárása, elemzése, megfogalmazása;*
- 2) *a modell céljának megállapítása;*
- 3) *az elkészítendő modell és a szemléltetni kívánt valóság összeegyeztetése;*
- 4) *a modellkészítés módjának átgondolása;*
- 5) *a modellkészítéshez szükséges eszközök és anyagok számbavétele;*
- 6) *a modell elkészítése;*
- 7) *a modell kipróbálása, működtetése, érvényességének megállapítása;*
- 8) *szükség esetén a modell korrekciója.*

A modellezés, *mint fő didaktikai cél*, a gyakorlatban egy, vagy több tanítási órát átfogó feladat. Ezekben a tanítási órákon a modellezés a fő feladat. Annak érdekében, hogy a modelleket a tanulók el tudják készíteni, a kerettantervi követelményrendszerben előírt ismereteket kell alkalmazniuk. Ebben az esetben az ismeretelsajátítás nem a hagyományos módon történik, a tanulás egy aktív, önálló tevékenységgé válik.

A modellezés, mint fő didaktikai feladat különböző *szintjeit* különíthetjük el (2. ábra):



2.2. ábra

A modellezés szintjei

A 2.2. ábrán lévő modell típusok és azok feldolgozásának módja egyre magasabb szinteket jelent a modellezés folyamatában, amelyeket célszerű egymásra építeni. Az építkezés során fejlődik a tanulók modellezési képessége, rutinosabbá válnak a modellek fogalmának ismeretében, azok elkészítésében, a velük történő manipulációkban, alkalmazásuk módszereiben. A fokozati sor egyben életkor szerinti szinteket is jelent. Míg egy struktúramodell az ismeretek alkalmazása céljából tanári instrukciókkal akár már az általános iskola alsóbb osztályaiban is elkészíthetünk, addig a funkciómodellek, de méginkább az elméleti modellek megalkotása felsőbb évfolyamos diákoknak, illetve középiskolásoknak ajánlott.

Abban az esetben, ha a modellezéssel a már elsajátított ismeretek *alkalmazása a cél*, a modellkészítést kezelhetjük a tanítási óra részeként, vagy egy teljes gyakorlati vagy összefoglaló órát is szánnhatunk rá. A modellezés ezen módja jobban illeszthető a kötelező tantárgyi követelményrendszer feldolgozásához.

Az új ismeret elsajátítása céljából történő modellkészítés azonban már hosszabb időt vehet igénybe. Gondoljunk például egy számítógéppel megalkotott elméleti modellre. Ez a feladat napokat vesz igénybe, amely igényli a tanuló otthoni munkáját is. A modellezés ebben az esetben nem biztos, hogy összeegyeztethető a kötelező tananyaggal, ellenben kiváló lehetőség a tehetséges tanulók követelményrendszerhez tartozó, azon felüli ismereteinek bővítésére. Az elméleti modellek esetében azonban nem feltétlenül a modellezés ez utóbbi, magasabb szintjére kell csak gondolni, hiszen ebbe a kategóriába tartozik egy fogalmi térkép, vagy gondolati térkép megalkotása is, amely új ismeret elsajátítása céljából akár csoportfeladat is lehet az adott tanítási órán.

A modellezés, mint fő didaktikai feladat ma még nem elterjedt a hazai természettudományos nevelésben. Alkalmazásán azonban érdemes elgondolkodnunk, mivel ezáltal az élet egyéb területein is jól hasznosítható képességekre tesznek szert tanulóink.

Irodalomjegyzék

- Clement, J. (1989): Learning via model construction and criticism, In: Glover, R., Ronning, R., Reynold, C. (Eds.): *Handbook of creativity, assessment, theory and research*, New York: Plenum
- Coll, R., France, B., Taylor, I. (2005): The role of models and analogies in science education: Implications from research, *International Journal of Science Education*, 27. 2. sz. 183-198.
- Franyó István (2002): A tantárgy helyzete a tantárgyi modernizációs folyamatban, Új Pedagógiai Szemle, 5. sz. 24-37.
- Gilbert, J. K., Boulter, C. J., Elmer, R. (2000): Positioning models in science aducation and technology education, In: Gilbert, J. K., Boulter, C. J. (Eds.): *Developing models in science education*, Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers
- Gilbert, S., Ireton, S. (2003): *Understanding Models in Earth and Space Science*, VA: NSTA Press, Arlington

- Halloun, I. (1996): Schematic Modelling for meaningful learning of physics, *Journal of research in Science Teaching*, 33. 9. sz 1019-1041.
- Kovács Judit (2009): A biológia tantárgy tanítása az iskolarendszerű felnőttoktatásban. <http://www.oki.hu/oldal.php?tipus=cikk&kod=termesztudomany-Kovacs-biologia> Letöltés: 2010. 12.14.
- Marx György, Tóth Eszter (1985): Modellalkotás a természettudományos nevelésben, In: Boros, Fodor és Sarkadi (szerk.): *Tanári kézikönyv Gimnázium, Fizika I.*, Tankönyvkiadó, Budapest
- Nádasi András (2006): *Modellek a természettudományos jelenségek és fogalmak szemléltetéséhez.* Elektronikus könyv és nevelés, VIII/2.
- Schwarz, C. V., White, B. Y. (2005): Metamodeling knowledge: Developing students' understanding of scientific modeling, *Cognition and Instruction*, 23. 2. sz. 165-205.

3. A metakognitív képességek fejlesztése a biológiatanításban

A metakogníció fogalma

Az angol nyelvű szakirodalom egyik értelmezése szerint a metakogníció a *kognícióra vonatkozó kogníció* (cognition about cognition) (Csíkos, 2007). Ez a meghatározás elsősorban azokra a gondolkodási képességekre vonatkozik, amelyek révén ismereteket szerzünk, és azokat alkalmazzuk. Egy másik definíció szerint a metakogníció a *tudásra vonatkozó tudást* (knowledge about knowledge) jelenti (Csíkos, 2007). Utóbbi meghatározás a megismerési folyamatot már tágabban értelmezi, magában foglalva a meglévő ismereteinkre és az azok megszerzéséhez szükséges kognitív képességeinkre illetve működésére vonatkozó tudást is. A jelenlegi kutatások és a pedagógiai, pszichológiai szakirodalom is ezt a definíciót tekinti elfogadhatóbbnak.

Brown (1987) a fenti két meghatározás ötvözeteként a metakogníciót a saját kognitív rendszerünkről alkotott tudásnak és az arra vonatkozó szabályozásnak tekinti (knowledge and regulation of one's own cognitive system). Schraw (2001) a metakogníciót a gondolkodásunkra és cselekedeteinkre vonatkozó reflektálásként értelmezi (capacity to reflect of one's own cognitive system), amely a tudásra vonatkozó ismereteket és azok kontrollját szintén magában foglalja.

