

A BIOLÓGIAI ALAPFOGALMAK FEJLŐDÉSE 6–16 ÉVES KORBAN

Nagy Lászlóné

József Attila Tudományegyetem, Biológiai Szakmódszertani Csoport

Az iskolai oktatás egyik központi feladata elérni, hogy a tanulók tudása ne kisebb-nagyobb szigeteket halmazává, hanem egymással kapcsolódó, egységes rendszerré alakuljon, vertikálisan és horizontálisan is átjárható legyen. Ha ugyanis a tudás egységgé rendezettsége, átjárhatósága alacsony szinten marad, a sok tudás (a nagy tudástömeg) ellenére is primitív világgép alakulhat ki (*Ferge, 1976; Csányi, 1994*).

Régi igény, hogy az átfogó világgépi jelentőségű műveltségi elemekre nagyobb hangsúlyt kell helyezni. A tantárgyak hagyományos enciklopédikus tényanyaga helyébe elsősorban a lényeg (az alapfogalmakat és törvényeket) és a rendszert (alapösszefüggéseket) kell állítani, mert ez lehetővé teszi a folyton növekvő tudásanyag átfogását. A biztos háttértudás kedvez a deduktív gondolkodási folyamatoknak, rendet teremt az egyébként szétszóródó ismeretek halmazában. E célkitűzések megvalósításához azonban többet kellene tudnunk a gyermeki gondolkodás fejlődéséről (*Nahalka, 1995*). A tanulóknak kialakult tudásstruktúrák (a szubjektívált tudás struktúrájának) feltárásával megállapítható, hogy mely pontokon van hiány, hiba, torzulás a célstruktúrához (az objektívált, elsajátítandó tudás struktúrájához) képest. Ez a diagnózis lehet a sikeres tanítás egyik feltétele (*Nagy, 1983, 1985*).

Ez a tanulmány a fogalomfejlődés vizsgálatának egy lehetséges módszerét és néhány hierarchikus rendszert alkotó biológiai alapfogalom (élőlény, növény, állat, ember, gomba) fejlődésére vonatkozó, elsősorban a biológiatanítás szempontjából lényeges vizsgálati eredményeket és az azokból levonható következtetéseket ismerteti.

Elméleti háttér

A fogalmak kialakulása, fejlődése

Az iskolába lépő gyermekek már számtalan ismerettel, előképzetten (és tévképzetten) rendelkeznek a környezetükről (*Abraham, Grzybowski, Renner és Marek, 1992*). Ismereteiknek forrásai az iskola előtti időszakban a saját tapasztalataik és a felnőttek magyarázatai. Ezeket a mindennapi tapasztalatokból spontán kialakuló fogalmakat, képzeteket *előfogalmaknak* (*Piaget, 1969*), *álfogalmaknak* vagy *köznapi fogalmaknak* (*Vigotszkij,*

1967; Pléh és Lányi, 1984), *prekonceptióknak* (preconceptions; Clement, 1982; Glaser és Bassok, 1989), *alternatív fogalmaknak* (alternative conceptions, Hewson és Hewson, 1984), *naív elképzeléseknek* (naive beliefs; Caramazza, McCloskey és Green, 1981), *intuitív elméleteknek* (intuitive theories; McCloskey, 1983), *gyermeki tudománynak* (children's science; Osborne, Bell és Gilbert, 1983) nevezik. Az elnevezések különbözősége is mutatja, hogy a kutatók eltérően értelmezik az iskolai oktatás előtti képzetek tulajdonságait (Korom, 1997). Ezek a fogalmak számos természettudományos jelenséget megmagyaráznak, de különböznek az aktuálisan elfogadott, a tanítás által közvetített tudományos fogalmaktól (Smith, diSessa és Roschelle, 1993). *Ezeket az ismereteket – bár általában reálisan tükrözik a valóságot – számos fogyatékoság jellemzi:*

- 1) Jellemző rájuk a fogalmak logikai rendezetlensége. Általában nem a dolgok logikájára épülő fogalomrendszer alapján rendeződnek, hanem a gyermek tapasztalati köre alapján.
- 2) Az ok-okozati összefüggések egész láncolatát magukban foglaló bonyolultabb természeti folyamatoknak csak egy szakaszát, mozzanatát fogják fel elszigetelt módon. A többtényezős oksági összefüggéseknek csak egy-egy tényezőjét ismerik fel.
- 3) Az érzékszervileg felfogható és feltűnő szemléleti jegyek mögött gyakran nem találják meg a valódi okot. Az oksági összefüggések általánosításában csupán szűk körben mozognak stb. A felsorolt fogyatékoságok *nem szűnnek meg az iskolába lépéssel*, hanem az oktatás színvonalától és hatásfokától függően végigkísérik az alsó tagozatos időszakot. A tévképzetek tartósak lehetnek, és ellenállhatnak a változtatásnak (Smith, diSessa és Roschelle, 1993).

A *tudományos fogalmakat* a szervezett, tervszerű ismeretelsajátítás útján szerezzük meg, kialakulásuk nem spontán történik, hanem a tanítástól (mindenekelőtt az iskolai oktatástól) függ. E fogalmak lehetővé teszik a tanulók számára a lényeg megragadását és az ismeretek elhelyezését a fogalomrendszerben (Horváth, 1984; Atkinson, Atkinson, Smith és Bem, 1995).

A köznapi és a tudományos fogalmak között formájukat tekintve nincs elvi különbség. Csak a pontosság fokát és a tükrözés mélységét, a szerveződés szintjét és módját tekintve találhatunk különbségeket (Vojsvillo, 1978). A köznapi és a tudományos fogalmak kialakulásuk során kölcsönösen hatnak egymásra. A köznapi tapasztalatok segíthetik, de ugyanakkor gátolhatják is a tudományos fogalmak kialakulását. Gátló hatásuk elsősorban konkrétságukból ered (Salamon, 1983). Amíg egy köznapi kifejezésből szakkifejezés lesz, addig különböző átalakuláson mehetnek keresztül a kifejezések. A kifejezések jelentése szűkülhet, bővíülhet, de meg is változhat. A jelentésváltozás okozza a legtöbb nehézséget, mert zavarja egymást a hétköznapi és a tudományos jelentés (Victor, 1968, 1969). A tudományos fogalmak fejlődése is visszahat a köznapi gondolkodás alakulására. Megfelelő oktatási feltételek között a tudományos fogalmak fejlődése megelőzi a spontán fogalmak alakulását (Vigotszkij, 1967).

Vigotszkij és Karl Bühler szerint a tudományos fogalomrendszer elsajátításakor a fogalomképzés folyamata kétfelől – az általános és a különös felől, az egész és a részek oldaláról – csaknem egyidejűleg folyik: „a fogalomképzés folyamata nem a fogalmak piramisának alulról felfelé való megmászását jelenti, hanem ... a fogalom felépítése kétol-

dali, s hasonlít az alagút kiásásához” (idézi *Salamon*, 1983. 230. o.). Ezen az általános meneten belül a tudományos fogalmak elsajátítására főként a felülről lefelé való haladás („leszállás”) a jellemző, mivel ez teszi lehetővé a fogalmi rendszer fokozatos megszilárdulását, az új fogalmaknak a már meglévő fogalmi struktúrába való beilleszthetőségét. A tudományos fogalmak fejlődése sohasem csupán gyarapodás, növekedés, mert a fogalmak mindig valamilyen rendszerbe szerveződnek, a fogalmi fejlődéssel együtt jár a rendszer szervezetének, funkcionálásának átalakulása is. *A tudományos fogalom fejlődése* tehát mindig *kétirányú*: egyrészt feltöltődik konkrét tartalommal, másrészt beépül egy fokozatosan kirajzolódó, általánosabb fogalmi struktúrába, amely a maga egészében és összefüggéseiben teszi teljessé a fogalom értelmét (*Salamon*, 1983).

„A tudományos fogalom mint a logikai gondolkodás formája, az anyagi világ tárgyainak belső, lényeges, meghatározó tulajdonságait és törvényszerű összefüggéseit tükrözi vissza koncentrált módon.” (*Vojsvillo*, 1978. 162. o.)

A tudomány fogalmai a tárgyak és jelenségek lényegének megértése alapján keletkeznek (*Vojsvillo*, 1978). A lényeges tulajdonságok csökkenésével a fogalomalkotás könnyebbé válik. A nem kritikus tulajdonságok számának csökkentése a fogalomalkotást gyorsítja. A gyermekek fogalomalkotásának fejlődésében a kritikus tulajdonságok felismerésének fokozatos kibontakozása állapítható meg. Amíg három éves kor alatt a forma, majd a szín dominál, hat éves kor felett a fizikai jellemzők és a funkcionális tulajdonságok együttesen szerepelnek. A fogalom elsajátításának szintje és alkalmazása akkor a legmagasabb és legbiztonságosabb, ha a fogalomalkotás során a tanulók verbalizálják a kritikus tulajdonságokat, lehetőleg a pozitív példák kapcsán (*Havas*, 1980).

