
Merre tartanak a természettudományok oktatásával kapcsolatos kutatások?

Miért nehéz a kérdést megválaszolni?

CSAPÓ BENŐ

A diszciplínákra szabdalt tudomány egyes területein dolgozó, szakosodott kutatók sajátos „vakságának” illusztrálására gyakran idézik a közismert indiai állatmesét. Hadd idézzem hát én is, mivel nagyon jól kifejezi, amiről bevezetésként szólni szeretnék. Vak koldusok megtagogatják az elefántot, majd tapasztalataikat megvitatják: az egyik szerint olyan mint egy kötél, a másik szerint inkább egy oszlophoz hasonlít, a harmadik szerint egy hatalmas falevélhez, és így tovább, attól függően ki-ki másként „látja”, melyik oldalról közelíti meg.

Ha a tudományok bármely művelőjét megkérdezzük, mi tartozik szerinte az adott szakterület fő áramlatába, nagy valószínűséggel a saját irányzatához közel álló témaköröket említi elsőként. És ez nem elfogultság, ez egyszerűen így természetes. Mindenki a saját érdeklődési körébe eső munkákat olvassa el elsősorban, azokat keresi, gyűjti. Azokra a konferenciákra jár, ahol kutatási területe nagyobb hangsúlyt kap, ahol nagyobb valószínűséggel találkozik azokkal a kollégákkal, akik hasonló témákon dolgoznak. Nem említve még a sajátos magyarországi helyzetet, azaz hogy bizonyos területeken hosszú ideig meglehetősen kevés információ áramlott be az országba.

Mindez kevésbé problematikus, ha csak a saját szűkebb témánk szakirodalmának követésére teszünk kísérletet (ez sem könnyű), de szinte kilátástalan a helyzet, ha olyan kérdésekre szeretnénk választ adni, mint amit ennek az írásnak a címében is feltettünk. Pedig néha jó lenne, mert például tanítjuk a témát, és szeretnénk a nagy áttekintésekkel kezdeni, mert például könyvet szerkesztünk, írunk, és szeretnénk, ha mindenről arányosan esne szó, vagy egyszerűen csak szeretnénk magunkat elhelyezni a térképen, látni, hol a helye a nagy egészben annak, amit mi csinálunk. Ahogy egy műholdról lefényképezhetjük az Alpok vonulatait, adhatunk-e akár csak durva felbontású áttekintő képet a természettudományok tanításával kapcsolatos kutatásokról?

Úgy tűnik, az informatika eszközei átsegítenek bennünket a nehézségeken. Összeáll a kép, csak bele kell nézni néhány adatbázisba. A dolog azonban mégsem ilyen egyszerű. Az ERIC adatbázisból például több, mint tizenötezer, a természettudományok tanításával kapcsolatos cikk kivonatát gyűjthetjük ki. Akár saját számítógépünkbe is átmásolhatjuk, az egész elfér körülbelül kilenc megabájtton. Ez hozzávetőleg háromezer nyomtatott oldalnak felel meg. Kitaró munkával a címek egy részét még csak el lehet olvasni, a kivonatokból is talán ezret. A cikkekből a fontosabbak közül be lehet gyűjteni néhány százat, és azoknak a fontosabbjait még el is lehet olvasni. De itt már el is veszítettük a nagy áttekintést, vissza kellene tehát térni a „madártávlatához”.

A következőkben arra teszek kísérletet, hogy „madártávlatból” tekintsem át a természettudományokkal kapcsolatos kutatások fő áramlatait. Megfigyeléseim, tapasztalataim subjektivitását megpróbálok néhány adattal ellensúlyozni.

Miről szól a szakirodalom?

Az adatok bemutatása, elemzése előtt további pontosító megjegyzésekre van szükség. Egyrészt meg kell jegyeznünk, hogy a kutatások tendenciáit egy bizonyos szempontból vesszük szemügyre, nevezetesen a megjelent publikációk oldaláról. A címben feltett kérdés átfogalmazása így pontosabb: miről szól a szakirodalom. Mivel a kutatások közvetlen terméke a publikáció, ezen a nyomon haladva maguknak a kutatásoknak a fő irányaihoz jutunk el. A kutatás témái dinamikusabban változnak, időnként vannak felkapott, divatos területek. A gyakorlat változása lassúbb, bizonyos fáziskéséssel, követi a kutatások eredményeit, és szerencsés esetben csak a kiérlelt, megalapozott kutatási eredményeket ültetik át a gyakorlatba. A publikációk elemzése alapján inkább a jövőben várható tanítási gyakorlatra következtethetünk, míg a tanítás jelenlegi (és korábbi) modelljeiről azokból a publikációkból kapunk megbízhatóbb képet, amelyeknek kifejezetten ennek a vizsgálata a célja. Így például 23 ország tanterveinek és tanítási gyakorlatának összehasonlító elemzését tartalmazza a *második IEA természettudományos vizsgálat* első kötete (*Rosier és Keeves, 1991*).

Az elemzés során elsősorban az ERIC adatbázis CD ROM formájában is hozzáférhető változatára támaszkodunk. Az adatokat egyfajta tartalomelemzésnek vetjük alá, megvizsgáljuk, hogy milyen gyakorisággal fordulnak elő bizonyos terminusok. A vizsgált szak kifejezéseket és azok angol változatát, valamint összes előfordulásukat az *1. táblázat* foglalja össze.