Az itt említetteken túl a ma elfogadott definíciók értelmében a metakogníció olyan tudatos kognitív tevékenységet jelent, amely által tudomást szerezhethetünk saját megismerési folyamatainkról, gondolkodásunkról, azokat képesek vagyunk tervezni, nyomon követni, ellenőrizni és szabályozni.

A természettudományos tudás összetevőit tekintve a metakogníció elemeiként értelmezhetők a tanulás, az emlékezet, a gondolkodás, a döntési képesség és nem utolsósorban a problémamegoldás sajátosságai is. A metakogníció fejlesztésével az iskolában azért kell foglalkozni, mert ezáltal a tanulóknál stabilabbá válnak azok a kognitív sémák, amelyek hatékonyabb gondolkodóvá és problémamegoldóvá teszik őket.

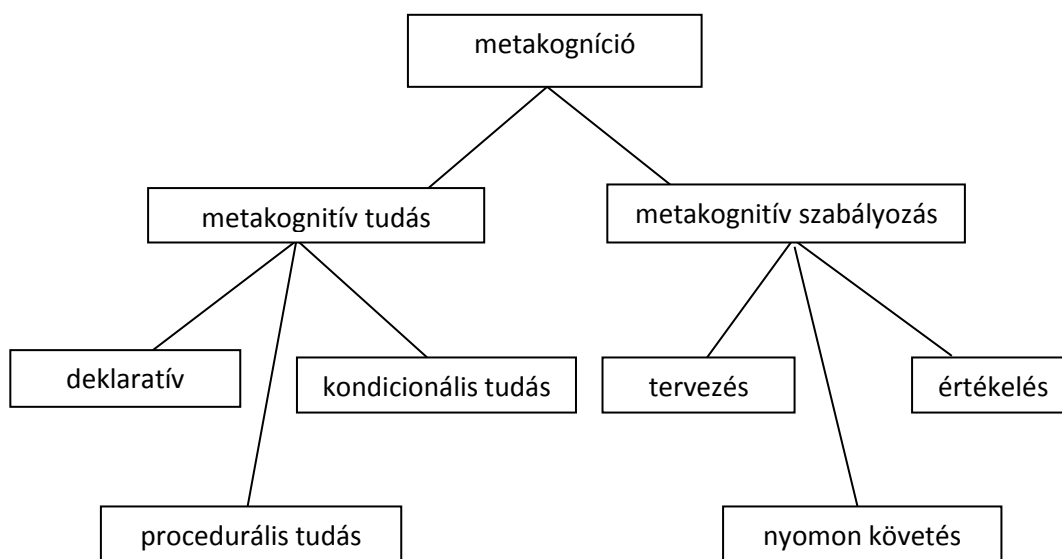
A metakogníció mint mentális tevékenység egy összetett rendszer, amelynek elemei egymással összefüggésben egy szabályozott egységet alkotnak. Flawell (1987) a metakogníció két alapvető összetevőjét határozza meg: 1) *metakognitív tudás*, 2) *metakognitív tapasztalat*. A *metakognitív tudást* további három részre osztja: 1) Személyi változók: arra vonatkozó képesség, hogy ismerjük és tisztában vagyunk saját magunk és mások képességeivel, ismerjük gondolkodásunk mikéntjét; 2) Feladatváltozók: a feladatok nehézségének értelmezését jelenti; 3) Stratégiaváltozók: azok a változók,

amelyekkel elérünk egy kognitív célt (kognitív stratégia), például megoldunk egy problémát illetve amelyek segítségével megállapítjuk, hogy a problémát megoldottuk (metakognitív stratégia), a kognitív célt elértük. Ez utóbbi olyan magasabb szintű szabályozó folyamat, amely a kognitív stratégiával negatív visszacsatolásban áll.

A *metakognitív tapasztalat* olyan tudatos jelenség, amely egy intellektuális élményt kísér. Ilyen tapasztalat az, amikor például észrevesszük, hogy értjük azt, amit nekünk mondanak. Más kutatók a metakognitív tapasztalatot *metakognitív kontrollként* nevesítik, amelyet a meglévő tudásunk működésének szabályozási és kontroll folyamataként értelmeznek (Nelson és Narens, 1990; Otani és Widner, 2005; Sungur, 2007).

Kluwe (1987) a Flawell (1987) által meghatározott két kategóriát a pszichológiában már ismert két fogalom mentén definiálta. A metakognitív tudást *deklaratív tudásként*, míg a metakognitív tapasztalatot *procedurális metatudásként* értelmezte. Kluwe (1987) szerint a deklaratív metatudás a saját képességeink, kognitív tevékenységünk ismeretét és az arra vonatkozó meggyőződést, míg a *procedurális metatudás* a kognitív folyamatok kontrollját (tervezés, nyomon követés, ellenőrzés) jelenti.

Schraw (2001) *metakogníció modelljében* ötvözte Flawell és Kluwe elméletét. A *metakognitív tudásnak* alárendelte a Flawell (1987) által leírt *deklaratív* (tudni, hogy mit) és *procedurális tudást* (tudni, hogy hogyan), amelyekhez horizontálisan hozzárendelte a *kondicionális tudást* (tudni, hogy miért és mikor). A Flawell (1987) által metakognitív tapasztalatként meghatározott összetevőt *metakognitív szabályozásnak* nevezte és ebbe az összetevőbe illesztette be a tervezés, nyomonkövetés és értékelés dimenziókat (3.1. ábra).



3. 1. ábra A metakogníció összetevői (Schraw, 2001)

Cooper és Urena, (2009) szerint a metakognitív szabályozás képessége meghatározó szerepet tölt be a problémamegoldás folyamatában, mivel a tervezés, nyomonkövetés és értékelés képességének szintjétől nagy mértékben függ az, hogy mennyire hatékony a problémamegoldás.

A metakogníció problémamegoldásban betöltött szerepére vonatkozó vizsgálatok arról számolnak be, hogy a metakogníció szintje jó előrejelzője a tanulók problémamegoldásban nyújtott teljesítményének (Lester, 1994; Desoete, Roeyers és Buysse, 2001; Veenman, 2005).

