

Revákné Markóczy Ibolya

Nehezen megoldható biológia problémafeladatok

A nemzetközi felmérések tanúsága szerint a magyar tanulók természettudományi problémafeladatokban nyújtott teljesítménye nem kielégítő. Az okok keresése, a korrekció összetett feladat. Több éves, a fokozatosság elvére épülő célzott pedagógiai tevékenység szükséges például ahhoz, hogy középiskolás tanulóink sikeresen oldják meg a hazai feladatgyűjteményekben található biológia problémafeladatokat, melyek formájukat tekintve hasonlóak a nemzetközi felmérések problémafadataihoz. E feladatok megoldása nehéz, a háttérben a cél eléréséhez szükséges ismeretek, gondolkodási műveletek és kognitív szintek minőségi és mennyiségi mutatói rejlenek.

A magyar természettudományos oktatás egyik nagy gondja a problémamegoldás és az ismeretek gyakorlati alkalmazásának nem megfelelő színvonala. A nemzetközi felmérések tanúsága szerint a magyar diákok megszerzett ismeretei és azok alkalmazása nem áll egyenes arányban egymással.

A természettudományos problémamegoldó gondolkodás fejlesztésére kiváló lehetőséget kínálnak a fizika, kémia és biológia tantárgyak, kísérleti-tudományos jellegükből adódóan. Szaktárgyi logikájuk, alkalmazott tanulási-tanítási módszereik tekintetében hasonlóságot mutatnak, következésképp ismeretrendszereik, illetve az általuk elért képességek szintjének értékelésében is azonos metodikákra hagyatkozhatunk. Jelen esetben a középiskolai biológia tantárgyból adódó lehetőségek elemzésére térünk ki.

A problémamegoldás folyamatának alkalmazására ma a biológia órán a különböző szervezeti formák eltérő arányban nyújtanak lehetőséget. (1. táblázat)

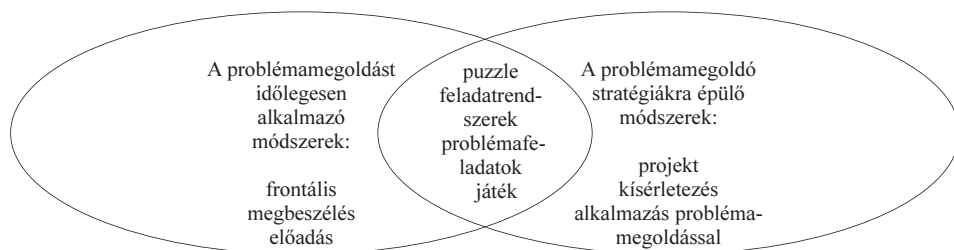
1. táblázat. A problémamegoldást eltérő arányban biztosító szervezeti formák a biológiatanításban

Több a problémamegoldás lehetősége		Köztes lehetőség	Kevesebb lehetőség
iskolán belül	iskolán kívül		
fakultáció	kirándulás	tanítási óra	előadás
szakkör	terepgyakorlat		konferencia
tehetséggondozó foglalkozás	verseny és levelezés		kiállítás
versenyfelkészítő	erdei iskola		média
felvételi előkészítő	szaktábor		ismeretterjesztő kör

Az 1. táblázatból kiderül, hogy bár a tanítás alapvető szervezeti formája a tanítási óra, nem ez az alkalom az, amikor a legtöbbet tehetjük a problémamegoldó képesség fejlesztése érdekében. Itt ugyanis eleget kell tennünk a tantervi követelményrendszernek mind mennyiségi, mind minőségi szempontból, s mindegyik 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 probléma-centrikusan 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, aminek a tanuló nem passzív részese.