A tantárgyak átveszik az alapul szolgáló tudományág szemléletmódját, fogalomrendszerét, szóhasználatát. Az új fogalmak, szakkifejezések bevezetése csak akkor lehet eredményes, tartós, ha az fokozatosan történik, s alkalmazkodik a tanulók fejlettségi szintjéhez, meglévő ismereteihez, szókincséhez. Meg kell találni azt az optimális feldolgozási szintet és módot, amely még nem mond ellent a tudományos hitelesség igényének, de egyúttal érthető, elsajátítható az adott korú, fejlettségű tanulók számára (*Zátonyi*, 1991).

Csak azok az ismeretek maradnak meg a tanulóknak, amelyeket a tanulók az illető tárgy fogalomrendszerében feldolgoznak, és életszerű feladatokban, cselekvésekben felhasználhatnak. Azok a magányos fogalmak, amelyek nem kapcsolódnak be egy mozgásban levő fogalomrendszer eleven áramába, menthetetlenül kihullanak a tanulók tudatából (*Kelemen*, 1970).

Az egyes emberben a fogalom egyfelől működő rendszer különböző funkciók szolgáltatában, másfelől ismeretrendszer: a valóság „tükrözője”, leképezője. Mint ilyen, nemcsak a dolog lényegét tükrözi, hanem mindaz, amit az adott dologról tudunk, a tartalmába tartozik. A fogalom olyan tudásrendszer, amely egy elemi struktúrából kiindulva fokozatosan gazdagodik, mélyül és strukturálódik. Mennyiségi szempontból annál gazdagabb az adott fogalom, annak tartalma, minél több építőelemet foglal magában. A tartalmi gazdagodás mint mennyiségi növekedés lehetővé teszi a fogalom fejlődését. Ez a fejlődés úgy valósul meg, hogy különböző bonyolultsági fokú struktúrák épülnek ki, és a nekik megfelelő funkciók teljesítését elsajátítjuk. A tartalmi gazdagodás, a minél több ismer-

ret elsajátítása azonban nem feltétlenül hoz létre fejlődést. A viszonylag nagy elsajátított tudástömeg nem mindig fejlődik a mai tudomány kínálta rendszerekké. A fogalom ontogenézisében a struktúrák kiépülési folyamatai, szakaszai látszanak a legfontosabb kérdésnek. E szakaszokat (elemi, egyszerű, összetett és komplex fogalmak) az újabb és újabb funkciók teljesítésének lehetővé válásával határozhatjuk meg. Pedagógiai szempontból azt kell tisztázni, hogy az adott fogalmat végső célként milyen szintre kívánjuk fejleszteni, továbbá azt, hogy az adott oktatási időpontban a szóban forgó fogalom milyen szinten létezik a tanulóknál, és erről a szintről hová kívánunk eljutni (Nagy, 1985).

A tananyag tartalmi, strukturális elemzésének módszerei

Ha a fogalmak ontogenézisét (tartalmi gazdagodását, mélyülését és strukturálódását) kívánjuk vizsgálni, azaz a tanulóknál létrejött (szubjektívált) tudás struktúrájáról szeretnénk információkat kapni, akkor célszerű az elsajátítandó (objektívált) tudás célként megadott struktúráját is feltárni.

A tudásstruktúra ismeretjellegű elemeinek számbavételére, szerkezetük feltárására már rendelkezünk eléggé általánosan használható módszerekkel (Nagy, 1972, 1985; Orosz, 1977; Salamon, 1983; Vidákovich, 1990). Ezek az eljárások kiindulási alapként az iskolában tanított tananyagot (tankönyveket) veszik, és módszereket adnak arra, hogyan lehet abban az egyes tudáselemeket (fogalmakat, tényeket stb.) és azok kapcsolatrendszerét felderíteni. A kapcsolatok különböző relációk formájában (elem, részhalmaza, előzménye, következménye stb.) adhatók meg. A relációk alapján a terület logikai szerkezetét irányított gráffal szemléltethetjük, melyben a pontok a terület elemei, az élek az elemek közötti kapcsolatok. A fogalmak struktúrájáról elvben rajzolható fogalmi „térkép” is. A fogalmi „térkép” a gondolatok belső szerveződését tükrözi, és legfőbb pszichológiai tulajdonsága, hogy az ismeretek bővülésével nem csupán részletekben gazdagodik, hanem teljes egészében is átrajzolódhat, átstrukturálódhat. Ugyanis a fogalmak fejlődésének minden egyes szakaszán a gondolatok között új és magasabb típusú kapcsolatok létesülnek (Salamon, 1983).

A tantervi anyagból, a tankönyvekből tehát összeállíthatjuk a tudás struktúráit, amelyek ugyan (a tantárgytól, a vizsgálni kívánt időszaktól függően) meglehetősen bonyolultak és szerteágazók lehetnek, de behatárolható a tartalmuk és a terjedelmük (Vidákovich, 1990).

Ha egy rendszer struktúráját fel kívánjuk tárni, többnyire magának a rendszernek a körülhatároltsága is kérdéses. A vizsgált rendszert egy átfogóbb rendszer elemeként tekinthetjük: tisztázunk, hogy mi az átfogóbb rendszer, amelynek struktúraalkotó eleme, mi a specifikuma, szerepe, funkciója vizsgált rendszerünknek az átfogó rendszerben. A vizsgált rendszer belső struktúrájának feltárása is szükséges („*behelyező körülhatárolás*”). Tisztázni kell az(oka)t a szemponto(ka)t, amely(ek) mentén a rendszer struktúráját fel kívánjuk tárni. Ugyanannak a rendszernek ugyanis különböző struktúrái létezhetnek (Nagy, 1985).

A struktúra feltárása történhet témakörönkénti elemzéssel, „felülről lefelé”, azaz az egészről újabb részre bontás során, de történhet „alulról felfelé”, tehát a tudáselemek összegyűjtése, listázása majd rendszerezése segítségével is (Vidákovich, 1990). Ily mó-

don lehet összegyűjteni egy tantárgy alapvető fogalom- és elvrendszerét (Kelemen, 1970).

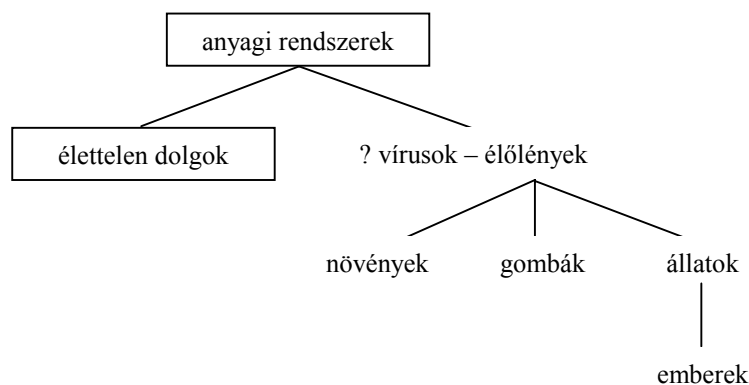
A tankönyvek sajátos szempontú tartalomelemzése segítheti a struktúra feltárását. A fogalmak bevezetésének sorrendje már önmagában is jellemzi bizonyos mértékig a tananyag felépítését, a fogalmi struktúra jellegét. Hiszen a már bevezetett, ismertnek tekinthető, rendelkezésre álló fogalmak mindig meghatározzák bizonyos mértékig a későbbi fogalmak bevezetésének módját, lehetőségeit (Salamon, 1983).

A vizsgált alapfogalmak rendszere, elemzése

A vizsgált alapfogalmak rendszere

Az egyik leglényegesebb tantárgyi sajátosság, hogy az adott tantárgyra a halmazképző vagy az individuális fogalmak jellemzőek-e. A biológia tantárgy csaknem kizárólag halmazképző fogalmak kialakítását célozza meg. E tantárgyban az individuumok eszközök a halmazképző fogalmak kialakításának folyamatában (Nagy, 1970).

A biológia halmazképző fogalmai közül az élőlény, növény, állat, ember, gomba fogalmának fejlődését vizsgáltam. Mivel a biológiában az általánosítás határa az „élőlény”, ezt a fogalmat a *biológia tudomány kategóriájának* nevezzük (Vojsvillo, 1978). A további négy fogalom terjedelme része az „élőlény” fogalom terjedelmének, így a vizsgált fogalmak egy hierarchikus rendszert alkotnak – a rész-egész viszonyoknak megfelelően – (1. ábra).



1. ábra

A vizsgált alapfogalmak rendszere

Az általánosítást folytatva áttérünk az *anyagi rendszer* fogalmára, akkor túllépünk a biológia határán, mert ez a tudomány nem foglalkozik az anyagi rendszerekkel (testek-

kel) általában. Az anyagi rendszerek egy másik részhalmozásával, az *élettelen dolgokkal* sem foglalkozik a biológia tudománya.

A *vírusok* a legelterjedtebb felfogás szerint az élő és az élettelen határán levő anyagrendszerek. Élettelennek és élőnek is lehet tekinteni őket aszerint, hogy milyen környezetben vannak. A sejten kívül teljesen úgy viselkednek, mint az élettelen anyagok, például kristályosíthatók. Az élő protoplazma jelenti azt a környezeti feltételt, amely mellett élőlényeknek tekinthetők. Biológiai módon azonban nem kell őket törölni az élők sorából, hiszen a környezet és az élőlény egysége elválaszthatatlanságának a fogalma nem köt bennünket arra vonatkozóan, hogy milyen legyen ez a környezet (Törő, 1989).