Anderson és Nashon (2006) a csoportban végzett problémamegoldás hatását tanulmányozta a fogalmi struktúrák változásaira középiskolás tanulók körében. A vizsgálat eredményei azt mutatták, hogy a problémamegoldás során a magasabb metakogníciós szinttel rendelkező tanulók fogalmi struktúrái rugalmasabbak voltak, annak elemei könnyebben és gyorsabban szerveződtek át. A problémamegoldás útján történő ismeretszerzés náluk hatékonyabb volt, hamarabb érték el a szakértői tudásra jellemző fogalmi struktúrát. A metakogníció és problémamegoldás közötti erős korrelációról számolt be Kapa (2007) egy metakognitív tréning után. Vizsgálata során azt tanulmányozta, milyen hatással van a metakognitív tudás fejlődése a közeli- és távoli transzfer problémákból kiinduló megoldásban nyújtott teljesítményre. Az eredmények azt mutatták, hogy magasabb szintű metakognitív fejlettség birtokában a mindkét problémátípusból kiinduló megoldás sikeresebb.

Goos, Galbraith és Reenshaw (2000) szerint a metakogníció és problémamegoldás fő kapcsolódási pontjai a probléma megértéséhez és reprezentációjához szükséges *releváns információk* gyűjtése,

szelektálása és *rendezése* a megoldás *tudatos tervezése*, valamint a *megoldási folyamat egyes lépéseinek tudatos nyomonkövetése*. Artz és Armour (1992) kimutatta, hogy a tanulók problémamegoldásban nyújtott sikertelenségének egyik oka az, hogy nem tudják monitorozni a megoldás közben mentális folyamataikat, nem ismerik a problémamegoldás egyes lépéseit. Ezért a problémamegoldás folyamatát *explicit módon* kell tanítani, ami különösen igaz a természettudományos problémamegoldásra, ahol például egy kísérlet elvégzésének sikere vagy sikertelensége gyakran azon múlik, hogy ismeri-e a tanuló a problémamegoldás logikai menetével analóg kísérletezés egyes lépéseit és azok egymáshoz való viszonyát (Revákné, 2011).

A metakogníció fejlesztésének lehetőségei és módszerei a biológiatanításban

A metakogníció fejlesztésére vonatkozóan több kísérlet látott már napvilágot. Ezek zöme részben a deklaratív metatudást, míg mások a procedurális metatudást kívánták erősíteni. A fejlesztés módja azonban minden esetben ma is az elé a dilemma elé állítja a kutatókat, hogy az implicit vagy explicit módszerekkel történjen.

Lin (2001) a *deklaratív metakogníció* fejlesztése során született eredményekből arra következtet, hogy a tudásra vonatkozó meggyőződések illetve tárgyi tudás tekintetében leginkább *az implicit módszerek* az eredményesek. Péntek Imre (2000) rámutat arra, hogy ez konkrétan a *kontextuális divezifikációt* és *a kontextus-struktúrálást jelenti*. Azaz, minél több és változatosabb helyzet (például problémafeladatok különböző témakörökben és különböző módszerek közepette: kísérletezés, problémafeladat, projektmunka, stb.) megteremtését annak eldöntésére és felismerésére, hogy az adott probléma megoldása helyes-e vagy sem: hogyan, hányféleképpen gondolkodhatunk egy problémáról; értjük vagy nem értjük a feladatot. Lin azt is megjegyzi, hogy ha a feladatmegoldás mikéntjére vonatkozó metakognitív kifejezéseket (például elolvasom a feladatot, megértem, átgondolom, helyes vagy nem helyes) összegyűjtjük, tudatosan bemagoltatjuk és alkalmazzuk a gyerekekkel, akkor nem sokat érünk el a fejlesztés terén, sőt időnként a megoldás lelassítását és a teljesítmény csökkenését érzük el vele.

A *procedurális metakogníció* fejlesztése terén ugyanakkor a tantárgyi tartalomhoz kötött *explicit stratégiafejlesztésnek* tulajdonítanak nagyobb jelentőséget. Ez különösen azokban az esetekben igaz, amikor az alacsony teljesítmény oka éppen a feladat- vagy problémamegoldás stratégiájának hiánya. Ha például egy tanulóval nem tanítjuk meg explicit módon, hogyan kell kísérletezni, a kísérletezésnek mi a logikai menete, valószínű, hogy munkáját káosz fogja uralni, ami gyakran hamis megoldásokhoz vezet. A procedurális metakogníció explicit fejlesztését jelenti a problémamegoldás tanításával foglalkozó fejezetünkben említett megoldási folyamat egyes elemeinek tudatos tanítása munkalapok segítségével vagy annak megtanítása, hogy az adott természettudományos problémának hányféle megoldása van és azok milyen módon történnek, miben különböznek egymástól. A problémamegoldás

folyamatának tudatosságát jól fejleszthetjük oly módon is, hogy időnként értékeljük a tanulókkal, mit csinálnak a megoldás folyamata közben, hogy oldják meg a problémát. Ehhez jól alkalmazható a Cooper és Urena (2009) által kidolgozott, problémamegoldás tudatosságára vonatkozó teszt, amely arra kérdez rá, hogy az adott tevékenységet milyen gyakran alkalmazza a tanuló a megoldás során (3.1. táblázat) .

3.1. táblázat *A problémamegoldás tudatosságára vonatkozó mérőeszköz (Cooper és Urena, 2009)*

	<i>Állítás</i>
1.	Pontosan elolvasom a probléma megfogalmazását, hogy azt teljesen megértsem.
2.	Meghatározom a megoldás célját.
3.	Amikor megértettem a problémát, próbálok további ismereteket szerezni, tanulni a probléma sikeresebb megoldása érdekében.
4.	Az így szerzett ismereteket próbálok úgy válogatni, hogy csak azokat használjam fel, ami a megoldáshoz szükséges.
5.	Amikor megkapom az első eredményt, megnézem, hogy az megfelel-e az általam elvárt és feltételezett eredménynek.
6.	A probléma megoldása során próbálok felhasználni a hasonló problémák megoldásának tapasztalatait és megoldásait.
7.	Próbálok meghatározni az eredmények értékelésének módját és formáit.
8.	Ha egy probléma megoldása számolást is igényel, azt a számolás minden pontján újra ellenőrzöm.
9.	A megoldás elfogadása előtt ismételten átgondolom a problémamegoldás célját.
10..	A megoldás közben elgondolkodom azon, hogy a meglévőkhöz kívül milyen egyéb ismeret lehet még szükséges a probléma még pontosabb megfogalmazásához.
11.	Mindent legalább kétszer ellenőrzök: megértettem-e a problémát, számítások, stb.
12.	Táblázatokat, grafikonokat használok a probléma megértése, a megoldás és az eredmények értékelése érdekében.
13.	A megoldás során kreatívnak érzem magam.
14.	Jó érzéssel tölt el, ha rájövök a hibákra és azt ki tudom javítani.
15.	Mindent leírok a megoldás során.

