

Tanulmányok a levelező és részismereti tanárképzés tantárgy- pedagógiai tartalmi megújításáért – természettudományok



DEBRECENI EGYETEM
TANÁRKÉPZÉSI KÖZPONT

**Tanulmányok a levelező és részismereti
tanárképzés tantárgy-pedagógiai tartalmi
megújításáért – természettudományok**

BALLA ÉVA, BUJDOSÓ GYÖNGYI,
CSERNOCH MÁRIA, DOBRÓNÉ TÓTH MÁRTA,
EGRI SÁNDOR, HERENDINÉ KÓNYA ESZTER,
MÁNDY TIHAMÉR, PAULOVITS GYÖRGY,
REVÁKNÉ MARKÓCZI IBOLYA, SARKA LAJOS,
TEPERICS KÁROLY, TÓTH ZOLTÁN, VARGA KLÁRA



Debreceni Egyetemi Kiadó
Debrecen University Press
2015

Szaktárnet-könyvek 6.

Sorozatszerkesztő:

Maticsák Sándor

Készült

a SZAKTÁRNET (TÁMOP-4.1.2.B.2-13/1-2013-0009)
pályázat keretében

Lektorálta:

Komenczi Bertalan

Technikai szerkesztő:

Buzgó Anita

Borítóterv:

Nagy Tünde

ISBN 978 963 473 842 8

© A szerzők

© Debreceni Egyetemi Kiadó – Debrecen University Press,
beleértve az egyetemi hálózaton belüli elektronikus terjesztés jogát is.

Kiadta a Debreceni Egyetemi Kiadó, az 1795-ben alapított
Magyar Könyvkiadók és Könyvterjesztők Egyesülésének tagja.
www.dupress.hu

Felelős kiadó: Karácsony Gyöngyi
Készült a Kapitális Nyomdában, 2015-ben.

Tartalom

1. A biológianár levelező képzés tantárgy-pedagógiai tartalmi megújítása a Debreceni Egyetemen – A természettudományos problémamegoldás fejlesztésének intermetodikája.....	5
<i>Revákné Markóczi Ibolya</i>	
2. Tehetséggondozás lehetőségei a biológia oktatásban	43
<i>Dobróné Tóth Márta</i>	
3. A fizika tantárgy 2084-ben.....	67
<i>Egri Sándor – Mándy Tihamér – Varga Klára</i>	
4. A levelező földrajz tanárképzés tartalmi, módszertani megújításának kérdései.....	105
<i>Teperics Károly</i>	
5. A levelező tagozatos kémiatanár-képzés szakmódszertani részének korszerűsítése a Debreceni Egyetemen	139
<i>Tóth Zoltán</i>	
6. A levelező tagozatos kémiatanár-képzés szakmódszertani részének korszerűsítése a Nyíregyházi Főiskolán	205
<i>Sarka Lajos</i>	
7. A kombinatorika, valószínűség és statisztika témakörök tanításának szakmódszertana.....	231
<i>Balla Éva – Herendiné Kónya Eszter – Paulovits György</i>	
8. A számítógépes szövegkezelés mesterséges nyelve: Hibakezelés, hibaellenőrzés	267
<i>Csernoch Mária – Bujdosó Gyöngyi</i>	

1. FEJEZET

A biológiateanár levelező képzés tantárgy-pedagógiai tartalmi megújítása a Debreceni Egyetemen – A természettudományos problémamegoldás fejlesztésének intermetodikája

REVÁKNÉ MARKÓCZI Ibolya

A biológiateanárok szakmódszertani képzésének tartalmát és módszereit csakúgy, mint a többi diszciplína esetében is, az adott kor társadalmilag meghatározott oktatási rendszerének hatályban lévő köz- és felsőoktatási törvényei, tantervei valamint a kimeneti szabályozók (pl. érettségi követelményrendszer) elvárásai határozták meg. Ezek a szabályozók írták és írják le ma is a különböző életkorok oktatásának és nevelésének céljait, a fejlesztendő kompetenciákat, oktatási tartalmakat és azokat a módszereket, amelyek segítségével mindezek megvalósíthatók. A tantárgypedagógia ugyanakkor nyomon követi és alkalmazkodik a korszerű pedagógiai és pszichológiai irányzatok princípiumaihoz, transzferálja azokat az adott tantárgy tanításának módszertanára. Az oktatás szabályozói valamint a szaktudományok, a pedagógia és pszichológia módszertani vetületei így együttesen határozzák meg az adott tantárgy szakmódszertanának aktuális feladatait és tartalmait.

A Debreceni Egyetemen folyó biológia levelező MSc tanárképzés főbb tematikai egységei 2015-ben a következők:

Elmélet	Gyakorlat
A biológiatanítás története. Tanulónk biológia tudásának és gondolkodásának értéke a nemzetközi felmérések tükrében.	
A biológiatanítás tervezése.	Tanmenet, óraterv és óravázlat készítése.
A biológiatanítás szervezeti keretei. Iskolán belül és kívüli lehetőségek. Erdei iskola	Erdei iskolai biológia programjának összeállítása
A biológiatanítás szervezési módjai és munkaformái. A párban folyó tanulás és a csoportmunka lehetőségei és módjai a biológia tanításában.	Csoportmunkát feldolgozó óraterv készítése.
A biológiatanítás stratégiai és módszerei. Az előadás, magyarázat, elbeszélés, megbeszélés, vita, projekt, szimuláció, szerepjáték és játék módszere és alkalmazásának lehetőségei a biológiaórákon. A csoportos módszerek. Megfigyelés, kísérlet és kutató módszer a biológiatanításban.	Biológiai tartalmú kooperatív és csoportmódszerek leírása és bemutatása. Biológiai témát feldolgozó projekttervek készítése, bemutatása. Terepgyakorlat feladatterv összeállítása. Mikrotanítások a biológia tantárgy különböző témáiból megadott módszerek segítségével. A bemutatott anyagok megbeszélése, értékelése.
Pedagógiai és pszichológiai irányzatok módszertani vetülete, alkalmazása a biológiatanításban.	
A problémamegoldó gondolkodás és szerepe a biológiatanításban.	
Motiváció a biológiatanításban	
A feladatmegoldás elmélete és gyakorlata, feladattípusok a biológiaórán. Biológia tankönyvek és segédletek. A táblavázlat és rajzolás szerepe a biológiaórán.	Táblavázlat készítése egy tetszőleges (biológia tantárgyi) témában. A hallgatók által elkészített tábla vázlatok bemutatása, megbeszélése.

	Egy tetszőlegesen kiválasztott közép- vagy általános iskolai tankönyvcsalád szakmai, didaktikai és formai szempontból történő elemzése, és bemutatása: plénum.
Modellek. Mikroszkópos vizsgálatok és preparálás. A boncolás módszertana. A növény és állathatározás tanítása.	Egy középiskolai mikroszkópos gyakorlat megtervezése, plénum előtti bemutatása, értékelése.
A multimédia és audiovizuális eszközök, internet és számítógép szerepe a biológiatanításban.	Az írásvetítő biológia órán történő felhasználási lehetőségeinek megvitatása és bemutatása. Ötlebörze.
Ellenőrzés, értékelés a biológiaórán.	Szimuláció az ellenőrzés és értékelés helyes formáinak bemutatására.
A fejlődéstörténeti növény és állatrendszertan tanítása, módszertani kérdései.	Az adott témakör adaptív tanítási és tanulási módszereinek megbeszélése. A témakör szakmai csomópontjainak, koncepcióinak rendszerezése, diskurzusa. A tankönyvek vonatkozó fejezeteinek kritikus értékelése.
Biokémia és sejtbiológia tanítása, módszertani kérdései.	
Az önfenntartó működések tanítása és módszertani kérdései.	
Egészséges életmódra nevelés a biológiaórán.	
A szaporodás tanítása és módszertani kérdései.	
A neuroendokrin rendszer tanítása és módszertani kérdései.	
A genetika tanítása és módszertani kérdései.	
Az ökológia tanítása és módszertani kérdései.	