A vizsgált alapfogalmak elemzése

A vizsgált alapfogalmak kategorizálása

Attól függően, hogy milyen dologfajtát képez le a fogalom, különböző fogalomfajtákat kapunk. A fogalomelemzés első feladata: *az elemezendő fogalmak szétválogatása a fogalomfajták kategóriái szerint*. Ez elsősorban a struktúraelemzés szempontjából fontos (és természetesen a strukturált egyéni tudás létrehozása érdekében is). Az egyes fogalomfajták ugyanis specifikus struktúrákat alkotnak (Nagy, 1985).

Az általam vizsgált fogalmak (élőlény, növény, állat, ember, gomba): (a) létezés szerint: *reális*, (b) általánosítás szerint: *általános*, (c) absztrakció szerint: *konkrét* fogalmak.

A vizsgált alapfogalmak tartalmi és strukturális elemzése

A tantárgyak többsége valamelyik tudományágra épül. Ebből adódóan e tantárgyak átveszik az alapul szolgáló tudományág szemléletmódját, fogalomrendszerét, szóhasználatát. Így van ez a biológia tantárgy esetében is. A tankönyvekkel szemben alapvető igényként merül fel a tudományos hitelesség és érthetőség. Azt az optimális feldolgozási szintet és módot kell megtalálni, amely még nem mond ellent a tudományos hitelesség igényének, de egyúttal érthető, elsajátítható az adott korú, fejlettségű tanulók számára. Szükségszerű az egyszerűsítés. Fokozottan nehéz eleget tenni a tudományos hitelesség követelményének, ha a tudományágon belül több szakmai csoport, szakmai irányzat, szemléletmód él párhuzamosan egymás mellett, illetve megoszlik a tudomány képviselőinek az álláspontja valamely szakmai kérdésben (Zátonyi, 1991).

A tankönyv azonban csupán központi vezérfonala a tanulásnak, ahhoz más ismeretforrások is csatlakozhatnak, elsősorban a könyvtárban, de esetenként a tömegkommunikáció más eszközeiben is (Maróti, 1992). A tankönyvnek a tankönyvön kívüli információáradat rendszerezésében is fogódnót kell nyújtania, eligazodást kell biztosítania (Kiss, 1991).

A pedagógiában a fogalom tartalmának rendkívüli jelentősége van. Különbséget kell tennünk a *fogalom tárgyi tartalma* (a jelölt) és az *ismeret*, a jelstruktúra *mint tartalom* között. A tárgyi tartalom tapasztalati, szakmai, szaktudományi kérdés. Pedagógiai szempontból az a tantervi probléma, hogy milyen tartalmakat válasszunk ki az oktatás-nevelés tárgyául. Az ismeretbeli tartalom ezzel szemben azt jelenti, hogy milyen fajta elemekből

épül fel a fogalom (Nagy, 1983). A vizsgálat során a fogalom ez utóbbi értelemben vett tartalma érdekelt. Ez a megközelítés ad ugyanis választ arra a kérdésre, hogy miként alakul ki és gazdagodik a fogalom az egyes emberben, a tanulóban.

A környezetismeret- és a biológia-tankönyvekben végigkövettem az általam vizsgált fogalmak tartalmi gazdagodását, strukturálódását. Terjedelmi okok miatt e tanulmányban nem mutathatom be (az egyébként 1–12. évfolyamon kilistázott és feltárt, a vizsgált időszak miatt meglehetősen bonyolult és szerteágazó) tudásstruktúrákat, csupán néhány általános megállapításra szorítkozhatom.

Mivel az 1–5. osztályig oktatott *környezetismeret* tantárgy integrált tárgy, magában foglalja a fizikai, kémiai, földrajzi és biológiai alapismereteket. Nem átfogó jellegű alapfogalmak kialakítására törekszik. A tananyagában szereplő fogalmak túlnyomó többsége konkrét, illetve félabsztrakt. Az élőlények számos helyen szerepelnek a tananyagban, de a lényegi közös tulajdonságok kiemelésére nem vállalkozik. A tárgy koncepciójának egyik alappillére a gyermek közvetlen környezetének egyre tágulóbb körökben való feldolgozása, megismertetése (Havas, 1980). A környezetismeret tananyagban a halmazképző fogalmak sok esetben az individuális témákban szerepelnek. A halmazképző fogalmakkal kapcsolatos szétszórta adagolt tények rendszerezése a tanulóknak is nehézséget okoz. Ezen fogalmak strukturájának feltárása is problematikus. A környezetismeret tananyag koncentrikusan bővülő ismeretanyagot tartalmaz az élő és élettelen természet, az élőlények (növények, állatok, emberek, gombák) testfelépítésére, életjelenségeire, rendszerezésére, védelmére vonatkozóan is. Az egyes csoportok (törzsek, osztályok, amelyeket még ebben a korban nem nevezünk meg!) képviselői rendszeresen előfordulnak az egyes életközösségekben. Így állandóan ismétlésre, tudatosításra kerülnek ismeretjelvények, amelyeket újabakkal bővítünk. Az egyes csoportok néhány képviselőjével részletesen is megismerkednek a gyerekek (ezek a mintapéldányok). A tankönyvek ezen kívül még sok élőlény nevét és/vagy rajzát (képét) tartalmazzák. A sok élőlény ismerete kizárja, hogy egy adott törzset vagy osztályt később egy vagy esetleg két élőlény tulajdonságai alapján jellemezzünk. A reprezentáns elemekből álló példatár körütekintő kidolgozása és a reprezentánsok közül a minta kiválasztása azonban fontos tudástechnológiai feladat. A mintát bármikor szilárd bázisként, példaként asszociálhatják a tanulók az általános fogalomhoz (Nagy, 1985). Az 1–3. osztályban elsősorban morfológiai tulajdonságaik alapján jellemezzük az élőlényeket. A 4. osztálytól fokozatosan kerül sor az anatómiai ismeretek tanítására. A tananyag előbb említett koncentrikus bővülése mellett az ismeretanyag lineáris feldolgozására is sor kerül.

Az *általános és középiskolai biológia* tananyagban is egyidejűleg érvényesül a koncentrikusság és a linearitás elve. Az alsó tagozatban elsajátított biológiai tudás strukturái az ismeretek bővülésével, mélyülésével kiegészülnek, illetve egészen új strukturák alakulnak ki. A gimnáziumban az általános iskolában tárgyalt biológia tananyag magasabb szintű, kibővített újratanítása folyik (spirális felépítés).

Az iskolai tanulmányok során az *élőlényeket különböző oldalról, szempontból ismerik meg a gyerekek*. Ha az élőlényekről különböző szempontból kialakult összetett fogalmakat összetartozó rendszerré fejlesztjük, akkor létrejön az *élőlény komplex fogalma*. Ha a különböző szempontokhoz tartozó fogalmakat nem vonatkoztatjuk egymásra, akkor szem-

pontváltó fogalmat kapunk. Az egymásra vonatkozó elrendezés elvégzése *szempontrendező* fogalmat eredményez (Nagy, 1985).

A tanítás során törekedni kell arra, hogy az elsajátítandó tartalmakat egységes rendszerré, világképpé fejlesszük. Ehhez szükséges az egyes tantárgyak komplex fogalmainak, illetve azok rendszereinek feltárása.

Módszerek

A vizsgálat eszközei

A fogalomrendszer fejlődésének vizsgálatához öt (a 2. évfolyamon csak négy) feladatlap-változattól álló feladatlap-rendszert állítottam össze, illetve használtam. A vizsgált fogalomrendszer jellemzőinek többszemponútú elemzéséhez egy diagnosztikus térképvázlatot készítettem. A *feladatlapok* és a hozzájuk tartozó *javítási-értékelési útmutatók* valamint a diagnosztizálást segítő *diagnosztikus térképvázlat* képezik a vizsgálat mérőeszközeit.

A mérőeszközök megtervezése, előállításuk csak a vizsgálandó terület elemeinek, szerkezetének feltárása után vált lehetségessé.