16.	A megoldás előtt összefüggéseket keresek a fogalmak, mennyiségek és az egyes tényezők között.
17.	Meggyőződök arról, hogy a megoldásom válasz a problémára.
18.	Mindig megtervezem előre, hogyan oldjam meg a problémát még akkor is, ha az nem egy kísérlettel oldható meg.
19.	Mindig átgondolom, hogy, amit éppen csinálok szükséges és jó-e a probléma megoldása szempontjából.
20.	Mindig elemzem a megoldás minden egyes lépését.
21.	A problémát részletesen elemezve keresem meg a kiindulópontot.
22.	Kevés időt fordítok olyan problémák megoldására, amihez nincs megfelelő előzetes ismeretem, vagy a megoldásra vonatkozó szabály.
23.	Amikor megoldok egy problémát, nem foglalkozok újabb ismeretek keresésével.
24.	Ha úgy gondolom, hogy meg tudok oldani egy problémát, nem foglalkozom újabb ismeretek szerzésével.
25.	Nem foglalkozom azzal, milyen érzés a válasz megtalálása.
26.	Ha nem tudom pontosan, hogyan kell megoldani a problémát, azonnal próbálom kitalálni a választ.
27.	A probléma megoldását úgy kezdem el, hogy nem olvasok el minden felesleges részletet.
28.	Nem foglalkozom sok időt a megoldással, főleg, ha biztos vagyok benne, hogy nem tudom megcsinálni.
29.	Ha egy megoldáshoz kísérletezni is kell, és azt nem tudom jól végrehajtani, megkérek valakit, hogy segítsen és én megjegyzem, amit csinált.

A 3.1. táblázatban lévő állítások értékelése fontos információt nyújthat tanárnak és diáknak egyaránt arról, hogy a problémamegoldás szintje milyen összefüggésben van a megoldás tudatosságával, melyek azok a megoldással összefüggő tevékenységek, amelyek hiánya oka lehet a problémafeladatok megoldásában nyújtott gyenge teljesítménynek.

A metakognitív tudás és képességek kialakítását már kisiskolás korban érdemes elkezdni. Korábban úgy gondolták, hogy a metakognitív képességek fejlesztése a formális gondolkodás megjelenéséhez kötött. A *neo-piageti elméletek* azonban egyértelműen kimondják, hogy akár egy nyolc éves gyerek is eljuthat az értelmi fejlődés Piaget (1984) által meghatározott legmagasabb szintjére. Így semmi akadálya annak, hogy próbálkozásokat tegyünk már az általános iskola alsó

tagozatában is. A kisiskolás gyerekek ezen képességeit leginkább a hangos gondolkodás módszerével érdemes fejleszteni és mérni is. Életkori sajátosságuk a közvetlen, szorongásmentes környezetben történő felszabadultabb, őszintébb és nyíltabb gondolatkifejezés, amely révén könnyebben juthatunk a gondolkodást kísérő metakognitív információkhoz is. Már ekkor érdemes megtanítani őket a természettudományos problémák megoldási módjainak alapjaira, a problémamegoldás elemi stratégiáira. Ezek a stratégiák később bővülnek, amely egy korán elsajátított, biztos alapokon nyugvó stratégiai tudásra építkezve jobb problémamegoldóvá és gondolkodóvá teheti tanulóinkat.

A metakogníció optimális fejlesztése olyan tanulási környezetet igényel, ahol tanulóinknak lehetősége van gondolataik kifejezésére, véleménynyilvánításra, ahol ismeretszerzési folyamataik céltudatosan és aktívan történnek. Mindez az eddiginél nagyobb tanulói önállóságot, a lehetőségek figyelembevételével több kooperatív munkát, tanulói kísérletezést és konstruktív tanulói tevékenységet igényel a természettudományos tantárgyak tanulásának folyamatában.

A metakogníció fejlesztését jelenthetik azok a módszerek is, amelyek a fogalmi tudásra vonatkozó tévképzeteket tudatosítják a tanulóknban. *A tévképzetek olyan tudományosan nem helytálló nézetek, amelyek legtöbbször a mindennapi tapasztalatokból származnak de lehetnek az oktatás következményei is (pl. sok kis gyermek azt gondolja, hogy a növények nem élőlények, mert „nem mozognak”).* Létük megnehezíti az új tudományos fogalmak elsajátítását és megértését. Ezért tudatos ismeretük és feltárásuk fontos, mind a tanuló mind a tanár számára, mert ezáltal könnyebb megtalálni a tévképzetek azon hibás pontjait, amelyek korrigálásával eljuthatunk a tudományosan helytálló fogalomhoz. A tévképzeteket tehát korrigálni kell, amelynek két fő lépése van:

- 1) A tanulók tévképzeteinek ismerete, feltárása: *egyéni strukturálatlan interjú, fogalmi térkép, szóasszociációs módszer* (egy adott fogalomról milyen más fogalmak jutnak eszébe a tanulónak).
- 2) Megfelelő tanítási stratégia alkalmazása:
 - *Kognitív konfliktus* módszere. Lényege, hogy a tanulót olyan probléma megoldása elé állítjuk, amelynek megoldására a várható tanulói tévképzet nem alkalmas (pl. Ha a tanuló azt állítja, hogy a fruktóz nem adja az ezüst-tükör próbát, végezzük el neki a kísérletet, amelyben pozitív a próba és a tanuló magyarázza meg, miért történt mindez állítása ellenére is).
 - *Kooperatív* (csoportos) *tanulás*, amely során a tanulók nagyobb eséllyel nyílnak meg egymás előtt és magyarázzák el egymásnak a jelenségek okait és fogalmakat, mintha ezt a tanár tenné.

- *Tudománytörténeti vonatkozások tanítása*, melynek során a tanuló szembesül azzal a ténnyel, hogy az ő elgondolásai egy mára már idejét múlt elgondoláshoz hasonlóak (Tóth, 2011).

Könnyebb az új természettudományos fogalmak megtanulása akkor is, ha a tanuló tudatában van annak, milyen *előzetes tudással* rendelkezik az adott fogalommal kapcsolatban. A tévképzetek és előzetes tudás feltárásának módszerei hasonlóak, a tévképzetek az előzetes ismeretek feltárása során derülnek ki.