1. táblázat

A Debreceni Egyetem biológia tanár MSc levelező képzésben a Biológia tanítása I–II–III. tantárgyak témaköreinek 2015-ben érvényes összefoglaló táblázata

Az 1. táblázatban lévő tartalmi elemek követik a biológia tanításának és a tanítási óráknak a folyamatát a tervezéstől, a motiváción keresztül az új ismeretek feldolgozásán és alkalmazásán át az ismeretek és tudás ellenőrzéséig illetve értékeléséig. A gyakorlati feladatok a tematikában lévő elméletre épülnek, azok feldolgozása interaktív módszerekkel történik. Nagy hangsúlyt fektetünk az egymás előtti demonstrációkra, diskurzusokra is, amely során a képzésben résztvevő levelező hallgatók (többségük már gyakorlott általános iskolai vagy középiskolai tanár) módszertani tapasztalatokat cserélnek és adnak át egymásnak, kritikusan értékelik saját és hallgatótársaik (kollégáik) módszertani kultúráját. Ez jelentősen hozzájárul szakmai és módszertani tudásuk és kompetenciáik fejlődéséhez, ami a levelező tanárok tantárgy-pedagógiai képzésében is az egyik legfontosabb célkitűzés.

Kérdés azonban, hogy a most (2015) érvényben lévő biológia tanár levelező MSc tantárgy-pedagógiai tematika a Debreceni Egyetemen mennyire korszerű, mennyiben felel meg a NAT (2012) elvárásainak valamint a legújabb pedagógiai és pszichológiai irányzatoknak?

A NAT (2012) a természettudományos nevelés feladatát a következőkben határozza meg:

„Az egyén, a közösségek és a természet harmóniájának elősegítése a nevelés-oktatás rendszerének kiemelt feladata. A kísérletezés, a megfigyelés, a természettudományos gondolkodás differenciált fejlesztése és alkalmazása, a műszaki ismeretek hétköznapi életben is használható elemeinek gyakorlati elsajátítása a NAT kiemelten fontos tartalma. Cél, hogy a természettudomány ismeretei és módszerei úgy épüljenek be a diákok gondolkodásába és tevékenység-repertoárjába, hogy elhívhatók legyenek a mindennapi problémák értelmezése és megoldása során. Az átlagosnál elmélyültebb természettudományos érdeklődés felkeltését és a tehetséggondozást a kerettantervekben megjelenő emelt óraszámú tantárgyi programok biztosítják”. (A Kormány 110/2012. (VI. 4.) Korm. rendelete a Nemzeti alaptanterv kiadásáról, bevezetéséről és alkalmazásáról, Magyar Közlöny, 2012. évi 66. szám, 10648.)

Ennek a feladatnak az üzenete az a szakmódszertanok számára, hogy az eddigieknél nagyobb hangsúlyt fektessenek a természettudományos megismerési módszerek valamint az ezek kognitív alapját jelentő problémamegoldó gondolkodás fejlesztését célzó azon módszerek tanítására a tanárképzésben, amely révén leendő tanítványaik a mindennapi életben is jól kamatoztatható képességre tesznek majd szert.

A NAT (2012) az „Ember és természet” műveltségterület alapelveinek és céljainak megfogalmazása során ezt a gondolatot a következőkben folytatja:

„A természettudományok tanításakor a tanulási környezetet úgy kell tehát tervezni, hogy az támogassa a különböző aktív tanulási formákat, technikákat, a tanulócsoporthoz összetétele, mérete, a rendelkezésre álló feltételek függvényében. Az aktív tanulás konkrét módszerei (például a problémaalapú tanulás vagy a kooperatív munka) alkalmazását a fejlesztési, az elsajátítandó tartalom a tanulócsoporthoz igényei szerint célszerű megválasztani. A természettudományos műveltség fejleszti a kommunikációt, az egyszerűsítést, a strukturálást, az osztályozást, a fogalommeghatározást, a rendszerszermegfigyelést, a kísérletezést, a mérést, az adatgyűjtést és -feldolgozást, a következtetést, az előrejelzést, a bizonyítást, a cáfolást a készségrendszerét”. (A Kormány 110/2012. (VI. 4.) Korm. rendelete a Nemzeti alaptanterv kiadásáról, bevezetéséről és alkalmazásáról, Magyar Közlöny, 2012. évi 66. szám, 10726.)

Ezek szerint a tantárgy-pedagógiai képzés során is törekedni kell arra, hogy a leendő tanárok képesek legyenek megítélni, hogy az adott tartalomhoz és fejlesztési feladathoz milyen tanítási módszerek a legadekvátabbak. Így tudniuk kell, mikor alkalmazhatók hatékonyan a kooperatív tanulási technikák és a probléma-alapú tanulás úgy, hogy a tanulók minél több önálló munkát végezzenek a természettudományos tanítási órákon. Az idézetben megjelenő természettudományos tevékenységek nagy része is a problémamegoldás részét képezik, ami ismételten elővezeti a természettudományos problémamegoldás tanításának kiemelt szerepét és az annak tanítására történő felkészítést a tanárképzésben.

Ezt támasztják alá a NAT (2012) alapján készült „Biológia-Egészségtan” „A” és „B” kerettantervek is, amelyek a korábbiaktól eltérően egyértelműen problémacentrikussá tették a természettudományok, így a biológia tanítását is. Lényeges tehát, hogy ennek szellemében újra áttekintsük a Biológia tanítása tantárgyak tematikáját, és megvizsgáljuk, melyik módszer hogyan aktualizálható a problémamegoldás tanítása érdekében (51/2012. (XII. 21.) EMMI rendelet a kerettantervek kiadásának és jóváhagyásának rendjéről).

Nem általában a problémamegoldás tanításáról beszélünk tehát (bár ez is külön téma a tematikában), hanem azt vizsgáljuk meg, melyik módszer és hogyan alkalmas a problémamegoldás fejlesztésére.

1. A problémamegoldás

1.1. 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. Az *első*, a további fogalmaknak keretet adó definíció Duncker (1945) problémamegoldás definíciója volt, amely szerint *problémamegoldásról akkor beszélünk, ha a megoldó ismeri a megoldás célját, de nem tudja, hogyan érje azt el.*

Az ezt követő 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).

Széles körben elfogadott meghatározás Reeff (1999, 48. o.) definíciója, amelyből egyértelműen kitűnik a problémamegoldásban szerepet játszó gondolkodási és procedurális tényezők együttes szerepe a megoldás folyamatában:

„A problémamegoldás egy adott szituációban végbemenő célorientált gondolkodási és cselekvési folyamat, amelyben a megoldás rutinszerű megoldásokkal nem érhető el. A megoldás célja többé-kevésbé jól definiált, aminek az elérésére a megoldó nem biztos, hogy azonnal képes. A probléma abból adódik, hogy a célok és az azok eléréséhez szükséges operációk nem mindig felelnek meg egymásnak. A probléma szituáció megértése és lépésről lépésre történő transzformációja a tervezés és az érvelés során történik meg, ami a problémamegoldás folyamatát jelenti”

A PISA felmérések a problémamegoldás értékelése során a Dossey és munkatársai (2000) által megalkotott komplex definícióból indultak ki, amely abban különbözik Reeff (1999) problémamegoldás elméletétől, hogy a megoldás eléréséhez nemcsak kognitív, hanem affektív tényezők is szükségesek. Dossey és munkatársa (2000) a problémamegoldást olyan kompetenciának tekintik, amelyben a cél elérése a kognitív és motivációs folyamatok kombinációjának tekinthető. Ebben az értelemben a problémamegoldás egy olyan folyamat, amely a problémamegoldó kognitív és affektív képességein keresztül valósul meg.