A módszertani kérdéseket nem részletezve annyit azért érdemes megjegyezni, hogy az adatbázis nagyon sokféle tartalomelemzést tesz lehetővé. Elemezhetjük az írások címét, a kulcsszavait, a tartalmi kivonatokat (abstract) szövegeit. Logikai műveletek bonyolult kombinációjával vizsgálhatjuk kifejezések együttes előfordulását, területeket egyesíthetünk, bizonyos fogalmakat tartalmazó írásokat kizárhatunk stb. Mindennek segítségével bizonyos hipotéziseket, következtetéseket különböző oldalakról ellenőriztem, itt azonban csak néhány egyszerűen értelmezhető adatot mutatok be. Az adatok a cikkeket bemutató teljes anyagban, szövegben való keresés (*full text search*) eredményei tehát nem tesznek különbséget aszerint, hogy a kifejezések hol (címben, kulcsszavak közt, kivonatban) fordultak elő.

A következőkben a természettudományos nevelés szakirodalmát három szempontból elemezzük: az elmúlt évtized szakirodalma alapján felvázolunk egy helyzetképet, bemutatjuk a változások főbb tendenciáit, majd megvizsgálunk néhány összefüggést.

Helyzetkép

Egy általános áttekintéshez célszerűbb nagyobb időtartamot választani. Ezáltal nemcsak a véletlen statisztikai ingadozások mértékét lehet csökkenteni, de bizonyos egyéb esetlegességeket, például kezdetben divatos, majd feledésbe merült témák hatásait is. Az *1. táblázat* azt mutatja be, hogy az 1982-től 1993 júniusáig terjedő időszakban összesen hány cikkben fordultak elő az adott kifejezések. Mivel gyakran a magyar szavak nem pontosan felelnek meg az angol eredetinek, illetve egy fogalomhoz több angol szó is tartozhat, feltüntettük a megfelelő angol kifejezést illetve a kereséshez használt szó-kombinációt.

Kifejezés	Angol megfelelő	Összes előfordulás
biológia	biology	1891
fizika	physics	2176
kémia	chemistry	3071
földrajz	geography	120
geológia	geology	573
integrált	integrated OR integration	570
környezeti nevelés	environmental education	1681
hétköznapi	everyday OR home	349
tanterv	curriculum	3748
értékelés	evaluation	1600
felmérés	assessment	720
teszt	test	857
gondolkodás	thinking OR reasoning	964
megismerés(i)	cognition OR cognitive	1301
képesség	ability	569
számítógép	computer	1941
szimuláció	simulation	479
számítógépes szimuláció	computer simulation	304
játék	game OR play	284
modell(ezés)	model OR modelling	916
elmélet(i)	theory OR theoretical	842
gyakorlat(i)	practice OR practical	812
kísérlet(i)	experiment OR experimental	996
pszichológia	psychology	164
filozófia	philosophy	320

1. táblázat

A vizsgált kifejezések összes előfordulása

A táblázat csak azoknak a cikkeknek az előfordulását tartalmazza, amelyek az ERIC besorolása szerint a természettudományos nevelés (science education) témakörébe tartoznak. Az adatbank a vizsgált időszakra vonatkozóan 15473 ilyen cikket (kivonat) tartalmaz. A táblázat (és a következő táblázat is) azoknak a cikkeknek a számát adja meg, amelyekben a keresett szó (szókombináció) előfordul. Ha ugyanaz a szó többször is előfordul egy cikkben, akkor az csak egy cikkben való előfordulásnak számít.

Több, mint száz különböző kifejezéssel, szókombinációval való keresés után választottuk ki a táblázatban szereplő 25 kifejezést. Úgy tűnik, ezek elemzésével illusztrálni lehet a természettudományok tanításának lényeges jelenségeit. Már ebből az egyszerű listából is érdekes következtetéseket vonhatunk le, ha összehasonlítjuk a közel azonos szerepű, és így valamilyen szempontból egy csoportba tartozó szavak gyakoriságát.

Az egyes diszciplínák neveinek (biológiai, fizika, kémia, földrajz, geológia) előfordulása között nagy különbségek vannak. Kissé talán meglepő, hogy magasan vezet a kémia (3071), ennek csak mintegy kétharmadát éri el a fizika (2176), kissé lemaradva következik a biológia (1891), majd messze leszakadva a földrajz (120), és a geológia (573). A földrajz alacsony előfordulásának csak részben oka az, hogy ezzel a tudományággal kevesebb cikk foglalkozik. Inkább arról van szó, hogy a földrajzzal (is) foglalkozó cikkek nagyobb részét a rendszer nem a természettudományok tanításához sorolja. A teljes adatbázisban a földrajz kifejezés közel feleannyiszor fordul elő, mint a kémia (ld. a 2. táblázat utolsó sorát).

Három további kifejezés kínálkozik a tantárgyak neveivel való összehasonlításra: az integrált (570), a környezeti nevelés (1681) és a hétköznapi (349). A természettu-

dományos nevelés kontextusában ugyanis mindhárom szó olyan irányzatot jelöl, amely „keresztülmetszheti” a hagyományos tantárgyi kereteket, a természettudományok integrált oktatását, környezet megismerésére és megóvására nevelő irányzatot, illetve azt a megközelítést, amelyek a természettudományokat a hétköznapi vagy otthoni problémákból kiindulva tanítják.