A metakognitív képességeket igénylő és azokat fejlesztő feladatok megoldása az iskolában ma már szükségszerű és akkor eredményes, ha azokat megfelelően variáljuk. A metakogníció fejlesztése révén elérhetjük, hogy tanulóink kognitív sémái stabilabbakká váljanak, eszköztudásuk fejlődik és gyorsabb, sikeresebb problémamegoldóvá válnak.

Irodalomjegyzék

- Brown, A. (1987): *Metacognition, Motivation and Understanding*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, 65-116.
- Carey, S. (1985): *Conceptual change in childhood*, MA: The MIT Press, Cambridge
- Cooper, M., Urena, S. (2009): Design and Validation of an Instrument to Assess Metacognitive Skillfulness in Chemistry Problem Solving, *Journal of Chemical Education*, 86 (2), 240-245.
- Csikos Csaba (2007): *Metakogníció. A tudásra vonatkozó tudás pedagógiája*, Műszaki Kiadó, Budapest
- Flawell, J. H. (1979): Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry, *American Psychologist*, 34, 906-911.
- Inhelder, B. Piaget, J. (1984): *A gyermek logikájától az ifjú logikájáig*, Akadémiai Kiadó, Budapest
- Kluwe, R. H. (1987): Executive decisions and regulation of problem solving behavior, In: Weinert, F. E. and Kluwe, R. (szerk.): *Metacognition, motivation and understanding*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, New Jersey
- Lin, X. D. (2001): Designing metacognitive activities, *Educational Technology Research and Development*, 49, 23-40.
- Nelson, T. O. (1996): Consciousness and metacognition, *American Psychologist*, 51, 102-116.
- Péntek Imre (2000): Tudatos és implicit metakognitív folyamatok a problémamegoldásban, *Erdélyi Pszichológiai Szemle*, 1. 2. sz. 85-97.
- Pólya György (1957): *A gondolkodás iskolája*, Bibliotheca, Budapest
- Schraw, G. (2001): *Metacognition in Learning and Instruction: Theory, Research and Practice*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 3-16.
- Verschaffel, L., De Corte, E., Lasure, S., Van Vaerenbergh, G., Bogaerts, H és Ratinckx, E. (1999): Design and evaluation of a learning environment for mathematical modeling and problem solving in upper elementary school children, *Mathematical Thinking and Learning*, 1, 195-229.

4. Motiváció a biológiatanításban

Az ezredforduló egyik általános problémája közoktatásunkban tanulóink nem megfelelő motivációja az iskola és a tanulás iránt. Közismert tény tanulóink elfordulása a természettudományos tantárgyaktól is, ami miatt napjaink oktatásának fontos törekvésévé vált ezen tantárgyak méltó helyének visszanyerése és megerősítése a közoktatásban. Ennek a feladatnak csak akkor tudunk megfelelni, ha újragondoljuk, milyen tanítási és tanulási módszereket alkalmazunk a tanulók érdeklődésének felkeltésére és fenntartására a természettudományos órákon, alkalmazott módszereink megfelelnek-e a tanulók életkori sajátosságainak, mennyire épít a tantervi követelményrendszer a tanulók motivációjára a természettudományos tanulási folyamatban, mennyiben tart igényt a társadalom a természettudományos tudásra és eredményekre, mennyire vagyunk mi, természettudományokat tanító tanárok elhivatottak és szakmailag felkészültek arra, hogy a rendelkezésünkre álló anyagi és tárgyi feltételek mellett is lelkesen és élményszerűen tanítsuk ezeket a tantárgyakat tanulóink számára. Ezek mind olyan problémák, amelyek megvitatására ebben a fejezetben csak részben vállalkozhatunk, kitérve a biológiatanítás és tanulás azon motivációs kérdéseire, amelyek végigkísérik a teljes tanítási órát.

A motiváció mint működés

A motiváció (mind etológiai, mind pszichológiai értelemben) olyan belső indítékből fakadó vágy, amely kifelé valamire, valaminek a megismerésére irányul.

A motivációnak mint működésnek négy fázisát különítjük el (Nagy, 2000.): 1) *Motivátor*: érdekértékelésre és érdekeltségi döntésre készítés, külső, vagy belső inger (pl. a természet megismerésére irányuló belső igény, vágy); 2) *Motívum*: érdekértékelés és érdekeltségi döntés, amely lehet szociális, személyes és kognitív motívumok rendszere (pl. a természet megismerésére vonatkozó belső igényből (motivátor) fakadó, érzékelhető, tetten érhető érdeklődés a természeti jelenségek iránt); 3) *Emóció*: érdekeltségi jelzés, a döntést kísérő érzelmi megnyilvánulás (pl. a természeti jelenségek iránt érdeklődő személynek lehetősége van a jelenség tanulmányozására, ami örömmel és megelégedettséggel tölti el); 4) *Aktiváció*:

aktivitásra készítés, a cselekvést közvetlenül megelőző készenléti állapot (pl. az előző három fázis birtokában az adott természettudományos jelenség vizsgálatára kész, a vizsgálatot közvetlenül megelőző állapot).

Az, hogy tanulóink milyen motivációs állapotban vannak, általában a motívum fázisából derül ki, amikor már konkrét érdeklődést mutatnak. Ez azonban nem jelenti azt, hogy az érdeklődés cselekvéssé is válik. A tanár szerepe ebben a motivációs működésben az, hogy olyan körülményeket teremtsen a tanítási órán, ami ingerként hat a tanulóra, beindítja ezt a működést és segít a tanulónak abban, hogy mindez ne rekedjen meg az érdeklődés fázisában, hanem cselekedetté, ismeretszerzéssé váljon. Ez azt jelenti, hogy *a tanár motiváló tevékenysége az egész tanítási órát végigkíséri. Az óra elején fel kell kelteni a tanulók érdeklődését az adott téma iránt (motivátor, motívum). Az érdeklődést (motívum) óra közben is fennt kell tartani, lehetőséget kell adni tanulóinknak az érdeklődésükből adódó megismerési folyamatra (emóció, aktiváció), aminek eredménye az adott természettudományos fogalom illetve jelenség elsajátítása.*

A pedagógia és pszichológia tudományában ma egy integrációs, a motívumok különböző típusait rendszerbe foglaló törekvés terjedt el. Az iskolában folyó oktató-nevelő munka szempontjából az ismeretelsajátítás folyamatában a kognitív motívumok rendszerének dominanciája jellemző, melyet Nagy József (2000) négy fő csoportba sorolt: 1) *Kommunikációs motívumok* (nagyraértékű feltáratlanok); 2) *Gondolkodási motívumok*: egységfelismerő, egyedfelismerő, halmazképző, viszonyító, stb.; 3) *Tudásszerző motívumok*: kíváncsiság, érdeklődés, megoldási késztetés, elvárás, tudásfeltáró motívumok, alkotásvágy, játékszeretet, stb.; 4) *Tanulási motívumok*: elsajátítási motívum, tanulási sikervágy és kudarcfélelem, kötődés, tanulási igényesség, tanulási ambíció, a tanulás gyakorlati értéke, továbbtanulási szándék, önfejlesztési igény, stb.