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 dinamikus változó és intranszparens akadályok összessége (Molnár, 2006). 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* is egy komplex folyamat, amelynek során a cél elérése több, a megoldás során újonnan felmerülő probléma megoldásából áll.

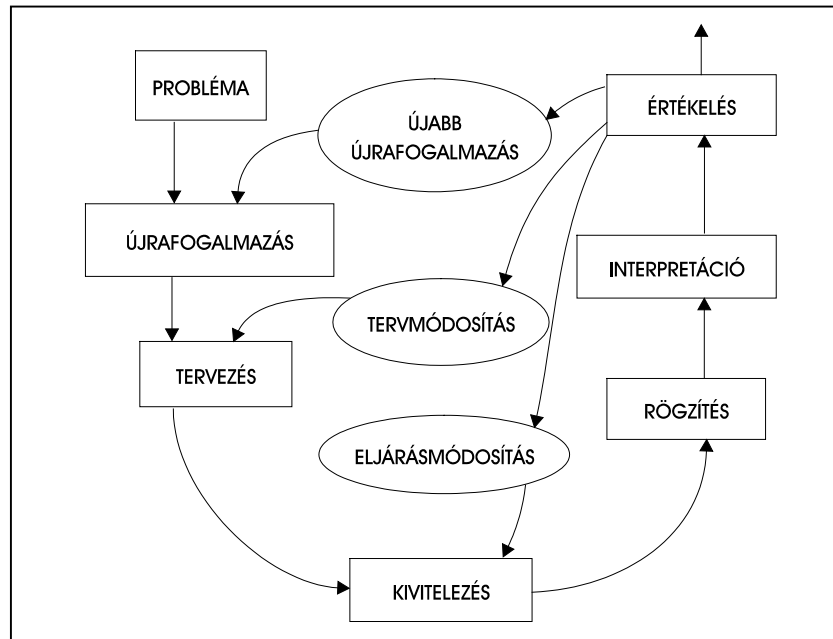
A természettudományos oktatásban alkalmazott problémamegoldást a statikus problémák megoldásával kell kezdeni, amely tanítása során figyelembe kell venni a tanulók kognitív, affektív és szociális képességeit és ismereteit is.

1.2. A problémamegoldás folyamata

A problémamegoldás folyamata 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.

A legtöbb modell lineáris, mely egymást követő szakaszok sorából áll, figyelmen kívül hagyva a problémamegoldás folyamatának ciklikus jellegét. A problémamegoldás folyamatára vonatkozó lineáris modellek sorában mérföldkőnek tekinthető Pólya György (1957) modellje (*probléma megértése és reprezentációja, hipotézisalkotás, tervezés, kivitelezés, értékelés, ellenőrzés*), amely még ma is gyakori idézettséggel rendelkezik a problémamegoldással foglalkozó tanulmányokban. Későbbi tanulmányokban Pólya György a problémamegoldást már nem egy egyszeri, egyirányú folyamatként képzelte el. Modelljében az utolsó lépés, a *megoldás vizs-*

gálata (a megoldás ellenőrzése, új, lehetséges megoldási alternatívák keresése, a probléma esetleges újrafogalmazása) a folyamat előző lépéseihez történő visszacsatolást is magában foglalja. Elméletével áttörést hozott a problémamegoldás folyamatának klasszikus értelmezésében. A ciklikus modellek sorában mintáértékű az 1. ábrán az *Assessment of Performance Unit* (1984) által megalkotott elágazásos modell, amelynek lényege, hogy az értékelés szakaszából visszatérhetünk a korábbi fázisokhoz mindaddig, amíg a megoldás nem lesz sikeres.



1. ábra

Assessment of Performance Unit problémamegoldó
tevékenységre vonatkozó modellje

A megoldás folyamatának leírásában egy újabb jelentős állomás volt Newell és Simon (1972) *információfeldolgozó modellje* (Bemenet: a probléma elolvasása és kódolása munkamemóriában; Belső reprezentáció: algoritmusok és heurisztikus módszerek keresése a hosszú távú memóriában; Végrehajtás és figyelés; A kiválasztott algoritmus és heurisztikus módszer végrehajtása; A probléma állapota és a végcél összehasonlítása, ellenőrzés; Újrafogalmazás: a probléma állapota és a végcél ellentmondása esetén a probléma újrafogalmazása (a folyamat újra futtatása), amely

Általános Problémamegoldó Modell néven vált ismertté Ez a modell a problémamegoldást a megoldáshoz vezető heurisztikus módszerek és szabályok alkalmazásaként írja le, amelyben lényeges szerepet tulajdonítanak a munkamemória kódolási folyamatainak. Elméletük lendületet adott azoknak a kutatásoknak, amelyek a munkamemória és a problémamegoldás kölcsönhatásait valamint a problémamegoldás mentális hátterét vizsgálták.

A legújabb kutatásokban már a problémamegoldás tanulásával és megértésével összefüggő sajátos stratégiák jelennek meg:

1. A *logikus problémamegoldási stratégiát* elsősorban a természettudományok tanulásában alkalmazzák. Ennek a stratégiának a lépései hasonlóak a Pólya-féle (1957) modellhez (koncentrálás a problémára, a probléma természettudományos eszközökkel történő leírása, tervezés és végrehajtás, értékelés és válasz), amelyeket természettudományos tartalmak és módszerekkel segítségével sajátítanak el a tanulók (Heller és Heller, 1995).
2. A *számítógéppel segített problémamegoldás* stratégia egyszerű sémával rendelkezik: felkészülés – munka – ellenőrzés. Ezt a stratégiát leírói, Bolton és Ross (1997) olyan egyetemi hallgatók körében alkalmazták, akiknek a távolság miatt nem kellett bejárnia konzultációkra, így a tananyag tanulása és az arra történő reflexiók is a számítógép segítségével történtek.
3. Egyre több publikáció jelenik meg a *kreatív problémamegoldás* témakörében is (Johnstone és Otis, 2006; Abu Jao és Nwafli, 2007; Walsh és mtsai, 2007; Cooper és mtsai, 2008; Bennett, 2008;). Ez a stratégiai modell lépéseit tekintve hasonló a már itt leírt kognitív modellekhez, azonban a megoldás folyamatának minden részletében a kreatív gondolkodás elsődlegességét hangsúlyozza.

A megoldási stratégiák és folyamatok vizsgálata a problémamegoldás kutatásának egyik legrégebb és legvitatottabb területe. Ezt bizonyítják a folyamat leírására szolgáló modellek, amelyek között ugyan sok a hasonlóság, de az eltérés is. Ezek a különbségek legtöbbször abból adódnak, hogy még mindig nincs olyan kiforrott módszer, amelynek segítségével a megoldó gondolkodási folyamata pontosan nyomon követhető, és választai egyértelműen értékelhetők. A vizsgálati módszerek hiányosságaiból adódó bizonytalanságok leküzdésére kitörési pontot jelenthet a számítógépek segítségével történő problémamegoldás és azok vizsgálata, továbbá a problémamegoldás agyi folyamatainak feltérképezése.