A három kifejezés közül feltűnő a *környezeti nevelés* kiemelkedő súlya, a megvizsgált cikkek több mint tíz százalékában fordul elő. A környezeti nevelés egyébként önálló kulcsszó is a rendszerben, összesen 3953-szor fordul elő, s ezeknek közel fele a természettudományos nevelés kulcsszó alá is tartozik. Maga a környezeti nevelés egyébként nem azonos a mi környezetismeret tárgyunkkal, hanem kifejezetten a természeti környezet problémáival foglalkozik. Egy tipikus, kilencedik évfolyam számára készített kurzus fő témakörei például: termőtalaj, veszélyes hulladékok, természetvédelmi parkok, víz-ciklus, víz-kezelés, légszennyezés, savas eső, fertőző és nem fertőző betegségek, az ember várható élettartama, rák, új betegségek azonosítása. E felsorolásból is kitűnik, erre az irányzatra is egyfajta komplex megközelítés, problémacentrikus tanítás jellemző, és integrációt valósít meg a természettudomány különböző területei között. A másik két irányzat nehezebben azonosítható kulcsszavak alapján, az alacsony előfordulásnak ez is oka. Ennek ellenére kétségtelen, hogy a környezeti nevelés a legmarkánsabb irányzat, mind a nevelő hatást, mind pedig az integratív törekvések megjelenítését illetően. Az előfordulás gyakorisága megközelíti a biológiáét.

A következő csoportot az oktatással kapcsolatos általános fogalmak alkotják: a *tanterv*, az *értékelés*, a *felmérés* és a *teszt*. Ezek közül messze kiemelkedő a *tanterv* (3748) előfordulása, egyébként az összes megvizsgált szó közül is ez fordul elő leggyakrabban. A *értékelés* (1600), a *felmérés* (720) és a *teszt* (857) magas gyakorisága azt jelzi, hogy a természettudományok oktatásának is egyik központi problémája az eredménymérés.

A *gondolkodás*, a *megismerés* és a *képesség* szavak azokat az irányzatokat jelzik, amelyek a tudás közvetítését, a természettudományok tanítását egyben a gondolkodás, a képességek fejlesztésére is fel akarják használni. Kiemelkedik a *megismerés* (1301) gyakorisága, ami elsősorban a kognitív pszichológia szemléletmódjának érvényesülését, eredményeinek a tanításban való felhasználását jelzi. A *gondolkodás* (964) sokféle formája közül a természettudományok tanításával összefüggésben elsősorban a deduktív, az induktív és a problémamegoldó gondolkodás fejlesztése kap hangsúlyt.

A következő kategóriában néhány olyan kifejezést találunk, amelyek a természettudományok tanításának újszerű módszereivel kapcsolatosak. Amint az várható volt, óriási súllyal emelkedik ki a *számítógép* (1941), a tantárgyak nevein kívül csak a tanterv fordul elő ennél nagyobb mennyiségű cikkben. A számítógép iskolai használata ma már rendkívül sokféle, a természettudományos órákon is különböző funkciókban jelenik meg. A számítógépet a matematika és a természettudományok tanításában alkalmazó munkák közlésére külön folyóirat (*Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*) is megjelenik. A cikkek jelentős része besorolható a „hagyományos” témakörök közé, mint amilyen a számítógéppel támogatott oktatás vagy az osztálytermi alkalmazások (ugyancsak önálló folyóirattal: *Classroom Computer Learning*). Ezek mellett egyre nagyobb számban jelennek meg a számítógépek újszerű, intelligens vagy éppen szokatlan és bizarr használatát bemutató munkák is. Ilyen újszerű számítógépes témakörök az intelligens oktatórendszerek (*Intelligent Tutoring Systems, ITS*), a szakértő rendszerek, tudásbázisok használata, multimédia rendszerek, információ-technológia a természettudományok tanításában, természettudományos szakköröket összekötő számítógépes hálózatok, számítógépes grafika, műholdakról környezetvédelmi adatok vétele és elemzése. A *számítógépes szimuláció* (304) kifejezés önálló vizsgálata jelzi azt is, hogy a számítógép alkalmazása közel minden hatodik esetben a szimulációval van kapcsolatban. A szimuláció ugyanakkor döntő többségében (azaz a 479-ből 304 esetben) számítógéppel történik.

Nagyon gyakori a *modellézés* (916), modellalkotás is, előfordulása csaknem fele annak, amit a számítógépnél találunk. A *játék* (284) a természettudományok tanításában mindkét értelmében előfordul, mind a játékos tevékenység (play, 134), mind pedig a szigorú szabályok szerinti játszma (game, 156). Ez utóbbira az egyik legérdekesebb példa, amivel találkoztam, a tengeri táplálékláncok működésének játszmvá alakított illusztrálása volt.

Az *elméleti* (842), a *gyakorlati* (812) és a *kísérleti* (996) szavak közel egyenlő és meglehetősen magas arányban fordulnak elő. Mivel mindegyik szó többféle kontextusban is előfordulhat, ezekből az adatokból messzeszemelő következtetést nem lehet levonni. Az mindenesetre látszik, hogy a cikkek mintegy öt százalékában a szerzők szükségesnek látták az elmélet-gyakorlat szempont megemlítését. Úgy tűnik továbbá, hogy legalábbis e kifejezések előfordulásának gyakorisága szintjén a szóhasználat kiegyensúlyozott.

Végül, érdekességképpen felvettünk a listára két természettudományon kívül álló ismeretkör megnevezését is. A *pszichológia* (164) a cikkek hozzávetőleg egy, míg a *filozófia* (320) körülbelül két százalékában fordul elő. Ez meglehetősen magas arány, különösen ha figyelembe vesszük, hogy a pszichológia „jelenlétéhez” nem annyira a nevének, mint inkább a pszichológiában használatos szakkifejezéseknek a jelenléte szükséges.