Ebből a felsorolásból is látható, hogy *a motiváció nem egyenlő a tanulók érdeklődésének egyszerű felkeltésével*, egy annál összetettebb pedagógiai és pszichológiai fogalmat takar. A biológia órán a pedagógus akkor motivál hatékonyan, ha a szaktárgyból adódó lehetőségeken túl figyelembe veszi a tanuló személyiségéből adódó pszichológiai tényezőket is. A biológia tanár feladatai ezzel kapcsolatban jól konkretizálhatók a Kozéki-Entwistle-féle (1986) *iskolai motivációs rendszer* segítségével, amely a tanulási, tudásszerzési és kommunikációs motívumokat három dimenzióba, azon belül tíz skálába osztja:

I. Követő (affektív) dimenzió:

- melegség: a gondoskodás, az érzelmi melegség szükséglete
- identifikáció: elfogadottság szükséglete, főleg a nevelők részéről
- affiliáció: az odatartozás szükséglete, főleg egykorúakhoz

II. Érdeklődő (kognitív) dimenzió:

- independencia: a saját út követésének szükséglete
- kompetencia: a tudásszerzés szükséglete
- érdeklődés: a kellemes közös aktivitás szükséglete

III. Teljesítő (morális) dimenzió:

- lelkiismeret: bizalom, értékelés szükséglete, önérték
- rendszükséglet: az értékek követésének a szükséglete
- felelősség: önintegráció, morális személyiség és magatartás szükséglete.

Dimenzió kívül:

- presszióérzés: annak az érzése, hogy a nevelők megértés nélkül és teljesíthetetlenül sokat követelnek (ez az érzés nem motiváló jellegű).

Az affektív dimenzió *melegség* motívuma az érzelmi kötődés, törődés és empátia igényét jelenti a tanuló iránt. A biológia órán is fontos, hogy tisztában legyünk tanulóink fizikai és szellemi teljesítőképességével, lelki problémáival és ennek tudatában járjunk el, amikor egy-egy konkrét feladatot határozunk meg számukra. Tudnunk kell együtt örülni a gyerekekkel a sikerek kapcsán, míg megértőnek kell lennünk a kudarcok bekövetkeztekor is. Az érzelmi kötődés tanulók részéről történő érzékelése tovább erősíthető, ha megtanítjuk tanulóinkat örülni, illetve szeretni. Ennek egyik szaktárgyunkból adódó lehetősége, hogy kirándulások alkalmával, a természeti jelenségek bemutatásakor, szemléltetéskor hívjuk fel tanulóink figyelmét a természet szépségeire, amiről mi magunk is szeretettel, rajongással beszélünk. Irányítsuk a figyelmet az élőlények biológiai egyensúlyban betöltött szerepére, hasznára és ugyanakkor mutassunk rá az ember természet- és környezetpusztító tevékenységére és annak káros következményeire. Ez lehetővé teszi, hogy az ok-okozati összefüggések feltárása révén fejlesszük a gyermekek empátiás készségét, amely növeli érzékenységüket az érzelmi reakciók adaptációjában és kinyilvánításában is.

Az *identifikáció* a tanulók személyiségének tiszteletben tartását, elfogadását jelenti javító, nevelő szándékkal, amely egyúttal a képességbeli különbségek tolerálását és annak kamatoztatását szabja feladatul a biológia tanár számára is. A tanítási órákon például az egyéni munka (rétegmunka, teljesen egyénre szabott munka) különböző variációit alkalmazhatjuk e cél érdekében.

Az *affiliáció és érdeklődés* motívumok lényege Kozéki és Entwistle (1986) rendszerében a társak véleményének meghatározó szerepe, a kellemes közös aktivitás szükséglete, amelynek kamatoztatási területe a csoportmunka a tanítási órán és azon kívül. Az együtt végzett tevékenység az egyik leghatékonyabb módja a kognitív képességek fejlesztésének, amelyre a biológia tanításában szintén több lehetőség adódik.

A csoport- illetve kooperatív munkának több variációját ismerjük, amelyeket a tanítási órán különböző didaktikai céllal alkalmazhatunk (pl. újsmeret szerzése, gyakorlás, összefoglalás, stb.). A kooperatív tevékenység során a tanulók együttes felelőssége a közös cél elérése, a feladat megoldása, amelyben minden csoporttagnak ki kell venni a részét. A feladat megoldásának sikeréhez jelentősen hozzájárul a tanulók hatékony együttműködése, kommunikációja is, ami a társak véleményének meghallgatását, mérlegelését és elfogadását jelenti. Közben fejlődik a tanulók problémamegoldása, döntési készsége, vitakészsége, divergens gondolkodása, kreativitása, és aktív módon sajátítják el a tananyagot. Egy ilyen légkör kedvezővé teszi a közös munka légkörét és a továbbiakban is motiválja a tanulókat a hasonló munkaszervezési formában történő tanulásra.

Az *independencia*, mint motívum az önfejlesztés igényéből adódóan az önálló ismeretszerzés, illetve aktív órai tevékenység biztosítását igényli a biológia órán is. Ennek egyik példája lehet a fotoszintézist bevezető óra, amelyen a tanulók párokban dolgoznak:

A feladat a fotoszintézishez szükséges anyagok, elsősorban a pigmentek megismerése.

Az órát problémafelvetéssel (motivátor) indítjuk a következő kérdések segítségével:

1. Miért fontosak a zöld növények?
2. Mi okozza a növények zöld színét?
3. Miért frissebb a levegő tavasszal, lombfakadás után?
4. Mi lehetett a növények szerepe a légkör kialakításában?