1.3. A problémamegoldás mikrostruktúrája

A problémamegoldási folyamat *mikrostruktúráján* azokat a *gondolkodási műveleteket* értjük, amelyeket 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), amelynek során a be nem vált megoldási kísérletek iktatódnak ki. A szintézis útján végbemenő analízis a gondolkodási folyamat fő vonalát adja.

A *szintézis* az analízis ellentétes művelete, tehát az a gondolkodási művelet, mely az önálló részeket egységes egészzé kapcsolja össze. Az analízis és szintézis a legalapvetőbb gondolkodási műveletek, melyekre 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.

Az *elvonatkoztatás* során valamely egész olyan tulajdonságait emeljük 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.

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

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

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 összefügg-

gések például: kisebb, nagyobb, egyenlő; egész és rész; ok-okozat; cél és eszköz; stb. Ez a műveletrendszer az analízis, szintézis és az elvonás eredője.

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.

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

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

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

Az *analógia* talán az egyik legösszetettebb gondolkodási művelet, melynek 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, mely az itt felsorolt valamennyi gondolkodási művelet vagy műveletrendszer eredőjeként jön létre.

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

Érdemes még megemlíteni azon kognitív szintekről, melyek 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.

1.4. A természettudományos problémamegoldás

A problémamegoldó gondolkodás a természettudományos kutatás kognitív háttere, amelyet Murphy és McCormick (1993) a tudományos kutatás modelljeként értelmez.

A természettudósok birtokában vannak azoknak a módszereknek és eljárásoknak, amellyel a természetet vallatják és kutatásaikat végzik. Ezeknek a módszereknek és eljárásoknak az alkalmazásszintű ismeretére a vonatkozó tanulmányok a *természettudományos információk feldolgozására vonatkozó képesség (science process skills, SPS)* fogalmát vezették be (Wetzel, 2008; Ergül és mtsai, 2011; Walters és Soyibo, 2001; Aktamis és Ergin, 2007).

Az SPS két alapvető, egymásra épülő kategóriát tartalmaz: 1) A *természettudományos információk alapszintű feldolgozására vonatkozó képesség (basic process skills, BSPS)* a 10-12 éves gyermekek életkorának megfelelő szintet jelenti. 2) Erre épül az *természettudományos információk integrált feldolgozására vonatkozó képesség szintje (integrated science process skills, ISPS)* amely már a későbbi korosztályok jellemzője. (2. táblázat).

	<i>Módszerek és eljárások</i>	<i>Életkor</i>
BSPS	Megfigyelés	8–12 éves korig
	A megoldásra vonatkozó jósolat	
	Osztályozás és összehasonlítás, modellezés	
	Mérés	
	Adatok rögzítése és interpretációja	
	Az adatok táblázatokba és grafikonokba rendezése	
	Következtetés	

ISPS	Definiálás	12 éves kortól
	Hipotézis alkotása	
	Kísérletezés	
	A változók azonosítása és ellenőrzése	

2. táblázat

*Az SPS kategóriák módszerei és eljárásai az egyes életkorokban
(Ergül és mtsai, 2011)*

A természettudományos problémamegoldás folyamata a következő elemeket tartalmazza:

- *Kérdések feltevése*, amely megfigyeléseken, előzetes ismereteken és tapasztalatokon alapul;
- *Hipotézisek alkotása*, amely irányt mutat a további vizsgálatoknak;
- *Tervezés* a hipotézisek igazolására szolgáló vizsgálatok kivitelezésére;
- *A vizsgálat végrehajtása, adatok gyűjtése és pontos rögzítése*;
- *Értékelés*, az adatok alapján következtetések levonása;
- Újabb próbálkozások a megoldás sikertelensége esetén.

SPS módszerei és eljárásai	Természettudományos problémamegoldás folyamata	Pólya György (1957) kognitív modellje
Megfigyelés	<i>Kérdések feltevése, amely megfigyeléseken, előzetes ismereteken és tapasztalatokon alapul.</i>	A probléma felismerése, megértése és megfogalmazása.
A megoldásra vonatkozó jóslat, hipotézisalkotás.	<i>Hipotézisek alkotása, amely irányt mutat a további vizsgálatoknak.</i>	
Osztályozás és összehasonlítás, modellezés.	<i>Tervezés a hipotézisek igazolására szolgáló vizsgálatok kivitelezésére.</i>	Tervkészítés

Kísérletezés, mérés.	A vizsgálat végrehajtása, adatok gyűjtése és pontos rögzítése.	Terv végrehajtása
Adatok rögzítése és interpretációja, a változók azonosítása és ellenőrzése.		
Az adatok táblázatokba és grafikonokba rendezése.		
Következtetés, definiálás.	Értékelés, az adatok alapján következtetések levonása.	Megoldás vizsgálata
	Újabb próbálkozások a megoldás sikertelensége esetén.	

3. táblázat

Az SPS és a természettudományos problémamegoldás folyamatának összehasonlítása a Pólya-féle kognitív modellel

A 3. táblázatban összevetettük az SPS módszereit és eljárásait a természettudományos problémamegoldás folyamatának egyes lépéseivel. Az SPS egyes elemeit nem kategóriánként hanem a természettudományos problémamegoldás fázisainak megfelelő csoportosításban tüntettük fel.

Az SPS és a természettudományos problémamegoldás folyamatának elemei teljes átfedést mutatnak, ami alátámasztja azt a tényt, hogy a természettudományos kutatás és problémamegoldás logikai struktúrája hasonló. Az átfedések a Pólya-féle (1957) kognitív modellel is szembeűnőnek, ugyanakkor egyértelműen kirajzolódik a természettudományos problémamegoldás sajátos jellege más (például matematikai) problémamegoldással szemben:

1. A természettudományos problémák megoldása során a hipotézisek igazolása legtöbbször megfigyelések és kísérletek útján történik.
2. A kísérletek során adatokat gyűjtünk, táblázatokba, grafikonokba rendezünk és értelmezzük.
3. Az igazolt hipotézisek alapján elméleteket hozunk létre, amelyeket struktúra, folyamat vagy elméleti modellek formájában prezentálunk.

A problémamegoldásra vonatkozó kognitív modellek (Pólya, 1957; Gick és Holyoak, 1980) valamint a természettudományos problémamegoldás folyamatának kisiskolásokra vonatkozó BPS és SPS kategóriák alapján a természettudományos problémamegoldó folyamat alapstruktúrája kisiskolás kortól kezdődően: 1) *A megoldás céljának meghatározása*; 2) *A probléma megfogalmazása*; 3) *A megoldásra vonatkozó jóslat, hipotézis*; 4) *Tervezés és végrehajtás*; 5) *Ellenőrzés, értékelés*. Ez egy lineáris folyamat, ami sikertelen megoldás esetén később (gyakorlottabb problémamegoldó esetében) kiegészül a megoldási folyamat korábbi elemeihez történő visszacsatolással.