Egy további felosztás arra világít rá, hogy a problémamegoldást milyen aspektusból alkalmazzák a biológiatanítás legjellemzőbb módszerei. (1. ábra)



1. ábra. A problémamegoldást alkalmazó módszerek a biológiatanításban

Látható, hogy a kiragadott módszerek közül viszonylag kevés azon metodikák száma, melyek csak nyomokban, az óra egyes momentumaiban villantják fel a problémamegoldás lehetőségét. Következésképp a módszerek tárháza áll rendelkezésünkre e képesség fejlesztésére, amivel a megfelelő helyen élni kellene. A problémamegoldási stratégiákra épülő módszerek egy egész tanítási órát, olykor egy egész témakört felölelő órákat hatnak át (projekt), ennek során egy, a feldolgozás elején felvetett fő problémára keressük a választ kísérleti vagy elméleti úton, feladatok, feladatrendszerek segítségével. A megoldás stratégiájára ebben az esetben ismert elméletek igazak. (Pólya, 1957; Osborne, 1963; *Assessment of Performance Unit*, 1984) A köztes állapotot képviselő módszerek az alkalmazás céljától függően variálhatók, ily módon mobilisabbak a problémamegoldás szempontjából.

A problémamegoldó gondolkodás fejlesztése – függetlenül tanulóink képességeinek szintjétől – általános érvényű feladatunk. Mielőtt bármilyen új megoldáson gondolkodnánk, megéri a már meglévő jól bevált eszközeinket, feladatainkat a hatékonyság szempontjából a fejlesztés érdekében elemezni. Egy biológiaórán, legyen az új anyagot feldolgozó, gyakorló, ismétlő-rendszerező vagy számonkérő jellegű, mindig kéznél vannak a biológia problémafeladatokat tartalmazó feladatgyűjtemények, melyeket szívesen forgatunk a fakultációs órákon alkalmazás vagy versenyfelkészítés céljából is. Ugyanakkor ezek a feladatok hasonlítanak leginkább a nemzetközi felmérésekben szereplő, az ismeretek gyakorlati alkalmazására vonatkozó feladatokhoz azzal a különbséggel, hogy azok sokkal inkább a mindennapi életünkhöz kötődő problémák meglévő természettudományos ismeretekre épülő magyarázatát igénylik, és kevésbé „tudományizúek”. E formai hasonlóság okán vizsgáltuk, hogyan teljesítenek 15 éves tanulóink biológia feladatgyűjteményeink problémafeladatainak megoldásában, illetve milyen tényezőket kell nagyító alá venni, amikor azok nehézségéről mondunk véleményt, és mindebből milyen módszertani következtetésre juthatunk.

A vizsgálat mintája és módszere

A vizsgálatot öt debreceni középiskola 302, 15–16 éves gimnáziumi és szakközépiskolás tanulóival végeztük 2002 májusában. Azért ezt a korosztályt választottuk, mert kognitív képességei tekintetében ez az az életkor, amikor a tanulók mind nagyobb hánya-

da jut el a gondolkodás formális műveleti szakaszába, így a hipotézisalkotás képessége is egyre biztosabbá válik. Másrészt a kilencvenes években végzett nemzetközi felmérések eredményei a középiskolás korosztályban jeleztek nagyobb problémát az ismeretek alkalmazása és a problémamegoldás tekintetében. (Erre példa a TIMSS – Third International Mathematics and Science Study – 1995-ös felmérése, amely szerint 12. évfolyamos tanulóink a természettudományos tesztben nyújtott teljesítmények terén 21 ország közül a 18. helyen végeztek.)

Nem kívántunk különbséget tenni a gimnáziumi és szakközépiskolás tanulók között, mivel a problémamegoldó gondolkodást képzési céltól függetlenül minden embernek el kell sajátítania. Ezért a felmérés során olyan feladatokat alkalmaztunk, melyek ismerettartalmukat tekintve az általunk választott valamennyi tanuló számára megoldhatónak bizonyultak.