5. Miért veszélyes az életre az esőerdők kiirtása?

Ezeknek a kérdéseknek a megválaszolására a bevezető órát követő órán kerül majd sor a fényszakasz tanulmányozása után. A tanulók az órán tankönyvet, segédkönyveket, színspektrumot használhatnak és meg is beszélhetik egymás közt a problémáikat. Elsőként el kell végezniük egy, a színanyagok szétválasztására vonatkozó klasszikus, szűrőpapírral végzett egyszerűsített kísérletet (Müllner, 1998). Amíg a színanyagok a szétválnak, beállítják a fotoszintézis során képződő szerves anyag kimutatását célzó kísérletet (levélrészletek lefedése alufóliával), amit a következő órán értékelnek majd a fényszakasz tárgyalásakor. A színanyagok szétválasztására vonatkozó vizsgálathoz a következő kérdéseket és feladatokat kapják:

- Mi az oka a sárga, illetve a narancssárga színű vegyületek megjelenésének?
- Azonosítsd a tankönyv segítségével a különféle színanyagokat!
- A tankönyv adott grafikonjával és a színskála segítségével próbáld megmagyarázni a növények zöld színét!

Végezetül a tankönyv segítségével le kell írniuk a pigmentek fogalmát, azok kémiai természetét, funkcióját a pigmentrendszerek vázlatát. A fény-és sötétszakasz tárgyalása már komolyabb tanári magyarázatot igényel, így azok önálló tanulói munkával történő feldolgozása merészebb feladat.

*A kompetencia, a tudásszerzés vágya is különböző az egyes tanulóknál. Ennek a motívumnak a kezelése és erősítése az egyik legsokrétűbb feladat a tanár számára. A tehetséges tanulók tudásvágya általában erős. A természettudományok terén, így a biológia terén is tehetséges tanulók motivációt éreznek a kutatás, a kísérletezés, a természettudományos szakirodalomban történő búvárkodás és azok értékelése, rendszerezése területén. A tehetséget tanító tanárnak napra készen kell lennie ahhoz, hogy *kutatási témát tudjon ajánlani, tanulói természettudományos problémát tudjon felvetni diákjai számára, kutatást tudjon vezetni, tájékozott legyen a kísérletek és tudományos szakirodalom tekintetében is.**

A természettudományos ismeretek elsajátítása azonban ugyanúgy feladata a *gyengén teljesítő tanulók* számára is, akiknek a tudásvágyát más megközelítésben kell fenntartani. A gyenge teljesítmény szempontjából meg kell különböztetni: 1) az egyébként érdeklődő, de valamilyen más ok miatt gyengén (*hátrányos helyzetű, tanulási zavarral küzdő, stb.*)

teljesítőket, 2) és azokat a tanulókat, akik egyébként képesek lennének biológiából jó teljesítményre, de azt *érdeklődésük hiánya* miatt nem érik el. Az első esetben a megoldás elsődlegesen a háttértényezők kezelése. Másodlagosan meg kell adnunk ezeknek a tanulóknak azokat az esélyeket és lehetőségeket a természettudományok tanulása terén, amelyekhez a gyenge teljesítményt kiváltó tényezők miatt addig nem jutottak hozzá. Ezeknek a gyerekeknek sokszor a természettudományos fogalmak megtanulása, megértése is probléma, amelynek érdekében mindent el kell követni a megértést segítő magyarázatok szemléletessé tétele, értehetősége érdekében. *Magyarázatainkat szemléletessé kell tenni.* Mindent, amit lehet, *a maga valóságában kell bemutatni* (lehetőség szerint a természetben vagy az osztályteremben). Ha erre nincs alkalom, használjuk az *IKT eszközöket*, mutassuk be az élőlényeket környezetükkel együtt, alkalmazzunk 3D-ábrákat és animációkat, videofilmeket, *kísérleteztessük* őket és végeztessünk velük *mikroszkópos megfigyeléseket*. *Adjuk meg a természet felfedezésének örömét, elsődlegesen tapasztalják azt meg és csak az érzékelt, megélt élmény után értelmezzük a jelenségek tudományos magyarázatait.* Hagyjunk a gyerekeknek elegendő időt ezeknek a tevékenységeknek az elvégzésére. A gyengén teljesítőkkal történő foglalkozás egyik nagy különbsége például a tehetséges és érdeklődő tanulókat összegyűjtő fakultációs órákkal szemben, hogy nem kell szigorúan, ütemterv szerint haladva megkövetelni az egymás után előírt kísérletek elvégzését (mert az szükséges az érettségire történő felkészítésben). A gyengén teljesítők esetében az a cél, hogy miután megragadtuk a tanuló figyelmét és elértük, hogy érdeklődéssel forduljon a természettudományos problémák és megismerés iránt, meg is értse és elsajátítsa a természettudományos fogalmakat és összefüggéseket. Ez azonban tanulóként más-más időtartamot vesz igénybe. Mivel az ilyen tanulókkal felzárkóztató órákon külön foglalkozhatunk, megvan a lehetőség a differenciált foglalkozásra is. A tanítási órákon is gondolnunk kell azonban rájuk, ahol szintén arra kell törekedni, hogy *élményszerűen tanítsuk* a biológiát. Az élményszerű tanítás nem csak nekik, de a tehetséges és a biológiából érdeklődésük hiányában gyenge tanulóknak is fontos.

A természettudományok iránt nem érdeklődő tanulók akkor lesznek leginkább érdekelték a biológia, kémia és fizika tanulásában, ha mindig rávilágítunk arra, mi az *adott ismeret gyakorlati jelentősége, mindennapi életben betöltött funkciója*. Például mennyivel közelállóbb egy tizenkettedikes, biológiából gyengén teljesítő és nem érdeklődő tanuló számára úgy tanítani és megoldatni a domináns-recesszív öröklésment törvényszerűségeire vonatkozó feladatokat, ha a feladatban szereplő egyének ők saját maguk, barátjuk vagy barátnőjük. (Pl. Te A vércsoportú vagy, a barátnőd B vércsoportú. Milyen vércsoportú gyermekeitek

születhetnének?). Azaz ebben az esetben *a tanuló mindennapi életéből származó (autentikus) problémával keltettük fel és erősítettük a tanuló tudásvágyát.*

A tanulók *lelkiismereti* motívumának fejlődése szükségessé teszi az állandó *reális értékelést, visszajelzést* a nevelők részéről szóban és írásban, a *dícséretet és elmarasztalást* minden lehetséges esetben csakúgy, mint a következetesség betartását.

Az erkölcsi példamutatás, az értékek szerepének hangsúlyozása, azok reális megítélése az alapja a *rendszerességlet és felelősség* kialakításának. A példamutatás elsődleges tényezője a tanár *kifogástalan szakmai felkészültsége, amely önmagában is motiváló* hatású. Nem szabad azonban, hogy mindez a maximalizmus azon tévútjára vezéreljen bennünket, amely révén nem ismerjük fel tanulóink teljesítőképességét, és ily módon irreális követelményrendszert állítunk fel velük szemben, amely *presszióérzést* válthat ki bennük és végleg elveszi kedvüket a tanulástól.

