

57096

1384

10

iskola kultúra

IX. évfolyam, 1999. október

pedagógusok szakmai-tudományos folyóirata

Adey, Philip
King's College,
University of London,
Nagy-Britannia

Art Hobson
egyetemi tanár,
University of Arkansas,
USA

Báthory Zoltán
egyetemi tanár,
JATE, Pedagógia
Tanszék, Szeged

Bogdanović, Nebojsa
Petnica Tudományos
Központ, Fizika Tanszék,
Jugoszlávia

Csapó Benő
egyetemi tanár,
JATE, Pedagógia
Tanszék, Szeged

Ioannides, Christos
National and
Capodistrian University,
Athén

Józsa Krisztián
JATE-MTA
Képességkutató Csoport,
Szeged

Juhász Erika
KLTE TTK, Kémia
Tanszék, Szakmódszertani
Részleg, Debrecen

Korom Erzsébet
egyetemi tanársegéd
JATE, Pedagógiai
Tanszék, Szeged

Kričfalusi, Dana
Kémia Tanszék, Ostravai
Egyetem, Csehország

Márkus Edina
KLTE TTK, Kémia
Tanszék, Szakmódszertani
Részleg, Debrecen

Marx György
akadémikus, egyetemi
tanár, ELTE, TTK,
Atomfizikai Tanszék,
Budapest

Mechlová, Erika
Ostravai Egyetem, Fizika
Tanszék, Csehország

Nagy Lászlóné
JATE, Biológia Tanszék,
Szakmódszertani
Csoport, Szeged

Papp Katalin
egyetemi docens
JATE Kísérleti Fizikai
Tanszék, Szeged

Szabó Irma
KLTE TTK, Kémia
Tanszék,
Szakmódszertani
Részleg, Debrecen

Tóth Zoltán
egyetemi docens, KLTE
Kémia Szakmódszertani
Részleg, Debrecen

Verbić, Srdjan
Petnica Tudományos
Központ, Fizika tanszék,
Jugoszlávia

Vosniadou, Stella
egyetemi tanár,
National and
Capodistrian University,
Athén

**Kiadja a Janus Pannonius
Tudományegyetem**
Főszerkesztő:
Géczi János

A szerkesztőség munkatársai:
Andor Mihály
Kamarás István
Kojanitz László
H. Nagy Péter
Sebők Zoltán
Szakály Sándor
Takács Viola szerkesztő
Tarján Tamás
Reményi József Tamás
olvasószerkesztő
Trencsényi László
Vágó Irén

Grafikai terv: **Baráth Ferenc**
Nyomdai előkészítés: **AduPrint Kft.**

Felelős kiadó:
Tóth József rektor

Szerkesztőség: Janus Pannonius
Tudományegyetem, Iskolakultúra
szerk., 7624 Pécs, Ifjúság útja 6.;
1065 Budapest, Paulay Ede u. 55.
Telefon/fax: (06-1) 322-1679
(hétfői napokon)

Levelezési cím: Janus Pannonius
Tudományegyetem, Iskolakultúra
szerk., 7624 Pécs, Ifjúság útja 6.;
1396 Budapest, Pf.: 482
e-mail: geczi_janos@mail.matav.hu
Telefon/fax: (06-72) 501-578

Terjeszti a Hírlap-előfizetési és
Elektronikus Posta Igazgatóság
(rövidítve: HELP), valamint egyéb
alternatív terjesztők. Előfizethető
a szerkesztőség címén közvetlenül.
Előfizetési díj számonként 200,- Ft.
(Teljes évfolyam 2400,- Ft.)
Megjelenik havonta. Lapunk
példányai megvásárolhatók a Mentor
Könyvesboltban (Budapest VII.,
Lövölde tér 7.), a Pedagógus
Könyvesboltban (Budapest VI.,
Múzeum krt. 3.) és az Osiris
Könyvesboltban (Budapest V.,
Veress Pálné u. 4-6.).
HU ISSN 1215 5233

A nyomás az **AduPrint**
Nyomdában készült.
Felelős vezető:
Tóth Béláné
Lapzártá: 1999. szeptember 15.

Papp Katalin

Természettudományos nevelés
a 21. században 3

Csapó Benő

Természettudományos nevelés:
híd a tudomány és a nevelés között 5

Stella Vosniadou–Christos Ioannides

A fogalmi fejlődéstől
a természettudományos nevelésig 18

Philip Adey

Gondolkodtató természettudomány 33

Báthory Zoltán

Természettudományos nevelésünk 46

Marx György

A természettudomány tanításának
új erkölcsi feladatai 55

Korom Erzsébet

A naiv elméletektől
a tudományos nézetekig 60

Józsa Krisztián

Mi alakítja az énértékelésünket fizikából? 72

Erika Mechlová–Dana Kričfalusi

Információs és kommunikációs technikák
a természettudományos oktatásban 81

Nebojsa Bogdanović–Srdjan Verbić

Hallgatói kutatási programok 83

Nagy Lászlóné

Hogyan sajátították el a tanulók
„Az élővilág és a környezet” témakör
anyagát? 86

Juhász Erika–Márkus Edina–Szabó Irma

Természettudományos tévképzetek
iskolai vizsgálata 97

iskolakultúra

99/10

Tóth Zoltán

A kémiatankönyvek

mint a tévképzetek forrásai **103**

Art Hobson

Releváns fizikát mindenkinek **108**

satöbbi

Satöbbi **114**

Természettudományos nevelés a 21. században

Nemzetközi Konferencia, Szeged, 1999. június 22–25.