A feladatlap-rendszer

A feladatlap-rendszer kidolgozásának lépései:

- 1) Először a fogalomrendszerhez feladatokat készítettem, a *teljes lefedés* alapelvének megfelelően.
- 2) A feladatokat feladatlapokba rendeztem, a következő elveket érvényesítve:
 - a) Törekedtem arra, hogy a választott feladatok reprezentatív mintáját alkossák a fogalomrendszert feltáró feladatok halmazának. Az egy-egy résztémakörhöz tartozó feladatok közül véletlenszerűen választottam ki annyit, amennyi a tesztbe még „belefért”, valamint a feladatokat megosztottam a tanulók között, feladatlap-változatokba rendeztem a diagnosztikus térképvázlatban előre meghatározott taxonómia alapján, ügyelve arra, hogy a feladatlap-változatok együttesen a vizsgálandó fogalomrendszert a megadott szempontokból teljesen lefedjék. Így a *teljes lefedés* és a *véletlenszerű feladatválogatás* kombinációját alkalmazva a tanulóknak a feladatok előre meghatározott körét kellett csak megoldaniuk.
 - b) Biztosítani kellett a tanulói teljesítmények összehasonlíthatóságának, a fogalomfejlődés nyomonkövetésének lehetőségét. Ennek érdekében a feladatlap-változatokat úgy állítottam össze, hogy a feladatok egy része megegyezzen két vagy több évfolyamon. Az ilyen feladatokat *láncfeladatoknak* vagy *hídfeladatoknak* is szokás nevezni.
 - c) Mivel a feladatlapok széles (6–16 év) életkori intervallumban végzendő vizsgálatokra készültek, figyelembe kellett venni a feladatok megfogalmazásánál

az eltérő életkori sajátosságokat és a tanulók ismereteinek bővülését, ezért az egyes feladatlap-változatok a felsőbb évfolyamokon „nehezített” feladatokat tartalmaznak.

- d) A feladatlapok megbízhatóságát növelte az is, hogy egyes feladatokat már kipróbált feladatgyűjteményekből vettem át, illetve ezek módosított változatát használtam fel a vizsgálathoz.
- e) Mivel az iskolai tananyag az ismeretszerzésnek csak egyik forrása, s a gyerekek máshonnan (televízióból, rádióból, ismeretterjesztő könyvekből stb.) is szerezhetnek ismereteket, igyekeztem ezt is figyelembe venni a feladatlapok összeállításánál. Így az egyes feladatlap-változatok tartalmaznak olyan feladatokat is, amelyek megoldásához nem elegendő csupán a tananyag elsajátítása.
- f) A feladattípusok válogatásánál, a feladatlap-változatok összeállításánál törekedtem arra, hogy azok az értékelendő tartalmakat a megfelelő követelményszinteken mérjék, azaz az adekvát feladatválasztás alapelve szerint jártam el.
- g) Figyelembe vettem azt is, hogy a feladatlap-változatok megoldására maximum egy tanítási óra áll majd a tanulók rendelkezésére. Ezért arra törekedtem, hogy az egyes feladatlap-változatok itemeinek száma a 60–80-at ne haladja meg. Természetesen a felsőbb évfolyamok feladatlap-változatainak itemszáma nagyobb, hiszen az egyes feladatokba új alternatív elemeket építettem be, illetve újabb feladatok is bekerültek a mérőlap-változatokba.

Diagnosztikus térképvázlat a fogalomrendszer vizsgálatához

A mérés célja a diagnózis, ami nem más, mint egyfajta „térkép”, azaz a vizsgált terület (fogalom-rendszer) jellemzőit részletesen, egy vagy több szempontból megmutató információrendszer. A diagnosztikus térkép a diagnosztikus térképvázlat „kitöltése”. A diagnosztikus térképvázlat pedig egy keret, egy séma, amely adott területen megmutatja a diagnosztikus elemzéshez szükséges mutatók szerkezetét és egyúttal kiszámításuk módját is. Mivel egy-egy terület diagnosztikus elemzése sokféle szempont alapján történhet, ezért ugyanazon területhez (pl. tantárgyi tudáshoz) különböző diagnosztikus térképvázlat adható meg. Az elképzelhető szempontok, szempontrendszerek igen sokfélék és tantárgyfüggőek. Egy tantárgy tartalmi elemzése során keletkező struktúra maga is lehet egyfajta diagnosztikus térképvázlat (*Vidákovich, 1990*).

Az általam vizsgálni kívánt fogalomrendszer diagnosztikus térképvázlatának (annak szempont-rendszere) elkészítésekor a tartalmi elemzés során feltárt struktúrát nagymértékben figyelembe vettem.

A biológiai alapfogalmak fejlődésének vizsgálatához készült diagnosztikus térképvázlat szempontrendszere:

- 1) *Élő és élettelen*
- 2) *Az élőlények szerveződési szintjei*
 - Egyed alatti szerveződési szintek
 - Molekuláris szint
 - Sejtszint

Szövetek szintje
Szervek, szervrendszerek szintje
Egyedi szint – a szervezet szintje
Egyed feletti szintek
Populációk
Társulások (biomok)
Bioszféra

- 3) *Az élőlények életműködései*
Önfenntartó életműködések
Anyagcsere
Táplálkozás
Légzés
Anyagszállítás
Kiválasztás
(Aktív) mozgás
Védekezés
Önreprodukáló életműködések
Szaporodás, öröklődés, változékonyság
Növekedés, fejlődés
Önszabályozó életműködések
Ingerlékenység
Szabályozás
Hormonális szabályozás
Idegi szabályozás
- 4) *Az élőlények rendszerezése, evolúciója*
Prokarioták
Egysejtű eukarioták
Többsejtű eukarioták
Növények
Állatok
Gombák
- 5) *Élőlények és a környezet*
Abiotikus környezeti tényezők
Biotikus környezeti tényezők
- 6) *A vizsgált fogalmak rendszere*
Növények
Állatok
Emberek
Gombák
Vírusok

7) *A tudás szintjei*

- Felismerés
 - Reproduktív szinten
 - Produktív szinten
- Kapcsolás
 - Reproduktív szinten
 - Produktív szinten
- Kivitelezés
 - Reproduktív szinten
 - Produktív szinten
- Értelmezés
 - Reproduktív szinten
 - Produktív szinten
- Szemléletes
- Verbális

A szempontoknak megfelelően csoportosítottam a feladatlap-változatok feladatait/feladataleleit, így kaptam meg a diagnosztikus térkép vázlatot.

A minta

A felmérést Szegeden, illetve a közvetlen környék egy általános iskolájában végeztem. Nem volt cél országos reprezentatív minta használata, de egyéb felmérések megerősítik, hogy Szeged és vonzáskörzete nem különbözik lényegesen az országos átlagtól. A felmérés tanulópopulációi a karakterisztikus iskolaszakaszoknál helyezkedtek el: általános iskolák 2., 4., 6., 8. osztályos és a gimnáziumok 10. osztályos tanulói. Ezek a szakaszok az általános iskolák 2. osztályának kivételével megegyeznek a NAT-ban szereplő pedagógiai szakaszokkal, amely szakaszok végére a NAT (1995) meghatározza az egyes műveltségi területeken a tanulók elérendő tudását, teljesítményeit. A vizsgálat ily módon átfogja a kötelező iskolázás teljes időszakát. A mintába összesen 1238 tanuló került 14 iskola (ebből 10 általános iskola és 4 gimnázium) 58 osztályából.

A vizsgálat lebonyolítása

A mérést 1995 májusában végeztem. A fejlődésanalízis alapvetően longitudinális (egy mintát követő) vizsgálati módszerét *transzverzális méréssel* (több minta egyidejű mérésével) helyettesítettem, hiszen a vizsgálat szélesebb életkort (8 évet) fogott át. Mivel az állandósult tudás értékelése volt a cél, ezért a tanulókkal nem közöltük a mérés időpontját, hogy ne tudjanak előre felkészülni az értékelésre. Minden osztályban az adott évfolyam számára készült feladatsor két változatát írtam meg, hogy kiküszöböljem a közvetlen szomszédok mérőlapjairól való másolást. A megoldáshoz 45 perc (1 tanítási óra) tiszta munkaidő állt rendelkezésre. A feladatokat tetszőleges sorrendben oldhatták meg a

tanulók, és elkészülésük után azonnal beadták a feladatlapot. A megoldáshoz nem használhattak semmilyen segédeszközt.

A feladatlapok javítását a javítási útmutatók alapján változatonként végeztem. A megoldatlan elemet is hibásnak számítottam, s nem vettem figyelembe a pontozásnál a feladatok/feladatelemek nehézségét.

A felmérés eredményei, következtetések a vizsgált fogalmak fejlődésére vonatkozóan

A feladatlapok kérdéseire adott tanulói válaszok (válaszelemek) mennyiségi és minőségi értékelését is elvégeztük. Az egyes itemekre átlagot és szórást számoltunk. Feladatonkénti, feladatlap-változatokra és évfolyamokra vonatkozó, valamint a diagnosztikus térkép-vázlatban szereplő szempontoknak megfelelően képzett témakörönkénti összesítést is készítettünk.

A *mennyiségi értékelés* – a statisztikai átlagok – megmutatják, hogy az adott feladatot/feladatelemet a tanulók hány %-a oldotta meg tökéletesen, vagy kisebb-nagyobb hibával, tévedésekkel. Megmutatják a gondolkodás fejlődésében a régi és az új formák arányát, a fejlődés ütemét, az esetleges elmaradásokat. Megtudhatjuk, hogy a tanulók többsége képes-e egy adott ismeretanyagot az adott életkorban elsajátítani. Az életkori szinteket, sajátosságokat azonban nem lehet a statisztikai átlagokból megállapítani (ez nem mennyiségi szint, hanem minőségi). A gondolkodásban a fogalomalkotások törvényszerűen jelentkező sajátosságait elsősorban *minőségi elemzésekkel* kell feltárni.