Alapmódszerűen a csoportos kérdőív felvételét választottuk. A kérdőív ez esetben egy öt feladatot, ezen belül 27 ítemet tartalmazó probléma-feladatsorból állt. A feladatsor összeállításánál ügyeltünk arra, hogy az típus és forma szerint reprezentálja a ma Magyarországon forgalomban lévő feladatgyűjteményekben szereplő problémafeladatok összességét. Mivel ezek mindegyike feleletválasztó jellegű, a feladatsor is hasonló ítemeket tartalmazott két különböző példatárból. A szerkesztés során nem kívántunk új, saját ötletből fakadó feladatokat készíteni, hiszen célunk épp a már meglévő, a gyakorlatban használt problémafeladat-típus elemzése volt: „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 feladatot. Ezután újabb tájékozódás következhet a hozzá rendelt feladatokkal. Lényeges szempont, hogy egy későbbi ismertetés feladatainál a korábbiakból nyilvánvaló ismereteket 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 tesztesített formában.” (Berend – Berendné – Kovács, 1998)

Például: „Táplálékhálózatok és táplálkozási szintek. – Különböző, négy fajból álló társulásokot 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 táplálkozási szintet tartalmazó társulásban?

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

[...]

(Fazekas – Szerényi, 1994)

Ily módon a feladatlapon Fazekas György és Szerényi Gábor 'Problémafeladatok biológiából' (1994) című feladatgyűjteményének öt feladata, valamint a Berend Mihály, Berendné Németh Éva és Kovács Október: 'Biológiai feladatgyűjtemény középiskolásoknak' (1998) gyűjtemény számítási feladatai szerepeltek.

Az összeállítás során arra is ügyelni kellett, hogy ismerettartalmát tekintve olyan témakört válasszunk, melyet a felmérést megelőzően a tanulók már tanultak. Mivel a résztvevő osztályok egy része éppen akkor fejezte be „Az élővilág és környezet” tanegység ismereteinek elsajátítását (a többiek átlagban ezt megelőzően két héttel), a legkézenfekvőbb volt e témakör választása. Egy gondolkodási képességet mérő vizsgálatban egyébként is szerencsés kevésbé kötődni az ismerettartalomhoz, hogy a kapott eredmények tisztábban tükrözzék a gondolkodási képességek színvonalát. Nem lett volna tehát elő-

nyös több témát kombinálni. A feladatok kiválasztásánál a további szempontokat vettük még figyelembe: kerüljük a formájában bonyolultabb feladattípusokat, mint például a relációanalízis, ahol a megoldás technikája is gondot okoz, így eltereli a figyelmet az adott item tartalmi és tényleges műveleti vonatkozásairól; a problémák megfogalmazása minél egyszerűbb legyen, ne a szövegértéssel foglalkozzon a tanuló.

A feladatsorból csak egy variációt készítettünk a korrektebb elemzés végett, ami viszont megnehezítette a felmérés technikai kivitelezését. Ennek során az érettségi és felvételi vizsgák ültetési rendje szerint jártunk el.

A megoldást megelőzően, kérésünknek megfelelően, a tanulók nem oldottak meg hasonló jellegű feladatokat. A témakört korábban befejező osztályokban ismétlésre került sor, melyre azért volt szükség, hogy ne állandósult tudást mérjünk, ami nem biztosítan megbízhatóan a megoldáshoz szükséges mennyiségű és szintű ismereteket.

A megoldás megkezdése előtt ismertettük a tanulókkal a felmérés célját, illetve a megoldás technikai kivitelezését.

Az értékelést egységes megoldókulcs alapján, az osztályokban biológiát tanító tanárok segítségével végeztük.

Eredmények

A vizsgát kiindulópontjaként feltételeztük, hogy a biológia problémafeladatokban nyújtott, egész mintára vonatkozó átlagteljesítmény tükrözi a nemzetközi felmérések eredményeit, nem haladja meg azok értékeit.