Kézenfekvő lenne, hogy a cikkekre és egyéb dokumentumokra vonatkozó elemzésünket kontrolláljuk, összehasonlítsuk a könyvek áttekintésével. A könyvek hasonlóan egyszerű, összeszámlálásra szorítókozó elemzése azonban sokkal nehezebb. Lehetőségként kínálkozik ugyan a nagyobb külföldi könyvtárak katalógusainak elemzése, azonban a könyvekről sokkal rövidebb leírások állnak rendelkezésünkre. Lényegében csak a címekre és a (néha nem kellően orientáló) kulcsszavakra támaszkodhatunk. Ugyanakkor sokkal kisebb számú könyvről léven szó, nehezebb egyértelmű adatokat összegyűjteni. Vegyük példaként a „Books in print” adatbázist. Ez tartalmazza a forgalomban levő (megvásárolható vagy előfizethető) angol nyelvű könyvek csaknem teljes listáját. A természettudományok tanítása témakörben mintegy 300 könyvet találunk. Ha a címekben és a kulcsszavakban végezzük a keresést, hét könyvnél szerepel a *tanterv* szó, ötnél a *gondolkodás*, négyenél a *felmérés*, háromnál az *értékelés*, és a *környezet*. Ezek az adatok nem mondanak ellent annak a képnek ami az előző elemzések alapján kialakult. A fő arányokat tekintve más adatbázisok, katalógusok áttekintésével is hasonló eredményekre jutunk.

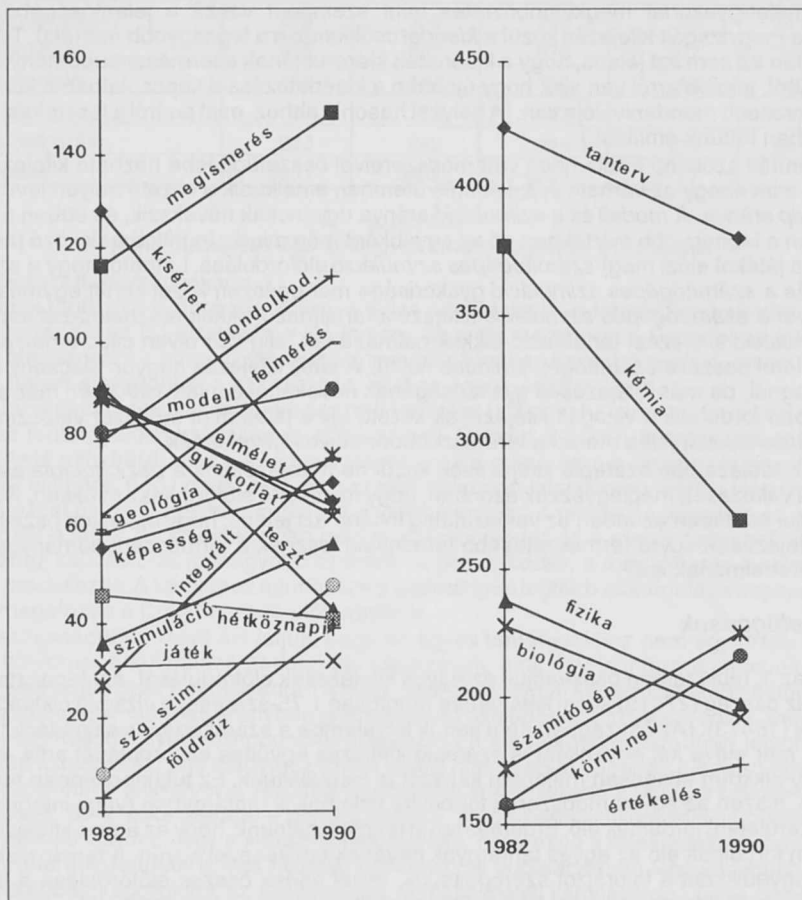
A változás tendenciái

Az ERIC adatbázis elegendően nagy ahhoz, hogy segítségével finomabb részletek vizsgálatára is vállalkozzunk, például megnézzük, hogy az előzőekben bemutatott kifejezések gyakorisága hogyan változott közel egy évtized alatt. Az adatbázisba évente felvett publikációk száma 30000 körül ingadozik. Ebből a természettudományos neveléssel kapcsolatos anyagok aránya lassan csökken, az 1982-es 1600-ról indulva körülbelül 1400-ra. Az elemzést itt is célszerű egy hosszabb időszakra elvégezni, így a kiinduló évnek a diszken szereplő adatok kezdőpontját, 1982-t választottuk. Mivel az adatbázisba bizonyos publikációk csak több év alatt kerülnek be, a második időpontként egy nagyjából már lezárt évet kerestünk, az utolsó ami még így szóba jöhet 1990. Az 1982-es évben 1605 a természettudományos nevelés témakörébe sorolt cikk jelent meg, 1990-ben pedig 1304, tehát még valószínűleg ez sem egy teljes év. (1992 szeptemberében még csak 1277 cikk volt az 1990-es évből.) Annak érdekében, hogy összehasonlítható adatokat kapjunk, az adatbázisban megfigyelt 1990-es számokat a megfelelő arányban korrigáltuk. Az így kapott adatokat az 1. ábra szemlélteti. A jobb áttekinthetőség érdekében a skálát két részre bontottuk.

Az előző részben bemutatott adatok értelmezését megnehezíti és a belőlük levonható következtetéseket korlátozza, hogy ott különböző szavakat kellett összehasonlítani, amelyek gyakoriságát sokféle tényező befolyásolja. Ezen az ábrán a kifejezéseket lényegében önmagukkal hasonlítjuk össze, így a változás tendenciáit illetően is egyértelműbb következtetésekre juthatunk.