Kreatív tanulóink *alkotásvágyának*, innovatív képességeinek kibontakoztatása és azok érvényre juttatása szintén fontos feladatunk, amely megfelelő jutalmazással, reális értékeléssel tovább fokozható. Mai világunk számtalan aktualitást hordoz ezen a téren. Miért ne szervezhetnének gyerekeink egy-egy kiállítást védett növényeink és állataink fotóiból, állíthatnának össze minél kisebb anyag és eszközigényű kísérleteket, ötletes modelleket, készíthetnének a tankönyv különböző fejezeteihez számítógépes programokat?

Életkortól függően a *játékszeretet* motívumának kiaknázása is lehetőség a biológia tanításának módszereiben. A játék az ismeretszerzés, gyakorlás és alkalmazás folyamatában egyaránt alkalmazható. Különböző szimulációs- és szerepjátékok léteznek az ökológia, etológia de még a biokémia tanításában is, amelyek a tanulók aktív részvételével biztosítják a tananyag jobb megértését.

További motiváló tényezők a tanulásban a *sikervágy és kudarcfélelem, a pályaorientáció és a tanulás gyakorlati értéke*. Mindennek eleget tehetünk, ha tanulóinkat minél több sikerhez juttatjuk, ha figyelembe vesszük továbbtanulási szándékaikat és keressük a megszerzett ismeretek gyakorlati vonatkozásait, kapcsolatát mindennapi életünkkel, rámutatunk azok egészséges életmódban és a környezet megóvásában betöltött szerepére.

Motiváció szavakban- összegzés

A motiváció fenti rendszerszintű elemzése után röviden felsoroljuk azokat a lehetőségeket, amelyek a biológia tanulás motiválását szolgálják (4.1. táblázat):

4.1. táblázat A motiválás lehetőségei a biológiatanításban

<i>Terület</i>	<i>Motiváló tényezők</i>
Tantervek	Életkorhoz igazított, gyermekbarát, teljesíthető követelmények.
Tankönyvek	Életkornak megfelelő, jól tagolt, kiemeléseket tartalmazó, lényegretörő, színes, ábrákkal és képekkel ellátott, érthető, tanulható, munkáltató elemekkel tarkított.
Tanár	Szakmailag, módszertanilag jól felkészült, pályája iránt elhivatott, lelkes, kreatív, természettudományos kutatószemlélettel rendelkezik, kitartó és következetes, a tanulókkal szemben empátikus, segítőkész.
Iskolai környezet	Természettudomány barát, megfelelő törekvés a természettudományok élményszerű tanulását lehetővé tevő infrastrukturális és szervezeti háttér biztosítására (pályázatok, pl. Öveges laboratóriumi program).
Tanítási módszerek	Kooperatív módszerek, projekt, problémacentrikus tanítás és tanulás, kísérletezés, mikroszkópizálás, boncolás, növényhatározás, erdei iskolai foglalkozások, terepkutatások, kutatómódszer, modellezés.

<p>Audiovizuális és IKT eszközök</p>	<p>Írásvetítő alkalmazása különböző kontúrok (pl. levél, mohanövényke), egyszerű színváltozással járó reakciók, átlátszó felvételek (pl. csontokról készült röntgenfelvételek) bemutatására. Tanár által kontrollált internet használat új ismeretszerzés, gyakorlás, alkalmazás céljából. PowerPoint használata a magyarázatok kiegészítéseként (magyarázó ábrák, képek, animációk, filmrészletek), számítógépes modellezés). E-projekt (pl. BISEL program). Távol elérésű elektronmikroszkópos képek bemutatása (Számítógéppel összekapcsolt, adott intézményben működtetett elektronmikroszkóp. Az iskolában tanított tananyag aktuális momentumának megfelelő elektronmikroszkópos kép a tanár kérésére kivetíthető az osztályteremben internet kapcsolat segítségével. Pl. A mitokondrium tanítása során a tanár interneten jelzi az adott intézménybe az elektronmikroszkóp mellett ülő személynek, hogy a szükséges pillanatban vetítse be a mitokondrium mikroszkópos képét. A tanár azt is kérheti, hogy a képet nagyítsa vagy élesítse. Élő kapcsolat a pedagógus vagy a tanulók és az elektronmikroszkópot kezelő személy között.)</p>
<p>Egyéb</p>	<p>Állandó és reális visszajelzés a tanuló felé végzett munkájáról, sikerélmény biztosítása, szülői támogatottság a természettudományok tanulásában, pályaorientáció, a tanítási órán</p>

	kívüli aktív tevékenységek biztosítása (pl. versenyek, konferenciákon való aktív részvétel, kiállítások szervezése, rendezése, tudományos diákkörben történő részvétel, kutatómunka mentorokkal felsőoktatási intézményekben, stb.)
--	---

Biztos, hogy tovább is lehetne sorolni ezen motívumokat és az ehhez kapcsolódó feladatokat. Ebből a tevékenységsorból azonban egyértelműen kiderül, hogy a motiváció biológia órán is átfogó jellegű, szakmai, pedagógiai és pszichológiai folyamat, amelynek következetes és tudatos betartása hozhat csak áttörést a természettudományok iránti érdeklősben, következésképp a természettudományos tudás szintjének növekedésében.

4.2.táblázat

A tanulási motiváció egyes motívumainak sorrendje a Kozéki-Entwistle teszt (1986) alapján.

(Revákné, 2001; Dávid, 1999.)

helyezés	15 évesek, 1998.	(1997-1998)	
		12 évesek	14 évesek
1.	Melegség	Melegség	Melegség
2.	Lekiismeret	Lelkiismeret	Affiliáció
3.	Affiliáció	Felelősség	Felelősség
4.	Felelősség	Rendszükséglet	Lelkiismeret
5.	Rendszükséglet	Affiliáció	Independencia
6.	Independencia	Identifikáció	Rendszükséglet
7.	Kompetencia	Kompetencia	Kompetencia
8.	Érdeklődés	Érdeklődés	Érdeklődés

9.	Identifikáció	Independencia	Identifikáció
10.	Presszióérzés	Presszióérzés	Presszióérzés

Irodalom

2. Kozéki Béla és Entwistle, N. J. (1986): Tanulási motivációk és orientációk vizsgálata magyar és skót iskoláskorúak körében. *Pszichológia*, 86. 6.sz. 271-292.
3. Müllner Erzsébet (1998): Biológiai gyakorlatok középiskolásoknak 9-12. osztály. Mozaik Kiadó, Szeged.
4. Nagy József (2000): XXI. század és nevelés. Osiris Kiadó, Budapest.