Bizonyításként a probléma-feladatsor megoldásában nyújtott összpontszám átlagának százalékban kifejezett értékét használtuk, melyet az SPSS statisztikai program leíró statisztikai elemzésének segítségével állapítottunk meg. A helyesen megoldott itemek és a tanulói összpontszám hányadosaként kapott átlagpont 14,95, mely 55,38 százaléknak felel meg.

Mit jelent ez az eredmény nemzetközi viszonylatban?

Egy 1994-ben végzett IEA- (International Association for Evaluation of Educational Achievement) felmérés szerint 14 éves tanulóink a természettudományos problémamegoldás tekintetében a középmezőnyben végeztek (15 ország közül a 6. helyen). A nemzetközi átlag 516 pont volt, ami 62,18 százaléknak felel meg. A magyar tanulók ebben a felmérésben 554 pontot értek el, mely 66,74 százalékos átlagteljesítményt jelentett. (Papp, 2001)

A legutóbbi nagy horderejű felmérésre 2000-ben került sor az OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development) kezdeményezésére létrejött PISA- (Programme for International Student Assessment) vizsgálatban, ahol a részt vevő nemzetek együttes átlaga 501 pont, míg a magyar 14 éves tanulók átlaga 496 pont volt.

Az itt kiemelt két felméréshez hasonló eredmények jellemzik a kilencvenes évek nemzetközi vizsgálatait is. Ezek alapján a mintában szereplő tanulók problémafeladatokban nyújtott teljesítménye valóban nem kielégítő. Kérdés, milyen tényezők figyelembevételével jelenthetjük ki egy adott feladatról, hogy a helyes válasz megtalálása könnyű, avagy nehéz.

Az eddigi kutatások értelmében valamely feladat vagy item nehézségét alapvetően két tényező határozza meg: annak ismerettartalma, mely minőségi szempontból a tantervi követelménynek megfelelő minimumszintet vagy az azt meghaladó ismereteket foglalja magába; az egyes kognitív szintek, így az itemek tájékozási, felidézési, feladatmegoldási, értelmezési és problémamegoldó funkciója. (B. Németh – Józsa – Nagyné, 2001)

Ezen két tényezőcsoport mellett azonban elengedhetetlenül fontos az is, hogy az item mennyi és milyen szintű gondolkodási műveletet mobilizál a megoldás során.

Így az itemek nehézségére vonatkozó vizsgálatunkban három faktort vettünk nagyító alá:

– Az elemzés során, melynek összefoglalása a 2. táblázatban látható, elsőként a megoldáshoz szükséges ismeretek mennyiségére koncentráltunk, nem bontottuk azokat minimum- és az azt meghaladó követelményszintre, ami további vizsgálatok tárgyát képezheti majd a jövőben.

– A gondolkodási műveletek esetében is csak azok számát vettük figyelembe. A minőségi értékelésre azért nem tértünk ki, mert, mint láttuk, a műveletek mennyiségi és minőségi jegyei szoros összefüggést mutatnak. A műveletek nagy száma ugyanis legtöbbször az összetettebb műveletrendszerek jelenlétével magyarázható (például analógia), melyek az alacsonyabb rendű műveletek szinte mindegyikét magukban hordozzák. Így a mennyiségi növekedés egyre magasabb minőségben jut kifejezésre. Ahol tehát azt észleljük, hogy a gondolkodási műveletek száma nagyobb, ott valószínű, hogy magasabb rendű műveletgyűttessel kell megbirkóznunk.

– A Bloom-féle kognitív szinteket minőségi szempontból vettük figyelembe, melyek az adott item esetében mint domináns tényezők viszonylag könnyen felismerhetők.