Az Iskolakultúra történetében lassan már hagyomány, hogy a nevelés, az oktatás jeles eseményeiről tudósítja Olvasóit, egy teljes számot szánva a rendezvény bemutatására. Erre adódott kedvező alkalom most is, hiszen a Szegeden rendezett Természettudományos nevelés a 21. században nemzetközi konferencia témája jól illeszkedik a folyóirat fővállalt arculatához. A konferencián a neveléstudomány, a természettudományos tanítás nemzetközi tekintélyű, elismert hazai és külföldi szakemberei, oktatók, kutatók, tanárok vettek részt. A tematikus szám szerzőit a szerkesztők a konferencia előadói közül hívták meg, így kiváló lehetőség kínálkozik a természettudományos nevelés legújabb nemzetközi trendjeinek, kutatási eredményeinek bemutatására.

„A holnap olyan lesz, amilyen a ma iskolája” – a Nobel-díjas szegedi tudós, Szent-Györgyi Albert megállapítását választottuk a konferencia mottójául, amely a mai időben különösen aktuális. A 21. század iskolájának, a természettudományos oktatásnak meg kell felelnie az új évezred elvárásainak. A robbanásszerű tudományos és technikai fejlődés teremtette környezetben való eligazodáshoz segítséget kell adnia a jövő állampolgárainak, akiknek a hosszú távon ható gazdasági, politikai döntések meghozatalában is részt kell venniük. Hogyan tehetnénk ezt meg anélkül, hogy legalább alapjaiban ne értenék a természet és a technika jelenségeit? Óriási kihívás ez az oktatás számára, hiszen ki jósolhatja meg, hogy mit kell ma megtanítani az iskolában, hogy a jövő század felnőttei megfelelően tájékozottak legyenek? Még fontosabb az a kérdés, hogyan kell oktatni a természettudományos tárgyakat, amikor az iskolai természettudományos tárgyak népszerűsége rohamosan csökken, a reál tárgyaktól való elfordulás hazai és világjelenség egyaránt.

Ezek a kérdések tették aktuálissá a nemzetközi konferenciát, amely tartalmában és időpontjában is szorosan kapcsolódott az UNESCO-ICSU szervezésű, Budapesten rendezett eseményhez, A Tudomány Világkonferenciájához, annak hivatalos szatellit-rendezvénye volt. A konferencia találkozási lehetőséget adott a természettudományos nevelés nemzetközileg elismert művelőinek és kutatóinak egyrészt helyzetelemzésre, a természettudományos nevelés eredményeinek bemutatására, másrészt a természettudományos nevelési jövőkép megfogalmazására. A tudományos tapasztalatcsere résztvevői olyan oktatók, kutatók, tanárok voltak, akik felelősséget éreznek az iskolai természet-tudomány-tanítás iránt.

A konferencián plenáris előadásokon (plenary lecture), párhuzamos szekciók bemutatóin (paper sessions) és poszter-szekciókban a következő témák szerepeltek:

- a 21. század kihívásai a természettudományos oktatással szemben – természettudományos műveltség (lásd Art Hobson, Marx György és Csapó Benő tanulmányait);
- a jövő természettudósainak nevelése, tehetséggondozás eredményei és feladatai (lásd Nebojsa Bogdanović és Srdjan Vrebic tanulmányát e számban);

- a kognitív képességek fejlesztése a természettudomány tanítása által (lásd *Philip Adey, Stella Vosniadou és Christos Ioannides* tanulmányit);
- új technológiák alkalmazása a természettudományos nevelésben (lásd *Tóth Zoltán* tanulmányát);
- kedvezőtlen természettudományos attitűd, pályaválasztás okainak vizsgálata (lásd *Józsa Krisztián* tanulmányát);
- a természettudományos oktatás hazai és nemzetközi eredményeinek bemutatása, IEA, TIMSS vizsgálatok (lásd *Báthory Zoltán* tanulmányát).

A fenti témakörök csaknem felölelték a mai természettudományos tanítás valamennyi fontos kérdését, amit az is bizonyít, hogy a résztvevők (50 külföldi és 30 hazai szakember) nagy része vagy előadóként, levezető elnökként, vagy a poszter-szekcióban aktív közreműködőként szerepelt a konferencia programjában. Nem volt hagyományos a konferencia abban az értelemben, hogy neveléstudományi és természettudományos oktatással foglalkozó szakembereknek együtt nyújtott találkozási lehetőséget. Ez azért is fontos, mert a tanulók az oktatási folyamatban, az iskolában e területek kutatási eredményeivel nem külön-külön, hanem együtt, az egyes természettudományos tantárgyak tanításakor, tanulásaikor szembesülnek.