A tantárgyakat megnevező szavak előfordulásában a leglátványosabban a kiegyenlítőds nyilvánul meg. A *kémia*, a *fizika* és a *biológia* használatának gyakorisága csökken, mégpedig annál meredekebben, minél többször fordult elő az első alkalommal. Így a leglátványosabb a *kémia* csökkenése, bár első helyét még mindig őrzi. Ha a grafikon vonalai mögött szigorúan érvényesülő lineáris tendenciákat tételeznénk fel (ami természetesen csak leegyszerűsítő megfontolás), a három tárgy további mintegy egy évtized múlva a 150-es értéknél találkozna. A kevésbé gyakori *geológia* és *földrajz* előfordulása növekszik, mégpedig a ritkábban előforduló *földrajz* erőteljesebben, de úgy tűnik, hogy belátóan időn belül nem érik el a három másik természettudományt.

Felvetődhet a kérdés, „hova tűntek” az említett kifejezések az elmúlt egy évtizedben. Ha nem a tantárgyak neve szerepel az egyes cikkekben a témakör meghatározásaként, mi van helyette? Kézenfekvő a választ ismét a komplex tudás közvetítését felvállaló oktatásra utaló kifejeéseknél keresni. Valóban, a megvizsgált kifejezések közül leglátványosabban az *integrált* aránya növekszik. Alacsonyról indult ugyan, de az előfordulások száma egy évtized alatt közel háromszorosára növekedett. Hasonlóképpen jelentős a növekedés a *környezeti nevelés* esetében is, az előfordulások száma 1990-ben már meghaladja a biológiáét és a fizikáéét. Kismértékben, a lehetséges statisztikai ingadozások határán belül maradván ugyan, de csökkent a *hétköznapi* tudomány említésének száma.



1. ábra

Arányaiban nem túl jelentős csökkenés mellett őrzi első helyét a *tanterv* kifejezés. Kiseb mértékben növekedett az *értékelés* aránya, erőteljesebben a *felmérés* gyakorisága, csökkent viszont, mégpedig jelentősen a *teszt* előfordulása. Ez összhangban van azzal a tesztelméleti irodalomban egyébként is tapasztalható tendenciával, miszerint a tesztek elterjesztésének, és így a velük kapcsolatos kutatásoknak is az első nagy korszaka lényegében a nyolcvanas évek közepéig tartott. Azóta az alkalmazott kutatások középpontjában a kifinomultabb értékelési modellek kidolgozása áll.

Növekszik mindhárom kifejezés előfordulása, amely a természettudományok tanításának pszichológiai hátterével kapcsolatos. Jelentősebb mértékű a *megismerés* és a *gondolkodás* arányának emelkedése és ugyancsak nő, bár kisebb mértékben a *képes-*

ség gyakorisága. Emelkedik tehát azoknak a vizsgálatoknak az aránya, melyek a természettudományos ismeretek közvetítésének önmagán túlmutató céljaként a gondolkodás kiművelését is tekintik. A megismerés és a gondolkodás vezető szerepe arra is utal, hogy még nem fejeződött be a kognitív pszichológia alkalmazásának behatolása a természettudományos nevelés területére.

Csökken az elmélet, a gyakorlat és a kísérlet előfordulása. Az elmélet és gyakorlat mindkét időpontban közel azonos számban fordul elő, ami azt sejteti, hogy ezek nem különböző cikkek irányultságát jelzik, hanem inkább ugyanabban a cikkben fordulnak elő szembeállítva egymással, különböző megközelítéseket. E feltevést megerősíti az együttes előfordulásukra vonatkozó keresés is. Együttes csökkenésük viszont azt jelzi, hogy az elmélet-gyakorlat megkülönböztetés mint szempont veszít a jelentőségéből. Az összes megvizsgált kifejezés közül a kísérlet csökkenése a legnagyobb mértékű. Természetesen ez nem azt jelenti, hogy a kísérletek kiszorulnának a természettudományok tanításából, inkább arról van szó, hogy újabban a kísérletezéssel kapcsolatban a kutatásnak kevesebb mondanivalója van. (A helyzet hasonló ahhoz, mint amiről a tesztekkel kapcsolatban tettünk említést.)

A tanítás szűkebb értelemben vett módszereivel összefüggésbe hozható kifejezések közül, mint ahogy az várható volt, jelentős ütemben emelkedik a vezető helyen levő számítógép aránya. A modell és a szimuláció aránya ugyancsak növekszik, és ebben a csoportban a legnagyobb mértékben nő az egyébként még mindig legritkábbak közé tartozó (csak a játékot előzi meg) számítógépes szimuláció előfordulása. Látható, hogy a szimuláció és a számítógépes szimuláció gyakorisága már egészen közel került egymáshoz, és mivel a számítógépes szimuláció kifejezést tartalmazó cikkek részhalmozát képezik a szimuláció kifejezést tartalmazó cikkek halmazának, alig van olyan cikk, amelyek szimulációról beszél a számítógép említése nélkül. A játék kifejezés nagyon alacsony szinten stagnál, de más kifejezések gyakoriságának növekedése miatt 1990-ben már a legritkábban fordul elő a vizsgált kifejezések között, így a játék mint módszer valószínűleg csak érdekes színfoltja marad a természettudományos nevelésnek.

Az 1. táblázatban szereplő kifejezések közül nem ábrázoltunk a pszichológia és a filozófia változását, megjegyezzük azonban, hogy mindkettő előfordulása csökken. A pszichológia esetében azonban ez valószínűleg inkább azt jelenti, hogy bizonyos pszichológiai kifejezések egyre természetesebb terminusai lesznek a természettudományos nevelés irodalmának is.