A nehézségről alkotott álláspontunk értékelése érdekében egyenként elemeztük mind a 27 itemet aszerint, hogy mennyi és milyen kulcsfontosságú ismeret, gondolkodási művelet és melyik kognitív szint szükséges azok megoldásához. Az adatokat táblázatba foglaltuk, majd összefüggésbe hoztuk az egyes itemek nyerspontátlagával. (2. táblázat) A gondolkodási műveletek sorában a problémamegoldás mikrostrukturáját képező legfontosabb műveleteket vettük figyelembe: analízis, szintézis, összehasonlítás, elvont adatok összehasonlítása, elvonatkoztatás, összefüggések felfogása, kiegészítés, általánosítás, konkretizálás, rendezés és analógia. A kognitív szintek esetében az ismeretek, megértés és alkalmazás jelenlétét vizsgáltuk. Így valamennyi itemet a következő, a feladatsor 8. iteméhez hasonló módon elemeztük.

Feladat:

Különböző, négy fajtól álló társulásokat vizsgálunk. Az egyes fajok az egyes társulásokban különböző táplálkozási kapcsolatban 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

8. Hány táplálkozási kapcsolat lehet a legkevesebb kapcsolódást tartalmazó társulásban?

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

(Fazekas – Szerényi, 1994)

Az item megoldásához tisztában kell lenni a tápláléklánc, a táplálékhálózat, a termelők, elsődleges, másodlagos, harmadlagos fogyasztók, a csúcsragadozók, a lebontók, a paraziták fogalmával, melyek az adott tápláléklánc, illetve táplálékhálózat típusának megállapításához szükségesek, míg a táplálkozási kapcsolatok felismerésében a növényevők, ragadozók, mindenevők jelentésének pontos ismerete játszik fontos szerepet. Így a kiemelt kulcsfontosságú ismeretek száma 12. (2. táblázat)

Az item megoldása során analizálni kell a kérdést, miszerint a legkevesebb táplálkozási szint négy faj között csakis úgy jöhet létre, ha a négyből például három termelő, egy növényevő, elsődleges fogyasztó, vagy létezik három elsődleges fogyasztó, melyek mindegyike ugyanazt a termelőt fogyasztja. Így a legkevesebb táplálkozási szint száma kettő, a legkevesebb táplálkozási kapcsolat száma három.

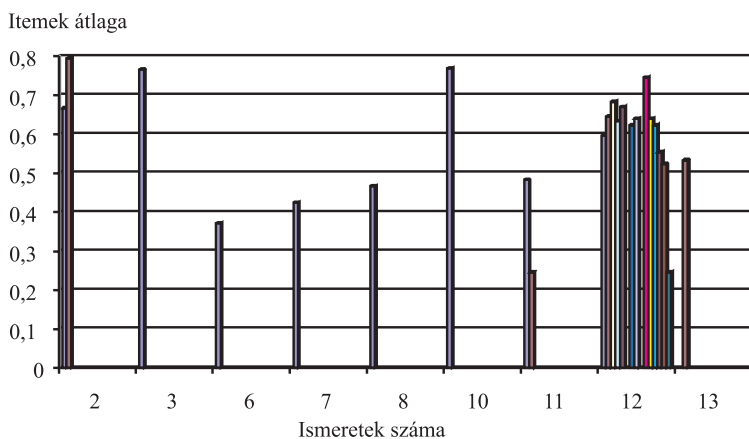
A megoldás megtalálásában fontos szerepe van a variációk értékelésének, a próbálgatásoknak, végső soron a gondolkodás flexibilitásának.

Az analízisen kívül jelentős a szintézis művelete is, hiszen az egyes fajokat egységes tápláléklánccá kell kombinálni, majd összehasonlítás, elvonatkoztatás révén el kell dönteni, hogy az adott variáció megfelel-e a megoldásnak az alkalmazás szintjén. A dominánsan jelenlévő alkalmazott gondolkodási műveletek száma ezek alapján négy. (2. táblázat)