A fentieket figyelembe véve értékeltem a mért statisztikai átlagokat, s a vizsgált biológiai alapfogalmak fejlődésének feltárásához a mennyiségi értékelést minőségi elemzéssel egészítettem ki. Ebben a tanulmányban elsősorban a mennyiségi értékelés eredményeit mutatom be részletesen, és az egyes feladatokat érintő, részletekbe menő minőségi elemzésre nem térek ki. Ebből csak a vizsgált alapfogalmak fejlődése szempontjából levonható általános következtetéseket ismertetem.

A statisztikai átlagok helyes értékeléséhez azonban meg kell jegyezni, hogy a feladatok megoldására szánt idő nem volt korlátozva. Ezért úgy vehetjük, ha a tanulók nem foglalkoztak egy-egy feladattal/feladatrésszel, akkor nem is tudták azt. Az itemenkénti elemzésnél a hiányzó változókat is úgy tekintettük, hogy azt nem tudta megoldani a tanuló. Így csak azt tudhatjuk meg, hogy a tanulók hány %-a tudja jól az adott feladatot/feladatrészt. Ezzel tulajdonképpen bizonyos információkat elveszítettünk: mert másképpen kellene kezelni, ha a tanuló nem tudja, illetve másként tudja az adott feladatot/feladatrészt.

Évfolyamonként és feladatlap-változatonként összesített eredmények

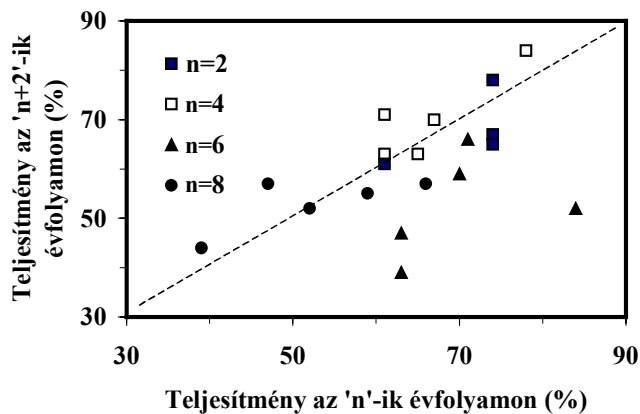
Az évfolyamonként és feladatlap-változatonként összesített eredményeket az *1. táblázatban*, illetve a *2. ábrán* mutatom be. Az összesített eredményekből megállapítható, hogy az egyes évfolyamok tanulóinak mennyire sikerült elsajátítaniuk a vizsgált alapfo-

galmakkal kapcsolatos tantervi követelményeket, hogyan teljesítettek a lehetséges maximumhoz viszonyítva. Látható, hogy a 2. és a 6. évfolyam teljesítménye kimagaslik a többi közül. *A legnagyobb mértékű fejlődés a 10–12 év között tapasztalható.* A 8. osztályosok a 6. osztályosok szintje alatt, a 10. évfolyam tanulói pedig a 8. osztályosokkal közel azonos szinten teljesítettek. Tehát a 14–16 év között nem mutatható ki jelentős fejlődés.

1. táblázat. Az évfolyamok teljesítménye feladatlap-változatonként és összesítve

évfolyam feladatlap-változat	2. évfolyam átlag (%)	4. évfolyam átlag (%)	6. évfolyam átlag (%)	8. évfolyam átlag (%)	10. évfolyam átlag (%)
A változat	61	61	71	66	57
B változat	74	78	84	52	52
C változat	74	67	70	59	55
D változat	74	65	63	47	57
E változat	–	61	63	39	44
Összesen	71	66	70	53	53

A kapott vizsgálati eredmények megerősítik korábbi hazai és külföldi vizsgálatok eredményeit: az általános iskolákban a 6., 7. osztályokban volt a legmagasabb a teljesítmény; a 14 évesek alacsonyabban teljesítettek, mint a 12 évesek; 13–17 év között kicsi a változás, lelassul a fejlődés (Csapó, 1994a, 1994b); a diákok elképzelései a fizikai jelenségekről hajlamosak visszatérni egy kevésbé tudományos alapra 15 éves kor körül a teljes megértés előtt (Osborne és Cosgrove, 1983).



2. ábra

A magasabb évfolyamok teljesítménye az előző évfolyamok teljesítményének függvényében (feladatlap-változatonként)

Ha a teljesítményt évfolyamonként és feladatlap-változatonként ábrázoljuk az életkor függvényében, akkor az egyes feladatlap-változatok teljesítménygörbéi a felméréssel átfogott 8 év alatt különböző mértékű fejlődést jeleznek. A fejlődésvonalak párhuzamossága azt jelenti, hogy a változásokat a feladatlap-változatok nagyjából egyformán jelenítik meg.

A 2. ábrán a magasabb évfolyamok átlagteljesítményét ábrázoltam az előző évfolyamok átlagteljesítményének függvényében (mind az öt feladatlap-változat esetében). Az ábrán bejelölt szaggatott vonal az egymást követő („n” és „n+2”) évfolyamok azonos teljesítményszintjét jelzi. Ha az ábrázolt pontok az egyenesre esnek, az azt jelenti, hogy az egymást követő évfolyamok teljesítményszintje megegyezik. Ha az egyenes fölötti térrészben helyezkednek el, az a teljesítményszint emelkedését (a fejlődést), ha pedig az egyenes alatti térrészben helyezkednek el, az a teljesítményszint csökkenését (a visszaesést) jelzi. Az ábráról leolvasható, hogy a 4. osztályosok egy feladatlap-változatban magasabban, kettőben alacsonyabban és egyben ugyanazon a szinten teljesítettek, mint a 2. osztályosok. A 6. osztályosok négy feladatlap-változatban magasabban, egyben pedig valamivel alacsonyabban teljesítettek, mint a 4. osztályosok. A 8. osztályosok mind az öt feladatlap-változatban a 6. osztályosok szintje alatt teljesítettek. A 10. osztályosok két feladatlap-változatban magasabban, kettőben alacsonyabban, egyben pedig ugyanazon a szinten teljesítettek, mint a 8. osztályosok.

A 14 évesek teljesítményének többféle oka is lehet:

- 1) Lehet, hogy egyes kritériumokban fejlődtek, de azok adott kombinációjában nem tudtak teljesíteni.
- 2) A gyakorlatuk, ismereteik szélesedtek, részletesebben válaszoltak – esetleg (relative) kevesebb idejük volt.
- 3) A magasabb szinten nemrég tanult ismeretek esetleg nem interpretálódtak kellőképpen.
- 4) Egyéb (régebben tanult ismeretek felidézésének problémája, attitűd stb.; *Archenhold, Austin, Bell, Black, Braund, Daniels, Holding, Russel és Strang, 1991*).

Jelen felmérés esetében a (2) pontban leírt lehetséges magyarázattól eltekinthetünk, mert elegendő idő állt a tanulók rendelkezésére a feladatlap-változatok megoldásához. Az (1) és (3) pontban megfogalmazott okok a vizsgálat során több esetben is bizonyítást nyertek. A (4) pontban felsorolt egyéb okok teljesítményt befolyásoló szerepére pedig már többen is felhívták a figyelmet. Az attitűd, a feladathoz való hozzáállás jelentősen befolyásolja a teljesítményt. *Pólya (1977)* szerint téves volna azt hinni, hogy a feladatok megoldása pusztán az „értelem dolga”. Az elhatározásnak és az érzelmeknek is fontos szerepük van. Ha egy diák egészen ostoba baklövéseket követ el vagy kétségbeejtően lassú, akkor majdnem mindig ugyanaz az ok: egyáltalán nem is akarja a feladatot megoldani, valójában meg sem akarja érteni, és így persze nem is érti meg. A legelső dolog pedig, ami a feladat megoldásához szükséges az, hogy megértsük. Aki rosszul érti, rosszul is válaszol. Ahhoz, hogy a tanuló megértse a feladatot, összpontosítania kell a figyelmét. A tanulók tanulási koncepciója kölcsönhatásban van megfigyelőképességükkel és így hat teljesítményükre is. A gyerekek teljesítménye ebből a szempontból „mint interakció terméke” értelmezhető (*Russel, Black, Bell és Daniels, 1991*). A feladat felfogása, megértése függ a tanulók korábbi tapasztalataitól (*Strang, Daniels és Bell, 1991*). Ahhoz, hogy

megoldjuk a feladatot, ki kell keresnünk és a feladat természetének megfelelően össze kell kapcsolnunk egymással azokat a lényeges tudáselemeket, amelyek a feladat megoldásához szükségesek. A feladatról alkotott felfogásunkat a lényeges elemek felidézése, mozgósítása és szervezése jelentősen gazdagítja (Pólya, 1977).

Közismert, hogy a 8. osztályosok továbbtanulását elsősorban első félévi és a felvételi vizsgán elért eredményük dönti el, így a második félévben már kevesebb érdekük fűződik ahhoz, hogy kitartóan, szorgalmasan dolgozzanak. Másrészt az első félév megfeszített munkája és a felvételi vizsga okozta stressz után kifáradnak.