1.5. A természettudományos problémamegoldás fejlesztése

A 2000 óta folyó PISA mérések eredményei azt igazolták, hogy a magyar tanulók természettudományos problémamegoldásának szintje nem kielégítő, az átlag közelében vagy az alatt van (B. Németh, Korom és Nagyné, 2012). Mivel a természettudományok tanulásának a hatékony problémamegoldás alapfeltétele, ezért a jelenlegi természettudományos oktatás helyzetének javítására irányuló kutatások között a problémamegoldás fejlesztésére irányuló vizsgálatok is központi helyet foglalnak el. A hazai természettudományos oktatás az utóbbi évtizedben nagy hangsúlyt fektet a problémákból kiinduló természettudományos tanulásra. A fejlesztést szolgáló didaktikai eljárások sokfélék, de abban közösek, hogy *implicit* (más néven indirekt folyamat tanítás) módon tanítják a problémamegoldás folyamatát. Ennek során a tanulókkal minél több olyan problémafeladatot oldatnak meg, aminek a megoldásához végig kell járni a Pólya –féle kognitív modell lépéseit. A megoldás során nem követelik 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. A problémamegoldásban nyújtott teljesítményekre vonatkozó hazai vizsgálatok ezeknek az implicit módszereknek a hatékonyságát mérik különböző aspektusból (Molnár, 2006c). Nemzetközi viszonylatban is kevés az a vizsgálat, ami a természettudományos problémamegoldási folyamat sajátosságait és változását egy explicit fejlesztő program eredményeként tanulmányozza. A problémamegoldás *explicit* tanítása és tanulása a megoldás folyamatát tudatosítja a gyermekekben. Ahhoz, hogy az explicit fejlesztést megfelelő módszerekkel és hatékonyan végezzük, kiindulópontként

ismernünk kell a tanulók problémamegoldó folyamatának struktúráját és jellemzőit. Ezek tudatában a problémamegoldás fejlesztése célzottabbá válik, és közelebb juthatunk annak megértéséhez is, hogy a különböző tanulók miért teljesítenek eltérő szinteken a problémák megoldásában, illetve milyen fejlettségi szinthez kell igazítanunk a fejlesztés módszereit.

A explicit fejlesztésére vonatkozó vizsgálatok száma kevés, és az is inkább a matematika tanításában jellemző. Aravena és Caamano (2007) chilei 9-11 éves tanulókkal végzett kísérletükben a problémamegoldó folyamat tanításának japán modelljét alkalmazták.

Japánban a matematikaoktatás a problémamegoldás módszerével történik, amelynek során a feladatok megoldását a Pólya-féle (1957) kognitív modellnek megfelelően strukturálják:

1. *A probléma megértése:* Az instrukciók elolvasása és a problémaszituáció megértése a tanulók egymásközi megbeszélése révén.
2. *A megoldási terv elkészítése:* A tanulók együtt gondolkodnak és dolgoznak a megoldás keresésében. A tanár segíti a tanulók munkáját, irányít és kommentál.
3. *A megoldási terv végrehajtása:* A csoport egy tagja ismerteti a megoldás módját az osztállyal. A tanulók megvitatják az egyes megoldások közötti hasonlóságokat és különbségeket.
4. *Következtetések levonása:* A megoldások értékelése a tanulók által, a megoldások helyességének, előnyeinek és hátrányainak megítélése. Az elfogadott megoldások rögzítése.
5. *Önértékelés:* A tanuló önmagát ítéli meg abban, hogy mit tudott megoldani, miben volt nehézsége és mit értett meg.

Aravena és Carlos (2007) vizsgálatukban az explicit fejlesztésnek ezt a módját alkalmazták, és azt mérték, hogy a fejlesztés eredményeként a feladatok megoldásában milyen szinten jelentek meg a Pólya-féle modell egyes elemei. A vizsgálat során a tanulók a kísérleti tanítás előtt és után két különböző tartalmú matematikai feladatsort írtak, amelyek a feladatok megoldásának strukturálásában azonosak voltak (A probléma megértését, a tervezést, kivitelezést és a megoldás értékelését kérték számon). A vizsgálat tanulságaként a 9-11 éves tanulók számára a fejlesztő tanítás után is a probléma megértése és reprezentációja volt a legnehezebb feladat, míg a legjobb eredményt a megoldási tervek számában érték el.

A természettudományos problémamegoldási folyamat explicit fejlesztéséhez Murphy és munkatársai (1996) olyan problémamegoldó algoritmust dolgoztak ki, amellyel különböző természettudományos témákat dolgoztak fel a tanulók. Az algoritmus minden egyes alkalommal ugyanazon kérdések feltevését jelentette, amelyeket feladatlapok formájában kaptak meg a tanulók: Mit tudok már? (A probléma reprezentációjához szükséges előzetes ismeretek feltárása.); Mi fog történni, ha.....? (Hipotézisalkotás); Mit kell tennem? (Tervezés, végrehajtás.); Mit tapasztaltam? Miért történt ez? (Értékelés). A hatásvizsgálat során arra kérdezték rá, hogy mit jelentenek ezek a kérdések, és hogy miért így tanulták a problémamegoldást. A kérdések jelentését a tanulók ismerték, tudták, hogy azok a problémamegoldás egyes lépéseire utalnak. Arra viszont nem tudtak válaszolni, hogy miért így tanulták a problémamegoldást. Ez ugyanis a kérdések jelentéséhez viszonyítva már egy magasabb absztrakciós szint, ami a vizsgált korosztályban még nem jellemző. A vizsgálat azt is kimutatta, hogy az algoritmus hatására a tanulók a kísérleti tanítás végén szignifikánsan gyorsabban oldották meg a problémát. A megoldás sikerességében is volt javulás, de ez nem volt szignifikáns. Ebből arra következtettek, hogy a megoldási folyamat tudatosságának tanítása növeli a megoldási rutint, ami hosszabb idejű fejlesztés esetén a megoldás sikerességét is jelentősen befolyásolta volna. Murphy és munkatársai (1996) azt is megjegyezték, hogy az egyes feladatok megoldásának időtartama és sikeressége attól is függ, hogy az adott probléma megoldása milyen ismereteket igényel, és azok milyen kontextusban jelennek meg. Ebből azt a következtetést vonták le, hogy a problémamegoldás fejlesztése során az implicit és explicit stratégiák együttes alkalmazása a célravezető.

A Murphy és munkatársai (1996) által kidolgozott algoritmus alkalmas a problémamegoldás folyamatának explicit fejlesztésére. Ez az algoritmus ugyanakkor lefedi a kísérletezés menetét is.

A legtöbb fejlesztő kísérlet az explicit módszerrel manipulál és hangsúlyozza a tanulók önálló, aktív tevékenységének, a kollaboratív és kooperatív munkának, a kutatómódszer alkalmazásának és a kísérletezésnek az elsődlegességét a természettudományos problémamegoldás fejlődésében.

2. Vizsgálat – a természettudományos problémamegoldás és tanítási-tanulási módszerek

Az alábbiakban egy 2014 szeptemberében, a Debreceni Egyetemen végzett vizsgálat néhány eredményét mutatjuk be, amelyet első éves biológia BSc szakos hallgatókkal végeztünk.

A vizsgálat célja a felsőoktatásba belépő egyetemi hallgatók természettudományos problémamegoldásának és az azt befolyásoló tényezőkkel történő összefüggésnek az elemzése volt. A problémamegoldás (a megoldás stratégiai lépéseit analizáltuk) szintjén túl kerestük az abban elért teljesítmény megoldásra vonatkozó metakognitív tudással, a problémamegoldást tanító módszerekkel és a hallgatók szociális háttértényezőivel mutatott kapcsolatot.

Ebben a tanulmányban a módszertani megújítás lehetőségeit keressük, ezért a problémamegoldás szintjére ható tanítási módszerekkel történő kapcsolat néhány összetevőjét elemezzük.