2. táblázat. A probléma-feladatsor egyes itemjeinek nehézségére vonatkozó adatok

Item	Kulcsfontosságú előzetes ismeretek száma	Domináns gondolkodási műveletek száma	Kognitív szint	Itemek nyerspont-átlaga
1.	10	5	Megértés	0,7682
2.	11	5	Megértés	0,4834
3.	12	5	Megértés	0,5960
4.	6	7	Alkalmazás	0,3709
5.	2	3	Megértés	0,6656
6.	2	6	Megértés	0,7946
7.	3	6	Megértés	0,7649
8.	12	4	Alkalmazás	0,6457
9.	12	4	Alkalmazás	0,6821
10.	12	4	Alkalmazás	0,6325
11.	12	5	Alkalmazás	0,6689
12.	12	5	Alkalmazás	0,4768
13.	13	6	Megértés	0,4967
14.	12	5	Megértés	0,6225
15.	12	4	Megértés	0,6331
16.	12	4	Megértés	0,6887
17.	12	4	Megértés	0,7450
18.	12	4	Megértés	0,6391
19.	12	5	Megértés	0,6225
20.	13	5	Megértés	0,5331
21.	12	5	Megértés	0,5530
22.	12	5	Megértés	0,5232
23.	12	5	Megértés	0,1954
24.	7	10	Alkalmazás	0,4238
25.	8	10	Alkalmazás	0,4664
26.	12	10	Alkalmazás	0,2450
27.	11	10	Alkalmazás	0,2450

A táblázatban szereplő adatok grafikus kiértékelése szemléletesebbé teszi a mennyiségi mutatók és az egyes itemek átlagai közötti összefüggéseket. (3., 4., 5. ábra)

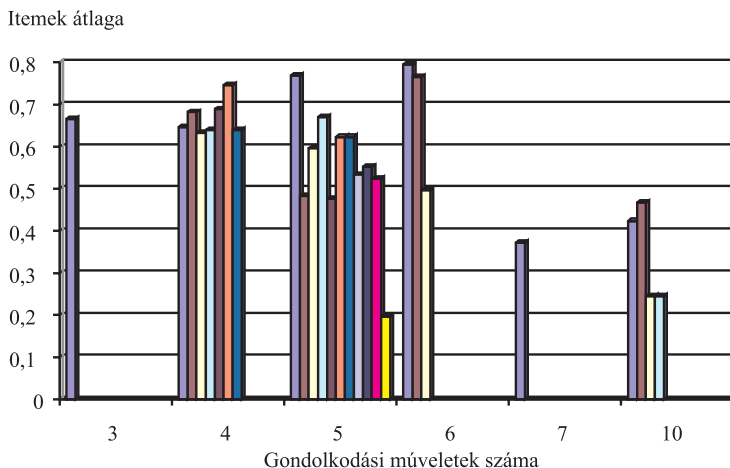


3. ábra. Az ismeretek számának adott értékeihez tartozó itemátlagok

A 3. ábra elemzése alapján úgy tűnik, hogy az itemek átlagai függetlenek az alkalmazott ismeretek számától, amit a két tényező alacsony és nem szignifikáns Pearson-korrelációja is bizonyít ($r = -0,219$). A negatív érték azonban azt jelzi, hogy amennyiben az ismeretek száma jelentősen megnövekedne, vagyis szemantikusán gazdag problémával

állnánk szemben, úgy a megoldás egyre nehezebb lenne, ami egyre alacsonyabb átlagok eléréséhez vezetne.

Vizsgálatunkban azonban nem jelentős az összefüggés. Ugyanúgy magas átlagot mutat például a 3 ismeretet igénylő 7. item (0,7649), mint a 12 ismeretet tartalmazó 17. item (0,7450). Megjegyzendő, hogy a 6-nál kevesebb információt alkalmazó itemek között több a magasabb átlagú (könnyebb) item, míg előlött már nem tapasztalhatunk ilyen tendenciát, nincs következetesség az átlagpontszámok tekintetében. Mindez arra enged következtetni, hogy a szemantikusan szegény problémák kapcsán az ismeretek száma nem befolyásolja jelentősen az adott feladatnehézségét, abban sokkal inkább befolyásoló tényező a gondolkodási műveletek száma és minősége, valamint a kognitív szintek természete.