A 14–16 éves korosztály teljesítménye között lévő különbség értékeléséhez figyelembe kell venni két tényezőt: a középiskolai tanulmányokat és a szelekciót (Csapó és B. Németh, 1995).

A feladatlap-változatok feladatonkénti és összesített teljesítménye az egyes évfolyamokon

Ha a különböző feladatlap-változatok láncfeladatainak teljesítményét tekintjük, általánosságban megállapíthatjuk:

- 1) A legtöbb esetben (ha némi ingadozással is, de) a magasabb évfolyamokon nő a tanulók teljesítménye az azonos feladatok és/vagy feladatelemek esetében.
- 2) A 10–12 év között a legjelentősebb a teljesítménynövekedés.
- 3) A 14 évesek teljesítményében sok esetben a 12 évesekhez képest inkább visszaesés tapasztalható.
- 4) A frissen feldolgozott tananyag viszonylag alacsony átlaggal jelenik meg, s csak későbbi évfolyamokon figyelhető meg fejlődés.
- 5) Azon feladatok és/vagy feladatelemek megoldásának az átlaga a nagyobb, amelyekben szereplő ismeretek a vizsgált időszak alatt többször (új szempontból, kibővítve) kerülnek tárgyalásra.

A diagnosztikus térképvizslat szempontjai alapján képzett témakörönkénti összesítés

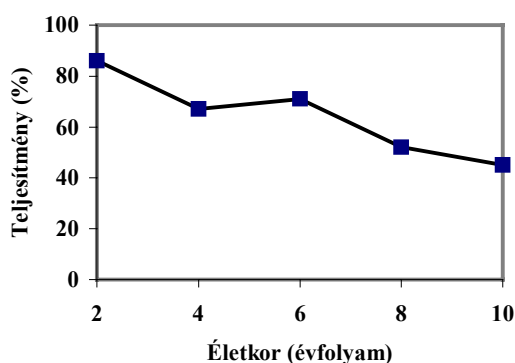
A biológiai alapfogalmak fejlődését vizsgáló tesztsorozat diagnosztikus térképe is elkészíthető. Szerkezete megegyezik a térképvizslatével, benne a tesztváltozatok – a térképvizslat elemzési szempontjai szerinti beosztás után kialakult – itemcsoportjainak átlagteljesítményei szerepelnek az adott csoportban elérhető teljesítmény %-ában. Az elemzési szempontok szerinti, az évfolyamok összes tesztváltozat együttesére vonatkozó átlagteljesítmények is kiszámolhatók. Ezek az adatok azt mutatják, hogy milyen lenne az átlagteljesítmény, ha a mérésben szereplő minden tanuló minden saját évfolyama számára készített tesztváltozatot megoldott volna.

A diagnosztikus térkép jellemző formája a táblázat (táblázatrendszer), de megjeleníthető grafikonok, diagramok, hisztogramok formájában is. Az elemzési szempontoknak megfelelően elkészítettem a *diagnosztikus térkép grafikon-változatait* is, e tanulmányban hely hiány miatt csak ezekből mutatok be néhányat. A különböző évfolyamok összes

tesztváltozat együttesére vonatkozó, az egyes elemzési szempontok szerinti átlagteljesítményeit ábrázoltam az életkor (évfolyam) függvényében. Így jobban nyomon követhető a vizsgált biológiai alapfogalmak felméréssel átfogott időszak (8 év) alatti fejlődése. A teljesítménygörbék megítéléséhez azonban minden esetben figyelembe kell venni, hogy a kérdések összeállításakor a tanulók ismereteinek bővülésére és mélyülésére is tekintettel voltam.

Az élőlények és az élettelen dolgok megkülönböztetése

A 3. ábrán az élőlények és az élettelen dolgok megkülönböztetésére vonatkozó feladatok (feladatelemek) megoldásának évfolyamonkénti összesített átlagteljesítményét ábrázoltam az életkor függvényében. Az ábráról leolvasható, hogy a 2. és 6. osztályosok teljesítménye kiugróan magas a többi évfolyaméhoz képest. Az e szempont szerinti 64 %-os összesített átlagteljesítmény magyarázható azzal is, hogy a biológia-tankönyvek sehol sem kísérik meg meghatározni az „élet”, az „élőlény”, az „élővilág” alapvető biológiai fogalmait (Kiss, 1991). Először és utoljára az 1. osztályos környezetismeret-tankönyvben találkozunk az élőlény egyszerű felsorolásos definíciójával.



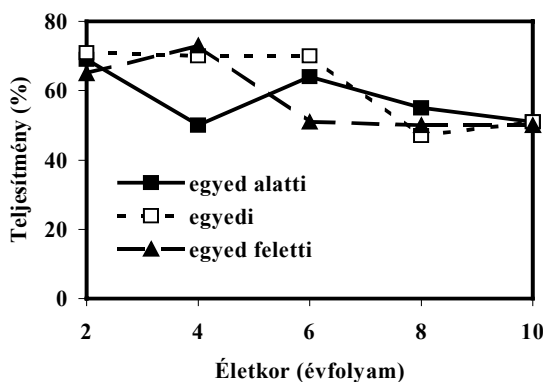
3. ábra

Az évfolyamok teljesítménye a diagnosztikus térképvázlat 1. szempontjának (Élő és élettelen) megfelelő en képzett feladathalmazra vonatkozóan

Az élőlények szerveződési szintjei

A 4. ábra az élőlények szerveződési szintjei szerint képzett feladathalmazok megoldásának évfolyamonkénti összesített átlagteljesítményeit ábrázolja az életkor függvényében. Látható, hogy a tanulók egyedi szintre vonatkozó tudásszintje a 6. osztály után csökken. Ez a fajok egyedi ismertető jegyeire való kevesebb odafigyeléssel magyarázható (a mennyiség növelése a minőségi fajismeret kárára). Az „egyed” fogalma a 7. osztályos biológia-tankönyvben kerül először és utoljára meghatározásra, a gimnáziumi biológia-tankönyvekben nem szerepel. A 4. évfolyamig az egyed feletti, míg a 6. osztálytól az egyed

alatti szintek teljesítménye a magasabb. Az egyed alatti szerveződési szintek közül a felsőbb évfolyamokon a *molekuláris szinttel* kapcsolatos feladatok teljesítménye a legalacsonyabb. A *sejtszinttel* kapcsolatos tudásszint a 4. osztálytól fokozatosan, egyenletesen emelkedik, míg a *szövetek szintjével* kapcsolatos tudásszintről ennek ellenkezője (8. osztálytól fokozatosan csökken) mondható el. A *szervekkel, szervrendszerekkel* kapcsolatos feladatok megoldásának teljesítménye a különböző évfolyamokon viszonylag egyenletesnek mondható. Az egyed feletti szerveződési szintek közül az *életközösségekkel, társulásokkal* kapcsolatos feladatok megoldásának teljesítménye erősen hullámzó. Amely évfolyamokon foglalkoznak e témakörrel, ott jelentősen megemelkedik a teljesítményszint, de az azt követő évfolyamon már le is csökken. Az ismeretek nem rögzülnek kellően. A *populációkkal* kapcsolatos tudásszint 8. osztályról 10. osztályra csökken. Egyébként a 10. osztályban mindhárom egyed feletti szinttel kapcsolatos tudásszint alacsony.



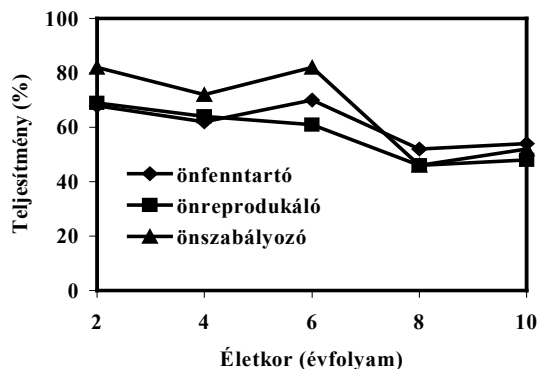
4. ábra

Az évfolyamok teljesítménye a diagnosztikus térképvázlat 2. szempontjának (Az élőlények szerveződési szintjei) megfelelően képzett feladathalmazokra vonatkozóan

Ha figyelembe vesszük, hogy a középiskolai biológia-tankönyveinkben a szerveződési szintek szerint történik a tananyag elrendezése, akkor méginkább alacsonyoknak mondhatók e teljesítmények.

Az élőlények életműködései

Az 5. ábrán az élőlények életműködései szerint kialakított feladathalmazok megoldásának évfolyamonkénti összesített átlagteljesítményeit ábrázoltam az életkor függvényében. Az ábrán a három életműködéscsoport teljesítménygörbéje látható. *Az önfenntartó életműködések teljesítménygörbéjének a lefutása a legegyszerűsebb. Az önreprodukáló és (különösen) az önszabályozó életműködések fejlődésgörbéi a teljesítményszint nagyobb mértékű ingadozásait mutatják.*



5. ábra

Az évfolyamok teljesítménye a diagnosztikus térképívázat 3. szempontjának (Az élőlények életműködései) megfelelően képzett feladathalmazokra vonatkozóan

Ha az élő – élettelen összehasonlítására (3. ábra) és az életműködésekre (5. ábra) vonatkozó fejlődésvonalakat együtt tekintjük, megállapítható, hogy azok lefutása azonos. Ez azt jelenti, hogy az élőlény fogalom lényegét az életjelenségek oldaláról ragadják meg a tanulók.