Összefüggések

Ha az 1. táblázatban összeadjuk az egyes kifejezések előfordulását, azt tapasztaljuk, hogy az összeg (27019) közel kétszerese (pontosan 1,75-szerese) a vizsgált cikkek számának (15473). (Az összegben nem vettük figyelembe a számítógépes szimulációt, mivel az már eleve két egyenként is szereplő kifejezés együttes előfordulását adja meg.) Így egy cikkben átlagosan majdnem két szót is megtaláltunk. Ez tulajdonképpen természetes, hiszen az egyes módszerek többnyire valamelyik tantárgyban (vagy integrált ismeretterületen) fordulnak elő. Érdemes tehát megvizsgálnunk, hogy az egyes kifejezések hogyan fordulnak elő az egyes tantárgyak nevének említésével együtt. A tantárgyak között negyedikként a földrajzot szerepeltetjük, mivel ennek összes előfordulása a teljes adatbázisban jobban megközelíti a másik hármat, mint a geológia (867 előfordulás).

Az tantárgyak nevével együtt előforduló kifejezések gyakoriságát a 2. táblázat foglalja össze. Ebben az esetben – eltérően a korábbi elemzésektől – a teljes adatbázisban történt a keresés, továbbá nem csak a természettudományos nevelés alá besorolt cikkeket vettük figyelembe, mint azt korábban tettük. Ez a megoldás arra is alkalmas, hogy a vizsgált kifejezések összes előfordulását összehasonlítsuk azzal milyen gyakran fordulnak elő a természettudományos neveléssel összefüggésben általában vagy az egyes tantárgyakkal kapcsolatban. A táblázat utolsó oszlopa illetve sora tünteti fel a szóban forgó kifejezés összes előfordulását, további rovatok az oszlopot illetve sort megnevező két kifejezés együttes előfordulását mutatják meg, azaz azt, hogy hány olyan cikk van, amelyben mind a két kifejezés előfordul.

Összehasonlítva a táblázat utolsó sorát az 1. táblázat adataival, azt látjuk, hogy a három első, „tisztán” természettudomány esetében a cikkek hozzávetőleg kétharmada, ahol a tárgy nevének említése megtörténik, szerepel a természettudományos nevelés

alatti besorolásban is. Ez az arány a földrajz esetében mindössze csak egy-huszonharmad, azaz az adatbázis szemlélete szerint a földrajznak csak egy kisebb része tartozik

Kifejezés	Biológia	Fizika	Kémia	Földrajz	Összes
tanterv	798	726	804	795	48117
értékelés	446	335	406	351	61150
felmérés	184	123	132	123	29349
teszt	307	239	277	146	28100
gondolkodás	226	239	191	154	13979
megismerés(i)	299	308	216	92	34139
számítógép	385	656	676	207	29478
szimuláció	119	141	138	65	4290
játék	53	49	42	106	7746
modell(ezés)	223	242	224	135	28151
Összes	3361	3402	4394	2777	—

2. táblázat

Néhány kifejezés és a tantárgyak nevének együttes előfordulása

a természettudományokhoz.

Ami a többi szó előfordulását illeti, a teljes adatbázisban a három leggyakoribb kifejezés sorrendje az (1) *értékelés*, a (2) *tanterv*, és a (3) *megismerés*. Eszerint az értékelés és a megismerés a természettudományi nevelés körében kevésbé gyakori, sokkal előkelőbb helyet ér viszont el a *számítógép*, mint az egész adatbankban.

A táblázatban további érdekes összefüggéseket találunk, ha elemezzük a kifejezések egyes tantárgyakkal kapcsolatos előfordulását. Például a *tanterv* igen magas számban fordul elő a földrajzban, csaknem annyiszor, mint a másik három tárggyal kapcsolatban, annak ellenére, hogy maga a földrajz sokkal ritkábban jelenik meg, mint a többi tárgy. A biológiával összefüggésben fordul elő a legtöbbször az *értékelés*, a *felmérés* és a *teszt*, valamint a *játék*, de kiemelkedően magas a *gondolkodás* és a *megismerés* aránya is. A fizikához kapcsolódik legnagyobb számban a *gondolkodás*, a *megismerés* a *szimuláció* és a *modellezés*. A kémiához mindössze a *számítógép* legtöbb előfordulása kapcsolódik, alig megelőzve a fizikában való előfordulását.

Összességében tehát azt látjuk, hogy az egyes tantárgyakhoz nem egyforma arányban kötődnek a különböző pedagógiai kifejezések, amit úgy is interpretálhatunk, hogy az egyes tantárgyak tanítása során a tárgy sajátos tartalmát kifejező szűkebb célok megvalósításán túl más-más arányban jelennek meg általánosabb nevelési célok, módszertani megoldások. Ilyen szempontból arányaiban a *földrajzban* gyakrabban jelennek az említett kifejezések, ami magyarázható a földrajz ismereteanyagának eleve komplex, interdisciplináris jellegével is. Abszolút számokban is kiemelkedő a *biológia* szerepe az értékeléssel, és a *fizika* szerepe a gondolkodással, megismeréssel kapcsolatos publikációkban. Feltűnő viszont, hogy a *kémia*, annak ellenére, hogy mind a teljes adatbázisban, mind pedig a természettudományos nevelés körébe sorolt publikációkban leggyakrabban fordul elő, ritkábban kapcsolódik az általánosabb oktatáseméleti kérdésekhez. Ismét hangsúlyoznunk kell azonban, hogy a szakirodalomról, kutató-fejlesztő munkákról beszámoló publikációkról beszélünk, és nem az egyes tantárgyak tanításának létező gyakorlatáról.