4. ábra. A gondolkodási műveletek számának adott értékeihez tartozó itemátlagok

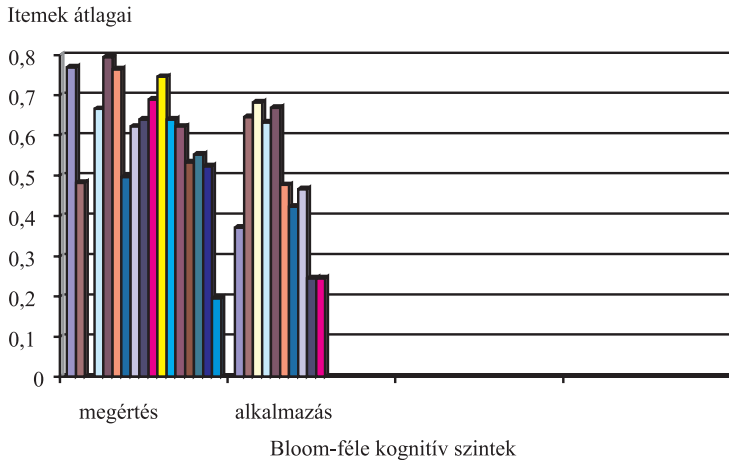
A gondolkodási műveletek már egységesebb képet mutatnak az ismeretek számához képest. Az 4. ábrán jól érzékelhető, hogy a teljesítmény ott gyengül, ahol az item megoldásához hat vagy ennél több művelet szükséges.

Egy 1996-ban végzett vizsgálat nyomán, amelyet 22 000, 16 éves skót tanulóval végeztek a kémiai ismeretek és gondolkodási műveletek teljesítménnyel történő összefüggésére vonatkozóan, azt találták, hogy az ismeretek és a műveletek egyes elemeinek szintéziseként a teljesítmények drasztikusan romlanak akkor, ha a feladat megoldásához 5-nél több információegységet kell összerakni. (Johnstone, 1997) E jelenséget azzal magyarázták, hogy a munkamemória és a deklaratív-szemantikus memória közötti reverzibilis tranzitfolyamatok limitáltak az információk és kognitív műveletek kombinációja tekintetében. Ez azt jelenti, hogy a gondolkodási folyamatok aktivizálódása határt szab az információk hosszú távú memóriából a munkamemóriába történő visszajutásának, melynek révén maximum öt egység hívható elő problémamentesen a feladatvégzéssel egyidejűleg. Ez az elmélet azonban túl kategorikus, nem veszi figyelembe az egyéni különbségeket egyrészt a memóriatárak kapacitására, másrészt a gondolkodás alapját képező kiépített agykérgi asszociációk számára vonatkozóan, amelyek nagyon gyakran a gyakorlás függvényében változtathatók.

A mi eredményeink az ismeretek számát tekintve nem, a gondolkodási műveletek tekintetében azonban ráillenek Johnston vizsgálatára.

A gondolkodási műveletek száma és az itemek átlagai közötti Pearson-korreláció $-0,617$ ($p < 0,05$), azaz jelentős tényezőnek bizonyulnak a problémamegoldás viszonylatában. A negatív érték itt is arra utal, hogy minél több, következőképp minél magasabb

szintű műveletet alkalmazunk, annál alacsonyabb átlagokat fogunk elérni a növekvő nehézség miatt.



5. ábra. A Bloom-féle kognitív szintekhez tartozó itemátlagok

A kognitív szintek itemek átlagaival való összefüggése elég egyértelmű képet mutat. (5. ábra) A magasabb átlagok zöme a megértés, míg az alacsonyabbak az alkalmazás szintjéhez tartoznak.