Ha az egyes önfenntartó életműködések teljesítményét tekintjük, megállapítható, hogy a tanulók anyagcserével és mozgással kapcsolatos tudásszintje egyenletesen (csak kisebb ingadozásokat mutatva) fejlődik. A védekezéssel kapcsolatos tudásszint a 2–6. osztályig szinte alig változik, utána azonban jelentősen csökken.

Az anyagcsere részfolyamatai közül a tanulók kiválasztással kapcsolatos ismereteinek elsajátítási szintje a legalacsonyabb mindegyik vizsgált évfolyamon. A táplálkozás életjelenségével kapcsolatos tudásuk szilárd, a görbe lefutása egyenletes. Az anyagszállítással és a légzéssel kapcsolatos teljesítménygörbék a legegyszerűsebb lefutásúak. A kiválasztás görbéje elkülönül a másik három életjelenség (egy tömbbe tömörülő) görbéjétől. Ez jelzi az utóbbi életjelenségek szorosabb összetartozását is a gyerekek tudatában.

Az önreprodukáló életműködések közül a szaporodás, öröklődés, változékonyság, illetve a növekedés, fejlődés teljesítménygörbéi majdnem teljesen párhuzamosan futnak egymáshoz képest, vagyis fejlődésük azonos ütemben történik. A szaporodás, öröklődés, változékonyság teljesítményszintje valamivel magasabb, mint a növekedésé, fejlődésé. Ez nem véletlen, hiszen a mozgás után a szaporodás kritikus tulajdonságának megismerése már az alsó tagozatban megvalósul. A 8. osztályosok teljesítménye mindkét életjelenséggel kapcsolatban nagyon alacsony.

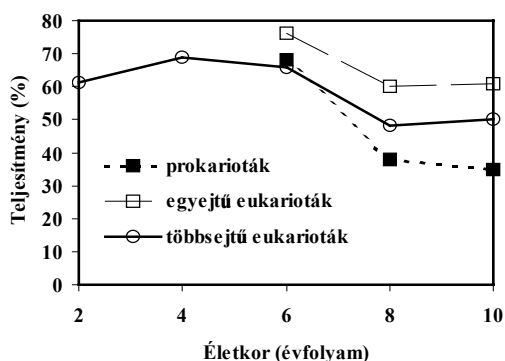
Az önszabályozó életjelenségek közül az ingerlékenység életjelenségével kapcsolatos teljesítménygörbe viszonylag stabilabb tudást jelez. A szabályozással kapcsolatos ismeretek elsajátítási szintje a 6. osztály után majdnem egyenletesen csökken. A teljesítményszintek a 10. osztályra csaknem kiegyenlítődnek.

A biológiatanítás egyetlen szintjén sem kikerülhet az életjelenségek témakör. A Biológia III. tankönyvben a növények és az állatok életműködései egymás közé szórva ke-

rülnek sorra, így nem alakul ki kép az egyedek működéseinek összefüggéseiről. A könyv különböző helyein tárgyalt részek között nincsenek keresztutalások az összefüggések megtalálására. Az egymás közé szórt növényi és állati egyedi működések két évfolyam anyagává tagolódnak szét, és így a „szabályozás” elkülönül az „alacsonyabb rendűnek” gondolt történésektől. Az apró és normál betűs részek elosztása is átgondolatlan a tankönyvben. Nem derül ki a tankönyvből az sem, hogy az élőlények nyílt rendszerek, így pedig az anyagcsere folyamata sem értelmezhető kellő mélységben (Kiss, 1991). Ugyanezen megállapítások szinte szóról-szóra igazak a 7. és 8. osztályos tankönyvekre is, így az itt leírtakkal magyarázhatók a kapott eredmények.

Az élőlények rendszerezése és evolúciója

A 6. ábrán az élőlények rendszerezése és evolúciója szempontjából előállított feladathalmazok megoldásának évfolyamonkénti összesített átlagteljesítményeit ábrázoltam az életkor függvényében. A *prokarióták*, *egysejtű eukarióták* teljesítménygörbéi majdnem párhuzamosak egymással, *fejlődésük üteme azonos*. A 6. osztályosok teljesítményszintje most is kiugróan magas. A *többsejtű eukarióták* közül a *gombákra*, *növényekre* és *állatokra* vonatkozó ismeretek elsajátítási szintjei egy tömbbé csoportosulnak össze, *szoros kapcsolatot mutatnak*. A *legmagasabb az állatok* rendszerével, evolúciójával kapcsolatos tudás szintje mindegyik évfolyamon.



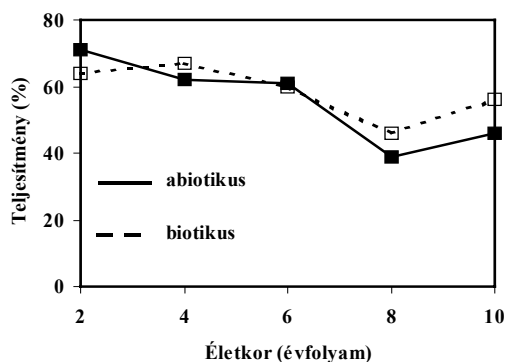
6. ábra

Az évfolyamok teljesítménye a diagnosztikus térképvizlat 4. szempontjának (Az élőlények felosztása, evolúciója) megfelelően képzett feladathalmazokra vonatkozóan

Az élőlények és a környezet kapcsolata

A 7. ábrán az élőlények és a környezet (*abiotikus és biotikus környezeti tényezők*) kapcsolatával összefüggő feladathalmazok megoldásának átlagteljesítményeit ábrázoltam az életkor függvényében. A teljesítménygörbék lefutása *a két tudásszint szoros kapcsola*

latát mutatja. A teljesítménygörbék lefutását befolyásolja, hogy az általános és középis-kolai biológia-tankönyvek nem ökológiai szemlélettel készültek. Az ökológia általában csak a könyvekben egy fejezet. Az ökológiát be kellene építeni a többi anyagba, és a fe-jezetet akár el is lehetne hagyni (Kuechle, 1995).



7. ábra

Az évfolyamok teljesítménye a diagnosztikus térképívázat 5. szempontjának (Élőlények és környezet) megfelelően képzett feladathalmazokra vonatkozóan

A vizsgált biológiai alapfogalmak

A tanulók tudásszintje minden vizsgált életkori szakaszban az emberre és az állatok-ra vonatkozóan a legmagasabb. A 8. osztályosoknál minden vizsgált fogalommal kapcsolatban erőteljes teljesítménycsökkenés tapasztalható (kivételt ez alól az emberre vonatkozó ismeretek elsajátítási szintje jelent). A fejlődési vonalak a teljesítmények hullámzását tükrözik. Az egyes évfolyamok teljesítményei a vizsgált alapfogalmak esetében nem mutatnak lényeges eltéréseket, s ebben ezen *alapfogalmak* (a gyerekek tudatában is meglévő) *szoros kapcsolata* nyilvánul meg.

A tudás szintjei szerinti értékelés

A biológiai alapfogalmak fejlődésének vizsgálatához használt feladatokat a tudás alkalmazási kitériumai szerint (Nagy, 1992, 1993) is csoportosítottam.

A különböző életkorú tanulók a *reproduktív felismerés* szintű feladatok megoldásában érik el a legmagasabb teljesítményeket. A *produktív felismerés* szintű feladatok megoldásának teljesítménye mindig a reproduktív felismerés szintje alatt van. A *kapcsolás* szintjén számonkérő feladatok megoldása általában nehezebb, mint a felismerés szintű feladatoké, de a feladat tartalmától, típusától függően a produktív felismerés szintű feladat nehezebbnek bizonyulhat a tanuló számára, mint a reproduktív kapcsolat szintű feladat. A *kivitelezés* szintű feladatok általában nehezebbek, mint a kapcsolat szintűek. A legnehezebbnek az *értelmezés* szintű feladatok tekinthetők. A *produktív, reproduktív*

szinttől függően azonban ez utóbbiak esetében is *lehetnek átfedések*. Például egy reproductív értelmezés vagy kivitelezés szintű feladat könnyebbnek bizonyulhat a tanuló számára, mint egy produktív kapcsolás szintű feladat.