Minta, módszer

A vizsgálatot 2014 szeptemberében végeztük a Debreceni Egyetem 168 első éves biológia BSc szakos hallgatójával. A felmérés a tanév legelején történt, amikor még a hallgatókat az egyetemi oktatás felől nem érte semmilyen behatás. Így a felmérés során a középiskolából hozott tudásukat tudtuk tesztelni.

A problémamegoldási stratégiák mérésére egy 6 feladatból álló feladatsort állítottunk össze, és azt vizsgáltuk, hogy felismerik-e és következőképpen tudják-e alkalmazni a hallgatók a megoldási folyamat egyes lépéseit.

Pl: V. Feladat: Tumor

Tételezzük fel, hogy orvosként találkozol egy olyan beteggel, akinek a tüdejében nem operálható igen nagy méretű, előrehaladott állapotban lévő rossz indulatú daganat van. Amennyiben a tumort nem pusztítjuk el, a beteg meghal. A tumor roncsolásának egyik eszköze a sugárterápia. Abban az esetben, ha a tumort nagy intenzitású sugarakkal bombázzák, a tumor ugyan pusztul, de a környező egészséges szövetek is jelentősen károsodnak. Ha a sugárzás kis intenzitású, akkor az egészséges szövetek megőrzik eredeti állapotukat, viszont a tumor változatlan formában fennmarad. A kemoterápia lehetőségét a betegnél egyéb okok miatt kizárták

1. Mi az orvos problémája?
2. Milyen előzetes információk állnak rendelkezésre a probléma megoldásához? Milyen feltételezéssel élhet a megoldásra vonatkozóan?
3. Hogyan hajtaná végre a kezelést? Mi a megoldás?
4. Adjon magyarázatot a megoldásra!

A problémamegoldást tanító módszerek elemzésére egy 28 kérdésből álló kérdőívet szerkesztettünk, amelyek több alpontból álltak.

Az eredmények értékelésére az SPSS statisztikai kiértékelő programot használtuk.

Eredmények, értékelés

A problémafeladatsorban (amelynek a reliabilitását jelző Cronbach- α értéke: 0,786) a maximálisan elérhető pontszám 66 volt. Ugyanakkor a mért hallgatói átlag 29 pont volt, ami az elérhető pontszám 44 %-a. Ez az érték összhangban van a korábbi nemzetközi felmérések (PISA 2000-2012) tapasztalataival, miszerint a magyar tanulók az OECD országok átlaga körül vagy az alatt teljesítettek a természettudományos problémák megoldásában és a természettudományos ismeretek gyakorlati alkalmazásában.

A továbbiakban arról kérdeztük a hallgatókat, milyen problémamegoldást fejlesztő módszereket alkalmaztak tanáraik a természettudományos órákon (4. táblázat).

Alkalmazott módszer	Előfordulási gyakoriság (%) (a teljes mintára nézve) (N=168)	Összefüggés a problémamegoldásban nyújtott teljesítménnyel (Pearson korreláció)
Végeztek-e természettudományos projekt munkát az iskolában?	31	0,289*
Milyen gyakran kísérletezett Ön a természettudományos órákon?	36	0,166
A tanárai kísérleteztek-e a természettudományos órákon?	48	0,124
Tervezett-e már önállóan kísérletet?	9	0,232*

A tanár(ok) sok gondolkodtató kérdést tettek fel az órákon	76	0,143
A tanítási órákat mindig valamilyen hétköznapi életből vett problémával kezdték, aminek a magyarázatát az óra végén adtuk meg.	39	0,231*
A tanárok engedték, hogy az órákon sokat kérdezzünk.	86	0,154*
Sokszor hangzott el az a kérdés, hogy mi a véleményünk egy adott probléma magyarázatát, megoldását illetően.	69	0,105
A tanítási órákon gyakran végeztünk csoportmunkát.	36	0,079
Gondolkodtató feladatokat gyakran oldottunk meg.	74	0,180*
A tanár mindig rávilágított az összefüggésekre.	83	0,130
A tanítási órákon sokat írtunk a füzetbe, gyakran csak abból készültünk a következő órára.	91	0,017
A tanítási órákon mertünk kérdezni, akkor is, ha éppen rossz megoldást mondtunk.	86	0,016
Az órákon nem volt idő gondolkodni, mert sok volt a tananyag és a tanár beszélt szinte egész órán	19	-184*
A tanár mindig rávilágított, hogy az adott természettudományos ismeretnek mi a jelentősége mindennapjainkban	77	0,070

A tanárok kedvet csináltak ahhoz, hogy egy-egy természettudományos problémán elgondolkodjunk, utánanézzünk	71	0,038
A tanárok csak a tankönyv szövegét tanították	8	-308 **
A tanárok lelkesen és nagy szaktudással tanították a természettudományos tantárgyakat, ami miatt volt kedvünk egy-egy természettudományos problémán elgondolkodni, annak utánanézni	78	0,770

* $p < 0.05$

** $p < 0.01$

4. táblázat

A középiskolában alkalmazott tanítási módszerek és azok összefüggése a problémamegoldásban nyújtott teljesítménnyel

A 4. táblázat adatai alapján elmondható, hogy a problémamegoldásban nyújtott teljesítmény a vizsgált mintában és az általunk elemzett módszerek tekintetében szignifikáns összefüggést mutatott a projekt munkával, az önálló kísérlettervezéssel, a minél több gondolkodtató feladat megoldásával, a gondolatok szabad kifejezésének lehetőségével, vagyis azokkal a módszerekkel, ahol a tanuló aktív, önálló munkát végez a probléma megoldása érdekében. Hasznos lehet az is, ha a tanár problémacentrikusan tanít, ha köti a természettudományos ismereteket a mindennapi élet problémáihoz, de az is csak akkor, ha az a tanulók fokozott bevonásával jár. A csoportmunka esetében is ugyanez mondható el. Nem mindegy, hogy az mennyire produktív, ténylegesen problémák megoldását szolgálja vagy csak egy-egy feladat kollektív megoldása, amelyet a csoportban egy tanuló végez, a többi pedig csak passzív szemlélője a dolgoknak. A 4. táblázatból az is kiderül, hogy a passzív, tanárközpontú módszerek, amelyek a tananyag gyors ledarálására szolgálnak, nem segítenek a problémamegoldás fejlődésében.

3. A problémamegoldás fejlesztésének lehetőségei a biológiatanítás szervezeti keretein belül

Az iskolában a tanítás alapvető szervezeti kerete a *tanítási óra*, ami a közoktatásban 45 perc időtartamú. A tanulók iskolai lefoglaltságaik 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 a hagyományos frontális munkaszervezés történik tanárközpontú módszerekkel, akkor nem sokat teszünk a problémamegoldás fejlődése érdekében (5. táblázat). Ugyanakkor felhasználhatjuk a tanítási órákat arra, hogy a tananyagot problémacentrikusan, kísérletek segítségével, kooperatív munkával vagy projekt módszerrel stb. dolgozzuk fel, amelyek mind a problémamegoldás gondolkodásra épülnek. Ebben az esetben a tanítási óra is kifejezetten a problémamegoldás fejlődését szolgálja.