Hogyan lehetne csoportosítani a területeket?

Végezetül az előző elemzésekre támaszkodva, de további információkat is figyelembe véve kíséreljük meg csoportosítani a természettudományok tanításának fő tendenciáit. *Nahalka István* (1993) történeti elemzésében a diszciplínaorientált, az integrált és a környezeti nevelés vonulata jelenik meg a leghangsúlyosabban. Részletesebb tagolásban, de még mindig némi leegyszerűsítés árán hat fontosabb irányban lehet összegezni a jelenlegi fő tendenciákat.

1. *Diszciplínák, szakterületek tanítása*. A publikációk jelentős hányada továbbra is valamelyik tudományághoz vagy annak valamelyik részterületéhez kapcsolódik. Ez a ten-

dencia tükrözi a tudományos kutatás specializációjának tendenciáit is. A természettudományos ismeretek gyarapodásával szükség van arra, hogy azok egy része folyamatosan bekerüljön az iskolai oktatás anyagába. Ez először a felsőbb évfolyamok, speciális képzési irányok tananyagát érinti. Az új eredmények később az egyre fiatalabb tanulók tananyagának is részévé válnak, ami folyamatosan fenntartja az új tanítási megoldások kipróbálásával, belső átrendeződésekkel, súlyponteltolódásokkal kapcsolatos munkákat. Mindezek elsősorban az egyes szaktárgyak keretében mennek végbe.

2. *Integrált természettudományos nevelés.* Lényegében kétirányú integrációs törekvés figyelhető meg, az egyik alulról felfele, a másik felülről lefele halad az iskolarendszerben. Az integráció természetes terepe a kisiskoláskori természettudomány-tanítás. Alapelvéként a természet, a környezet egységes szemléletű, diszciplinákra nem szabdaltnak megismertetése szolgál. A bevált módszerek felfele is terjednek, integrált természettudomány tananyagok, programok elsősorban a nem természettudományos pályára készülő, nem specializálódó tanulók számára készülnek. A felülről lefele irányuló, egyelőre kevésbé markáns tendencia háttérül a természettudományok fejlődésében is megjelenő integrációs tendenciák szolgálnak.

3. *Környezeti nevelés.* Eredetét tekintve a természeti környezet megóvása mint nevelési cél és bizonyos biológiai ismeretek mint mag körül kibontakozó oktatási programokból ma már egységes, önálló iskolai tantárggyá nőtte ki magát. (Bár továbbra is vannak jelentős képviselői annak a nézetnek, hogy a környezeti nevelést nem szabad egy tantárgyra korlátozni, annak az egész nevelést át kell hatnia.) Továbbra is hangsúlyosak maradtak a szűkebb értelemben vett nevelés feladatai, a felelősségérzet fokozása, a döntések következményeinek végiggondolása. A tudomány és a technika alkalmazásainak megtanításához mindig kapcsolódik a környezeti következmények megfontolása is. A környezeti nevelés egyre inkább átveszi a direkt integráció szerepét, sokat merít a korábban hétköznapi tudományként tanított anyagokból. Módszereit tekintve problémacentrikus, gyakori a komplex modellek és a szimuláció alkalmazása, a problémák jellege alkalmas ad vita, szerepjátékok formájában való feldolgozásra. Az *Iskolakultúra* szinten minden természettudomány száma tartalmaz a környezeti neveléssel kapcsolatos írásokat, *Husen és Keeves* (1991) szerkesztésében megjelent könyvben több tanulmány is érinti a környezeti nevelés felelősségét, nálunk pedig legutóbb *Viktor András* (1993) és *Havas Péter* (1993) foglalkozott a környezeti neveléssel.

4. *Képességek, gondolkodás fejlesztése.* Két fő alapelv figyelhető meg azoknak a munkáknak a hátterében, amelyek a természettudományos nevelést a gondolkodás, a képességek kiművelésének szolgálatába kívánják állítani. Az egyik érvelés szerint a természettudományos kutatás az emberi megismerésnek az egyik legnagyobb hagyománnyal, legkiforrottabb módszerekkel rendelkező formája, így az iskolai tanítás során is mint a megismerés modellje és a gondolkodás és a képességek fejlesztésének a gyakorló terepe jelenhet meg. Gyakran jelenik meg ez a fajta érvelés a szakterületükön kiemelkedő tudósok oktatással kapcsolatos írásaiban. A másik alapelv a gondolkodás és a képességek pszichológiai természetének feltárása irányából jut el a természettudományokhoz, mint a fejlesztés egyik legalkalmasabb terepéhez. Ez utóbbi megközelítésnek három jelentős áramlata figyelhető meg: a *Piaget* fejlődésemélete nyomán kibontakozó munkák, az emberi gondolkodást információ-feldolgozásként nyomonkövítő pszichológia eredményeire építő kísérletek, és *Piaget* elméletét a kognitív pszichológiai irányába továbbfejlesztő, lényegében az előző két tendenciát integráló neo-piagetianus irányzatok. Mindezek a törekvések *Maclure* és *Davies* (1991) könyvében is megjelennek.