Ha az *absztrakciós szintek értékelési kritériumainak megfelelően* képzett feladathalmazok megoldásának évfolyamonkénti átlagteljesítményeit tekintjük az életkor függvényében, akkor megállapítható, hogy *a szemléletes és verbális szintű feladatok megoldásának teljesítménygörbéi egymással párhuzamosan futnak*. Az *alacsonyabb életkorban a tanulók szemléletes és verbális teljesítménye alig tér el egymástól* (verbális szinten valamivel jobban teljesítenek). *10 éves kor után* azonban a két szint teljesítménye jobban elkülönül egymástól, és azt tapasztaljuk, hogy tanulóink *jobban teljesítenek a szemléletes szintű feladatokban*. Ebből arra következtethetünk, hogy *a kisebbek élőlényekkel kapcsolatos fogalmi szemléletesek*, tartalmukban a szemléletes jegyek dominálnak. A *magasabb évfolyamokon* a gyerekek egyre több mindent tanulnak az élőlényekről. A hatalmas ismeretömből a feladat megoldásához szükséges ismeretelemek mozgósítása, szervezése nem könnyű feladat (Pólya, 1977). *A feladatok megoldását éppen ezért segítik az ábrák*, mert ezek megkönnyítik az utóbbi folyamatokat. A természettudományos tantárgyak (így a biológia) tanulása a legtöbb esetben egyébként képek, táblázatok segítségével történik, melyek később is segítik a szövegek megértését (Báthory, 1989). Azt is figyelembe kell venni, hogy a mai ifjúság más, mint a korábbi volt. A fiatalok receptorai manapság a képre (elsősorban a tévéképre) alakulnak ki, az iskolákban azonban még mindig az évezredek óta bevált (didaxison alapuló) oktatási módszerek, formák uralkodnak (Csaba, 1992).

Összegzés

A feladatok minőségi elemzése révén nyert adatok megerősítik, illetve kiegészítik a mennyiségi értékelés során kapott eredményeket. *Összefoglalóan megállapíthatjuk:*

- 1) *Az élőlény fogalom lényegét az életjelenségek oldaláról ragadják meg a tanulók.*
- 2) *Az összetartozó ismeretek/ismeretelemek* (pl. az önfenntartó életműködések: anyagcsere, mozgás, védekezés; az anyagcsere életfolyamatai: táplálkozás, légzés, anyagszállítás (de a kiválasztás nem!); önreprodukáló életjelenségek: szaporodás, öröklődés, változékonyság, növekedés, fejlődés; az élővilág nagy egységei: prokarióták, egysejtű eukarióták, többsejtű eukarióták /gombák, növények, állatok/; a vizsgált biológiai alapfogalmak) *szorosan összetartoznak a gyerekek tudatában is, fejlődésük azonos ütemben történik.*
- 3) *A tankönyvek következetlen fogalomhasználata; a tananyag tárgyalási sorrendje; az apró és normál betűs részek átgondolatlan elosztása; a szemléletmód befolyásolja a teljesítmény szinteket* (pl. a szabályozás, anyagcsere, abiotikus és biotikus környezeti tényezők témakörök esetében).
- 4) *A tanulók tudásszintje minden vizsgált életkorban az emberre és az állatokra vonatkozóan a legmagasabb.*

- 5) A biológiai alapfogalmak kialakulásához és megfelelő szintű fejlettségének eléréséhez hosszú folyamatra van szükség. *Az alapfogalmak a korai gyermekkortól formálódnak, fejlődnek, ahogyan a gyermekek tapasztalatai gyarapodnak.* A köznyelvi kifejezéseket és a tudomány egyetlen jelentésű terminusait megfelelően kell viszonyítani egymáshoz.
- 6) *Az iskolai oktatásnak (a környezetismeret, a biológia tanításának és a tanórán kívüli biológiai foglalkozásoknak) nagy szerepe van a biológiai alapfogalmak fejlődésének elősegítésében.* Az iskolai évek alatt az alapfogalmak faktuális és logikai tartalma is megváltozik. Az utóbbi változások sajátos „ugrásokat” jelentenek a fogalmak fejlődésében. *A tartalmi gazdagodáson túl a strukturálódás is megfigyelhető, bár a mért adatok több témakörben is az ismeretek rendszerbe épülésének hiányát jelzik.*
- 7) *A biológia tudomány története (nagy vonalakban és vázlatosan) megisméltetni látszik az egyedi megismerés történetében a biológiai alapfogalmak elsajátítása során.* A természettudományos tanuláshoz szükséges követnie kellene a történeti folyamatot (Gil-Perez és Carrascosa, 1990).
- 8) *A fogalmak meghatározása (az általánosítás verbalizálása) 8-10 éves korban még nehéz feladat.* A tankönyvekben is feleslegesek a nehézkes, a tanulók életkorának, előismereteinek nem megfelelő definíciók.
- 9) *Az oksági kapcsolatok teljes láncolatát a maga egészében még a 16 évesek sem képesek átfogni,* bár az ok-okozati összefüggések felismerésében, értelmezésében fejlődés tapasztalható.
- 10) *A biológiai alapfogalmak fejlődésében spontán érési folyamatoknak és az iskolán kívüli ismeretszerzésnek is jelentős szerepe van (pl. állatmesék, állatkerti séták stb.).*
- 11) *A kémiai alapok elsajátítási szintje befolyásolja a tanulók biológiai alapfogalmainak fejlődését (pl. fotoszintézis, kemoszintézis értelmezése).*
- 12) *A biológiai alapfogalmak fejlődése folytonos, de a fejlődési folyamatban szakaszok különíthetők el,* amelyek időbeli sorrendje nem felcserélhető. A folytonosságot a megértés naiv és haladó állapota között a matematika és a fizika területén végzett kutatások is megerősítették. A kezdő és szakértő tudásnak vannak közös jellemzői, mindkettő tartalmazhat általános és konkrét komponenseket. A szakértő gondolkodás magában foglal olyan előfeltételt, intuitív tudást, amit újrahasználnak vagy finomítanak. Ezek a jellemzők biztosítanak folytonosságot a kezdők és szakértők között (Smith, diSessa és Roschelle, 1993).
- 13) *A biológiai alapfogalmak fejlődési ütemében az azonos életkorú tanulók között jelentős különbségek vannak.*

A részletekre kiterjedő, inkább csak a biológiatanárokat érdeklő megállapításokat most nem sorolom fel, de úgy gondolom, hogy azok a biológiatanítás szempontjából mindenképpen jelentősek. Ez egy újabb tanulmány témája lehet.

Az eredmények pedagógiai jelentősége és alkalmazási lehetőségei

A vizsgálat eredményei elméleti és gyakorlati szempontból is jelentősek. A biológiai alapfogalmak elemzése, struktúráiknak, fejlődésük törvényszerűségeinek feltárása alapul szolgálhat az iskolai biológia tananyag helyes kiválasztásához, elrendezéséhez. A hiányosságok és azok lehetséges okainak feltárása segítheti a biológiatanítás hatékonyságának növelését, ötleteket adhat új, a mai ifjúság igényeihez alkalmazkodó oktatási módszerek, formák alkalmazásához. Ezek az eredmények a további tantárgypedagógiai kutatások szempontjából is iránymutatóak lehetnek.

Az alapfogalmak fejlődésének vizsgálatához kidolgozott feladatlap-rendszer (amelynek felhasználhatóságát sikerült bizonyítani), a diagnosztikus térkép-vázlat és térkép felhasználhatók bármely iskolában az adott életkorú tanulók biológiai alapfogalmakkal kapcsolatos tudásszintjének felmérésére, hiányosságaik feltérképezésére. Egyben mintául szolgálhatnak más tantárgyak alapfogalmainak fejlődésvizsgálatához is.

Köszönetnyilvánítások

E tanulmány alapjául szolgáló kutatásaimat a JATE BTK Neveléstudományi Tanszékén „A kognitív képességek fejlődése és fejlesztése” doktori program keretében folytattam Nagy József professzor irányításával.

Az adatok statisztikai feldolgozásában az Alapműveltségi Vizsgaközpont munkatársai voltak segítségemre. Köszönettel tartozom azoknak a szegedi és Szeged környéki iskoláknak, amelyek vállalták a felmérésben való részvételt.

Irodalom

- Abraham, M. R., Grzybowski, E. B., Renner, J. W. és Marek, E. A. (1992): Understandings and misunderstandings of eighth graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, **29**. 105–120.
- Archenhold, W. F., Austin, R., Bell, J., Black, P., Braund, M., Daniels, S., Holding, B., Russel, A. és Strang, J. (1991): Profiles and Progression in Science Exploration. *Assessment Matters*, 5. sz. 10.
- Atkinson, R. L. és mtsai (1995): *Pszichológia*. Osiris – Századvég Kiadó, Budapest.
- Báthory Zoltán (1989): Tanulás és hatékonyság. *Pedagógiai Szemle*, 1. sz. 3–17.
- Caramazza, A., McCloskey, M. és Green, B. (1981): Naiv beliefs in „sophisticated” subjects: misconceptions about trajectories of objects. *Cognition*, 9. sz. 117–123.
- Clement, J. (1982): Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, **50**. 66–71.
- Csaba György (1992): Gondolatok a gimnáziumi oktatásról. *Természet Világa*, 4. sz. 146–148.
- Csányi Vilmos (1994): Biológia az iskolában, biológia az iskoláról. *Iskolakultúra*, 22–23. sz. 29–34.
- Csapó Benő (1994a): Az induktív gondolkodás fejlesztése és a vizsgák. *Új Pedagógiai Szemle*, 6. sz. 36–47.
- Csapó Benő (1994b): Az induktív gondolkodás fejlődése. *Magyar Pedagógia*, 1–2. sz. 53–80.