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

5. táblázat

A problémamegoldást eltérő arányban biztosító szervezeti formák a biológiatanításban

A legtöbb iskolában tanítási óra keretében zajlanak a fakultációs órák is. A *fakultáció* egyik célja 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 kutatómódszertani képzésben részesüljenek, amelynek egy javasolt tematikája a következő:

1. hét

A probléma felvetése, megfogalmazása

Gyakoroltatásra 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, mely 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 szennyeződések 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, melyeket 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 találkozók. 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 is 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 problémát oldanak meg. Ma már a biológia *versenyek* nagy része is a biológiai kutatások problémái köré szerveződnek, 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.

4. A problémamegoldás fejlesztésének módszerei

A biológiatanítás szervezeti formáihoz hasonlóan a biológiatanítás és tanulás módszereit is értékelhetjük aszerint, milyen mértékben nyújtanak lehetőséget a problémamegoldás fejlesztésére (6. táblázat).

<i>A problémamegoldást időle- gesen alkalmazó módszerek</i>	<i>A problémamegoldó gondolkodás fej- lesztésére épülő módszerek</i>
Frontális megbeszélés	Kooperatív tanulási módszerek, ki- emelten a projekt módszer
Előadás	Problémaközpontú- és alapú tanulás
Egyes csoportmódszerek	Modellezés
	Kísérletezés
	Kutatómódszer, kutatás
	Problémafeladatok, feladatrendszerek

6. táblázat

*A problémamegoldást alkalmazó módszerek
a biológiatanításban*

A *frontális megbeszélések* csak akkor szolgálják hatékonyan a problémamegoldás fejlődését, ha azt problémacentrikussá tesszük. Ugyanez mondható el az *előadások* gondolatmenetére is. A *csoportmódszerek azon formái*, amelynek 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)*, *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 megoldása 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 (Oktatás-kutató és Fejlesztő Intézet, 2003).

A *projekt-alapú tanulás során* a tanulók a tantervben előírt ismeret-szintű 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 következetesen alkalmazó stratégiák (IBL, PBL) teljes körű bevezetése hazánkban a tantervek átdolgozását igényelné. A jelenlegi tantervi célok és követelmények mellett is van azonban 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 problémafeladat

„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 tesztelt formában.” (Berend, Berendné, és Kovács, 1998, 8.)

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

Példa: „Táplálkozáshálózatok és táplálkozási szintek

Különböző, négy fajból 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.

.....” (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, mely 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 mégegyszer 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, amelyikkel 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 előről.

A stratégiák oldaláról a következőképpen vázolható fel egy ilyen teszt-típusú 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 meglepődöttséggel 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 jel-

lemző. 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 lépésben fontos szerepet játszik. Ezért a fejlesztés időszakában inkább nyílt végű kérdéseket adjunk a tanulóknak, ismertesük a problémát és csak egy kérdést tegyünk fel válaszvariációk 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.

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 (7. táblázat)

<i>Hagyományos tanítás</i>	<i>Problémacentrikus tanítás</i>
1. Növényi és állati sejtalkotói is vannak	1. <i>A növény és állatvilág közös őse.</i>
2. Fotoszintézisre és heterotróf életmódra is képes	2. <i>Miért?(ötletbörze</i>
3. <i>A növény és állatvilág közös őse</i>	3. <i>Lássuk be, helyesek-e az előbbi állításra vonatkozó elképzeléseink? Ismerjük meg az élőlényt! Növényi és állati sejtalkotói is vannak</i>

	4. Fotoszintézisre és heterotróf életmódra is képes
	5. <i>Helyesek voltak-e az óra elején a az első állításra vonatkozó magyarázataink?</i>

7. táblázat

Az Euglena viridis tanítása hagyományos és problémacentrikus módon

A 7. 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 jellemzőiből 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 problémát 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 ötletbörzést 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 jósoltnak 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 mondatjuk 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 alkalmazzuk a biológia órán.

A problémamegoldás mikrostruktúrájának fejlesztése mindazon gondolkodás műveletek fejlesztését jelenti kisiskolás kortól kezdődően, amelyek a problémamegoldás során funkcionálnak. Így az analízis, szintézis, összehasonlítás, konkretizálás, általánosítás, osztályozás, csoportosítás, relációk, asszociáció, kiegészítés és az analógiák. Ezeknek a műveleteknek a fejlesztésére számtalan feladat létezik, melyek tudatos és rendszeres alkalmazása a tanárok fontos feladata a természettudományos órákon.

5. Tartalmi változtatás a biológia tanár MSc levelező képzés „A biológia tanítása” tematikájában

Elmélet	Gyakorlat
A biológiatanítás története. Tanulók biológia tudásának és gondolkodásának értéke a nemzetközi felmérések tükrében.	
A biológiatanítás tervezése. <i>A problémacentrikus tervezés.</i>	Tanmenet, óraterv és óravázlat készítése.
A biológiatanítás szervezeti keretei. Iskolán belül és kívüli lehetőségek. Erdei iskola	Erdei iskolai biológia programjának összeállítása
A biológiatanítás szervezési módjai és munkaformái. A párban folyó tanulás és a csoportmunka lehetőségei és módjai a biológia tanításában.	Csoportmunkát feldolgozó óraterv készítése.
A biológiatanítás stratégiái és módszerei. Az előadás, magyarázat, elbeszélés, megbeszélés, vita, projekt, szimuláció, szerepjáték és játék módszere és alkalmazásának lehetőségei a biológiaórákon. A csoportos módszerek. Megfigyelés, kísérlet és kutató módszer a biológiatanításban. <i>Kooperatív módszerek, a kutatás – és probléma-alapú tanulás. A tanulók önálló problémamegoldását fejlesztő módszerek</i>	Biológiai tartalmú kooperatív és csoportmódszerek leírása és bemutatása. Biológiai témát feldolgozó projekttervek készítése, bemutatása. Terepgyakorlat feladatterv összeállítása. Mikrotanítások a biológia tantárgy különböző témáiból megadott módszerek segítségével. A bemutatott anyagok megbeszélése, értékelése.
Pedagógiai és pszichológiai irányzatok módszertani vetülete, alkalmazása a biológiatanításban. <i>Konstruktív pedagógia, metakogníció és kognitív pszichológia és pedagógia hatásai a biológia tanítására.</i>	<i>Tévképzetek felkutatása biológia tankönyvekben, azok korrekciójára vonatkozó javaslatok megfogalmazása. Konstruktív pedagógiai elemek megfogalmazása és tervezése a biológia óratervekben.</i>
<i>Metakogníció a biológia tanításában</i>	<i>Konkrét példák leírása explicit tanítási módszerekre</i>

<i>Szaktárgytanítások a biológia órán.</i>	<i>Egy egyszerű szaktárgytanítási kutatás elvégzése a biológia órán és azok prezentálása.</i>
A problémamegoldó gondolkodás és szerepe a biológiatanításban.	<i>Problémacentrikus óraterv készítése, azok megvitatása.</i>
Motiváció a biológiatanításban	
A feladatmegoldás elmélete és gyakorlata, feladattípusok a biológiaórán. <i>A biológia problémafeladatok és azok megoldási módjai.</i> Biológia tankönyvek és segédletek. A táblavázlat és rajzolás szerepe a biológiaórán.	Táblavázlat készítése egy tetszőleges (biológia tantárgyi) témában. A hallgatók által elkészített tábla vázlatok bemutatása, megbeszélése. Egy tetszőlegesen kiválasztott közép- vagy általános iskolai tankönyvcsalád szakmai, didaktikai és formai szempontból történő elemzése, és bemutatása: plénum.
Modellek. Mikroszkópos vizsgálatok és preparálás. A boncolás módszertana. A növény és állathatározás tanítása.	Egy középiskolai mikroszkópos gyakorlat megtervezése, plénum előtti bemutatása, értékelése.
A multimédia és audiovizuális eszközök, internet és számítógép szerepe a biológiatanításban.	Az írásvetítő biológia órán történő felhasználási lehetőségeinek megvitatása és bemutatása. Ötletbörze.
Ellenőrzés, értékelés a biológiaórán.	Szimuláció az ellenőrzés és értékelés helyes formáinak bemutatására.
A fejlődéstörténeti növény és állatrendszertan tanítása, módszertani kérdései.	Az adott témakör adaptív tanítási és tanulási módszereinek megbeszélése. A témakör szakmai csomópontjainak, koncepcióinak rendszerezése, diskurzus. A tankönyvek vonatkozó fejezeteinek kritikus értékelése.
Biokémia és sejtbiológia tanítása, módszertani kérdései.	
Az önfenntartó működések tanítása és módszertani kérdései.	
Egészséges életmódra nevelés a biológiaórán.	
A szaporodás tanítása és módszertani kérdései.	
A neuroendokrin rendszer tanítása és módszertani kérdései.	