5. *Értékelés, mérés, teljesítmények.* Míg a hetvenes években a természettudományos tudás mérhetővé tétele, az értékeléstaxonómiai rendszerek kidolgozása, a tesztkészítés technikai problémáinak megoldása jelentette a fejlődés fő irányát, jelenleg a nagy nemzeti és nemzetközi vizsgálatok eredményeinek elemzése szolgáltatja a legtöbb új tudást a természettudományok tanításának értékelésével kapcsolatban. Az átfogó felmérések és elemzések többsége az Egyesült Államokban a szolgáltató non-profit vállalkozásként működő *Educational Testing Service*-hez és az oktatási rendszer teljesítményeit folyamatosan követő *NAEP*-hez, valamint a hasonló állami és szövetségi szervezetekhez kapcsolódik. A legtöbb ipari országban ugyancsak kialakultak hasonló szervezetek, központok. Nálunk az *OKI Értékelési Központ* által végzett Monitor típusú vizsgálatokat, vagy az *Alapműveltségi Vizsgaközpont* rendszeres felméréseit említhetnénk, mint olyan adat-

bázisokat, amelyek alapján rendkívül nagy finomságú, sokdimenziós elemzéseket lehet végezni a tanulók által elsajátított tudás szerkezetének feltárására, és azoknak a feltételeknek a vizsgálatára, amelyek az oktatás hatékonyságát meghatározzák. A legátfogóbb nemzetközi felmérések az *IEA társaság* végezte, a két jelentős természettudományos vizsgálat összehasonlítása már arra is lehetőséget ad, hogy az egy évtized alatt bekövetkezett változásokat megismerjük.

6. Módszerek. A legváltozatosabb képet a tanítás módszereivel való kísérletezés mutatja. A sokféle munkát három fő csoportba lehetne besorolni. Az egyik nagy kört a szak tárgy sajátosságaihoz, egyes témakörök tanításához kapcsolódó speciális módszertani megoldások alkotják (pl. kísérleti eszközök, szemléltetés, induktív és deduktív módszerek). A második csoportba sorolhatjuk a több tudományterületen is alkalmazható módszertani megoldások kipróbálását, ezek közül is a korábban elemzett modellezés, szimuláció, számítógéphasználat, játék a legnépszerűbb. A harmadik csoportba az általános pedagógiai és pszichológiai alapelvek hangsúlyosabb érvényesítésével kapcsolatos törevéseket sorolhatjuk (pl. csoportmunka, óraszervezés, felfedező tanulás, a motiváció fenntartása, hatékonyabb tanulási technikák megtanítása, stb.).

Befejezőként jó lenne az itt elemzett nemzetközi tendenciákat a hazai helyzettel összevetni, ennek azonban több akadálya is van. Nincs ugyanis olyan adatbank, ahonnan hasonló számszerű összefüggéseket lehetne kigyűjteni, de ha lenne is, valószínűleg akkor sem találnánk benne annyi adatot, ami hasonló szigorúságú statisztikai elemzésre alapot adna. Más oldalról viszont a helyzet egyszerűbb is, hiszen elegendő a viszonylag kis számú szakmai folyóiratot figyelemmel kísérni, hogy a természettudományos neveléssel kapcsolatos publikációkról képet alkothassunk. Nos, ennek alapján azt mondhatjuk, hogy a nemzetközi tendenciák mindegyike, ha eltérő arányban is, de jelen van a publikációkban, a kutató, fejlesztő, kísérletező munkákban. Másrészt tudjuk, hogy a jelenlegi gyakorlat főleg az elkülönült diszciplínák, a biológia, a kémia és a fizika önálló tanításán alapszik. Tudjuk továbbá azt is, hogy ha csak e tárgyak tanításának szűkebb céljait vesszük figyelembe, a tanulók teljesítménye rendkívül magas, nemzetközi mércével mérve is kiemelkedő színvonalú. A hazai helyzet és a nemzetközi irodalom összevetése alapján úgy tűnik, ennek a színvonalnak a fenntartása egyre nehezebb lesz. Nem növelhető a természettudományok tanítására fordított idő, ugyanakkor el kell helyezni további új ismeretköröket (esetleg tárgyakat, mint a környezeti nevelés); nagyobb mértékben jelentkezik az igény a természettudományos nevelés tágabb céljainak következetesebb megvalósítására (képeségek, gondolkodás fejlesztése, szemléletmód, világkép formálása); több gondot kell fordítani az oktatási tartalmak társadalmi érvényességének elemzésére (mennyire használható mindaz, amit az iskolában tanítunk – az iskolán kívüli világban); és számolni kell azzal is, hogy az iskolarendszer nyitottabbá válásával megjelennek a „szakmai” érveléssel nehezen kezelhető laikus, néha populista vagy kifejezetten anti-intellektuális beállítódást közvetítő hatások. Elhárítani a megalapozatlan támadásokat, ugyanakkor megfelelni az új kihívásoknak, és mindemellett megőrizni a nemzetközi mértékben kivívott vezető helyet – talán mindebben segíthet a nemzetközi tendenciák részletesebb tanulmányozása is.

IRODALOM

- Havas Péter (1993): Iskolások környezeti nevelése. *Új Pedagógiai Szemle*, 10. sz. 5-11.
- Husen, Th. és Keeves, J. P. (1991, szerk.): *Issues in science education*. Science education in social and ecological context. Pergamon Press, Oxford.
- Maclure, S. és Davies, P. (1991, szerk.): *Learning to think: thinking to learn*. The proceedings of the 1989 OECD Conference organized by the Centre for Educational Research and Innovation. Pergamon Press, Oxford.
- Nahalka István (1993): Irányzatok a természettudományos nevelés második világháború utáni fejlődésében. *Új Pedagógiai Szemle*, 1. sz. 3-24.
- Rosier, M. J. és Keeves, J. P. (1991, szerk.): *The IEA study of science I: Science education and curricula in twenty-three countries*. Pergamon Press, Oxford.
- Victor András (1993): A környezeti nevelés néhány pedagógiai elve és területei. *Új Pedagógiai Szemle*, 10. sz. 12-20.