Összegzés

Az ismeretek fontosak a problémafeladatok megoldásában, nélkülük a cél elérése lehetetlen. A szemantikusan szegény problémákat tartalmazó feladatok esetében azonban az ismeretek száma kevésbé differenciáló tényező a nehézség tekintetében, mint a szemantikusan gazdag problémák esetében, ahol a megoldás sikere gyakran azon múlik, hogy birtokában vagyunk-e az összes ismeretnek, információnak, melyek közül bármelyik apró részlet hiánya évekig tartó problémamódosításokhoz vezethet.

Az ismeretek mennyiségi mutatóin kívül természetesen meghatározó tényező azok minősége is, ennek jelentőségére további vizsgálatok deríthetnek fényt. E vizsgálatok egyik elképzelhető variációja az azonos gondolkodási műveletekből és azonos számú, de eltérő ismerettartalmú itemekből álló feladatsor elemzése és értékelése.

Az egyes itemek nehézségének megítélésében vizsgálatunkban dominánsabb tényezőnek bizonyult a gondolkodási művelettartalom, mely tendenciózusan befolyásolja a megoldások sikerességét. Minél több és bonyolultabb egy adott item művelettartalma, annál nehezebb a helyes válasz megtalálása.

A kognitív szintek esetében az alkalmazást igénylő feladatok bizonyultak a legnehezebbeknek.

Mindezekből az a fontos pedagógiai tanulság vonható le, hogy az iskolában a problémamegoldás fejlesztése érdekében követeljük meg az ismeretek megfelelő szintű elsajátítását és lehetőség szerinti minél többszöri alkalmazását.

A gondolkodási műveletek rendszeres alkalmazását már kisiskolás kortól kezdődően szorgalmazni kell. Első lépésként célszerű az adott műveletre vonatkozó biológia vagy bármely tantárgyi kontextusban szereplő feladatokat megoldatni a gyerekekkel. Ez a feladat a középiskolában sem elhanyagolható. Amennyiben azt látjuk, hogy a tanuló a műveletek megfelelő szintjét birtokolja, akkor megpróbálkozhat komplex problémafelada-

tok megoldásával is, melynek sikerességét természetesen más tényezők is befolyásolják (kreativitás, a megoldási stratégiák pontos ismerete stb.).

A problémamegoldás fejlesztése ily módon komplex feladat, melynek eredményessége nagymértékben függ attól, hogy azt átfogó jelleggel a saját tantárgyát tanító minél több pedagógus felvállalja, és egy egységesen kidolgozott program alapján kellő időben és ideig végezze a hatékonyabb gondolkodás és alkalmazás érdekében.

Irodalom

- Assessment of Performance Unit (1984): *Science in schools: age 13. Report No.2.* HMSO, London.
- Berend Mihály – Berendné Németh Éva – Kovács Október (1998): *Biológiai feladatgyűjtemény középiskolásoknak.* Tankönyvkiadó, Budapest.
- B. Németh Mária – Józsa Krisztián – Nagy Lászlóné (2001): Differenciált követelmények, mint a tudás jellemzésének viszonyítási alapjai: a minimum és az a fölötti tudás viszonya a „Biológia és egészségtan” részműveltség területén. *Magyar Pedagógia*, 101, (4), 485–510.
- Fazekas György – Szerényi Gábor (1994): *Problémafeladatok biológiából.* Calibra Kiadó, Budapest.
- Jonstone, A. H. (1997): Chemistry teaching-science or alchemy? *Journal of Chemical Education*, 74, (3), 262–268.
- Osborne, A. (1963): *Applied imagination.* Scribner, New York.
- Papp Katalin (2001): Természettudományos nevelés: múlt, jelen és jövő. In: Csapó Benő – Vidákovich Tibor (szerk.): *Neveléstudomány az ezredfordulón.* Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Pólya György (1957): *A gondolkodás iskolája.* Bibliotheca, Budapest.



Az OPKM könyveiből