A genetika tanítása és módszertani kérdései.	
Az ökológia tanítása és módszertani kérdései.	

8. táblázat

*A Debreceni Egyetem biológia tanár MSc levelező képzésben
A biológia tanítása I–II–III. tantárgyak témakörei
2015-ben érvényes változatának módosítása*

A természettudományos problémamegoldás fejlesztésének fontosságát több ponton is hangsúlyozni kell a természettudományok, így a biológia tanításának módszertanában. Ez a törekvés végig kell, hogy kísérje a tanítás folyamatát. Így már a tervezés fázisában is ki kell emelni, miben különbözik a problémacentrikus tervezés az eddig megszokott ismeret és kompetenciaközpontú tervezéstől (8. táblázat).

A biológiatanítás szervezési módjait is érdemes abból a szempontból vizsgálni, melyek a problémamegoldás fejlesztésére több lehetőséget adó módszerek és azok hogyan biztosítják annak lehetőségét. A tanítás és tanulás módszerei közül külön kell immár foglalkozni a kooperatív módszerek azon formáival, amelyek kifejezetten a problémamegoldás fejlesztését szolgálják, továbbá mint fenti felmérésünkéből is kiderült, mindazon módszerekkel amelyek a tanulók önálló problémamegoldására, kísérlet tervezésére és kutatásra adnak lehetőséget.

Új elemként jelenik meg a tematikában a metakogníció és konstruktív pedagógia hatásának elemzése, azok módszertani vetülete is. A kutatótanár szemlélet kialakítása érdekében a hallgatók által végzett egyszerű szakmódszertani kutatás elvégzését is célul tűztük ki a képzés során, amelyet az iskolában a tanítási órákon és azokkal kapcsolatban kell elvégezniük.

Az itt felvázolt változtatások mind az elméleti mind a gyakorlati órákat is érintik, formálva ezzel a tanárok problémacentrikus gondolkodását és kutatószemléltét is.

Felhasznált irodalom

- Abu-Jado, S. és Nwفال, M. (2007): *Teaching thinking: Theory and practice*. Al Masera Publisher, Amman
- Aktamis, H. és Ergin, Ö. (2008): The effect of scientific process skills education on students' scientific creativity, science attitudes and aca-

- demic achievements. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 9 (1), 28–42.
- Aravena, D. M. és Caamano, E. C. (2007): *The method of problem solving based on the Japanese and Polya's models. A classroom experience in chilean schools*. <http://tsg.icme11.org/document/get/454>
Letöltés: 2014. 12. 11.
- Assessment of Performance Unit (1984): *Science in schools: age 13. Report No. 2*. HMSO, London.
- Bennett, W. (2008): Problem solving: can anybody do it? *Chemistry Education Research and Practice*, 9, 60–64.
- Bloom, B. S. (1956): *Taxonomy of educational objectives: cognitive domain*. McKay, New York.
- Bolton, J. és Ross, S. (1997): Developing students' physics problem-solving skills. *Physics Education*, 32, 176–185.
- Cooper, M. és Urena, S. (2009): Design and validation of an instrument to assess metacognitive skillfulness in chemistry problem solving. *Journal of Chemical*
- Csapó Benő (1992): *Kognitív pedagógia*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Duncker, K. (1945): On problem solving. *Psychological Monographs*, 58 (5), 1–270.
- Dossey, J., Csapó B., de Jong, T., Klieme, E. és Vosnidaou, S. (2000): Cross-curricular competencies in PISA: Toward a framework for assessing problem solving skills. In: Organisation for Economic Cooperation and Development (2000): *The INES compendium: Contributions from the INES networks and working groups*. GA. 12, OECD, Paris.
- Ergül, R., Simsekli, Y., Calis, S., Özdilek, Z., Göcmencelebi, S. és Sanli, M. (2011): The effects of inquiry-based science teaching on elementary school students' science process skills and science attitudes. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy (BJSEP)*, 5 (1), 48–68.
- Fazekas György, Szerényi Gábor (1994): *Problémafeladatok biológiából*. Calibra Kiadó, Budapest.
- 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.

- Heller, K. és Heller, P. (1995): *The competent problem solver, a strategy for solving problems in physics, calculus version (2nd ed.)*. MN: McGraw-Hill, Minneapolis.
- Johnstone, H. és Otis, H. (2006): Concept mapping in problem based learning: a cautionary tale. *Chemistry Education Research and Practice*, 7, 84–95.
- Kerettanterv (2012): (51/2012. (XII. 21.) EMMI rendelet a kerettantervek kiadásának és jóváhagyásának rendjéről
- Molnár Gyöngyvér (2006c): *Tudástranszfer és komplex problémamegoldás*. Műszaki Kiadó, Budapest.
- Murphy, P. és McCormick, R. (1997): Problem solving in science and technology education. *Research in Science Education*, 27 (3), 461–481.
- Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet (2003): A problémaalapú tanulás, <http://www.oki.hu/oldal.php?tipus=cikk&kod=matrix-5-Problema> Letöltés: 2010. 09. 03.
- Nagy József (2000): *XXI. század és nevelés*. Osiris Kiadó, Budapest.
- B. Németh Mária, Korom Erzsébet és Nagy Lászlóné (2012): A természettudományos tudás nemzetközi és hazai vizsgálata. In: Csapó Benő (szerk.): *Mérlegen a magyar iskola*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 131–191.
- Nemzeti Alaptanterv (2012): A Kormány 110/2012. (VI. 4.) Korm. rendelete a Nemzeti alaptanterv kiadásáról, bevezetéséről és alkalmazásáról, *Magyar Közlöny*, 2012. évi 66. szám.
- Newell, A. és Simon, H. A. (1972): *Human problem solving*.: Prentice Hall, New Jersey.
- Pólya György (1957): *A gondolkodás iskolája*. Bibliotheca, Budapest.
- Reeff, J. P. (szerk.) (1999): *New Assessment Tools for Cross-Curricular Competencies in the Domain of Problem Solving*. <http://www.ppsw.rug.nl/~peschar/TSE.pdf> Letöltés: 2015. 02. 12.
- Walsh, N., Robert, H. és Bowe, B. (2007): Phenomenographic study of students' problem solving approaches in, physics. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 3, 1–12. *Education*, 86 (2), 240–245.
- Walters, Y.B. és Soyibo, K. (2001): An analysis of high school students' performance on five integrated science process skills. *Research in Science and Technological Education*, 19, 133–145.