A konferencia létrejötté és sikere is bizonyítja, hogy az önálló, új tudományos diszciplínaként is megjelenő természettudományos nevelés (science education, lásd *Csapó Benő* tanulmányát) meghatározó a fiatalok természettudományos tudása, képességei, attitűdje szempontjából.

A konferencia részletes programját, az Abstract kötetet és decembertől az előadások teljes szövegét tartalmazó kiadványt a <http://www.jate.u-szeged.hu/~scied> címen találja meg a Tisztelt Olvasó.

A konferencia szervezője a szegedi József Attila Tudományegyetem és a Szegedi Akadémiai Bizottság, fő támogatója a Köznevelési és Modernizációs Közalapítvány volt.

Papp Katalin

Természettudományos nevelés: híd a tudomány és a nevelés között

A természettudomány hagyományos tanítását a világ legtöbb országában különböző problémák terhelik. E tanulmányban bemutatom azokat a folyamatokat, a tudományos kutatás és az oktatás terén, valamint a társadalomban végbement változásokat, amelyek a válságtünetek kialakulásához vezettek. Felvázolva az ezekre a kihívásokra adott válaszokat, a természettudományos nevelés fontosabb újszerű területeit, annak lehetőségeit keresem, miképpen lehetne a nemzetközi eredményeket és tapasztalatokat a mi sajátos problémáink megoldásában hasznosítani.

A tudományos kutatás által felhalmozott tudás növekedése és a gyerekek lényegében változatlan tanulási képessége közötti ellentmondás felismerése és elemzése nem újkeletű. Csaknem egy évszázaddal ezelőtt nagy hatású könyvének bevezető sorai-ban John Dewey a következőképpen jellemezte az ellentmondás két oldalát: „Iskoláink a tudományterületek megtöbbszöröződésének problémájával küzdenek, ugyanakkor minden egyes tudományágnak megsokszorozódnak a maga elméletei és ismeretei. Tanáraink feladatát megnehezíti az a tény, hogy egyedi tanulókkal kell foglalkozniuk, nem pedig egy tömeggel.” (1)

Az elmúlt században végbement fejlődés az ellentmondást nemcsak elmélyítette, hanem bonyolultabbá is tette: a tudományos kutatás és az oktatás közötti ellentmondás „sokdimenzióssá” vált. Paradox módon a tudomány fejlődése szinte felszámolta a tudás hagyományos módon való közvetítésének lehetőségét. Egyrészt az oktatás képtelen a tudás gyarapodásának ütemével lépést tartani, másrészt az új tudás specializáltsága és komplexitása miatt az eredmények közvetlenül csak a szakértők szűkebb köre számára hozzáférhetőek, és csak sokszoros transzformáció és átértelmezés révén válhatnak tananyaggá. A tudományos fejlődés ugyanakkor egyben sok területen felszámolta a tudás hagyományos értelemben vett szükségességét is. Azokat a kifinomult ipari termékeket, amelyek létrejöttét a tudomány eredményei tették lehetővé, egyre kevesebb tudással használjuk, és segítségükkel hatékonyan oldhatunk meg olyan feladatokat, amelyekkel korábban csak alapos tudományos felkészültség birtokában próbálkozhattunk volna.

Ez a fejlődés a világ legtöbb oktatási rendszerében a természettudományok tanításának változását idézte elő. A válság tünetei az egyes országok gazdasági fejlettségétől, oktatási hagyományaitól függően különböző időszakokban váltak érzékelhetővé és sokféle formában jelentkeztek. E válság-jelenségekre adott válasz azonban az ezredvég globalizálódó világában már nagyjából hasonló: a fejlett ipari országok, vagy pontosabban fogalmazva a poszt-indusztriális társadalmak oktatási rendszerei a természettudományi tudás közvetítésére új keretet alakítottak ki, amelyre magyarul legjobban talán a „természettudományos nevelés” kifejezés illik.

Az eredeti angol terminus, a „science education” azonban ma már sokkal többet jelent, mint a tudományos tudás közvetítése. Egyrészt jelenti azt a komplex pedagógiai praxist, a tanulók tágabb értelemben vett személyiségfejlesztését, amely az értékek közvetítésétől a világszemlélet formálásán, a képességek és készségek fejlesztésén keresztül az ismeretek közvetítéséig sok mindent magában foglal. Ez a gyakorlat nem egyszerűen az egyes

tudományágak, ismeretkörök tanításának összessége, hanem egészen más céloknak megfelelő tevékenység. Másrészt jelenti mindennek a szakmai ismeretrendszerét, tanári kompetenciáit, szak-pedagógiáját. Végül ez a szókapcsolat egyben egy új tudományos diszciplína, egy kutatási terület megnevezéséül is szolgál. A természettudományos nevelés mint tudományág rendelkezik a „nagy tudomány” összes attribútumával: markáns kutatási profillal, egyetemekhez kapcsolódó kutatócsoportokkal, tudományos szervezetekkel, folyóiratokkal és rendszeresen megtartott konferenciákkal.

Mélyülő szakadék a tudomány és az oktatás között

A tudományra egyre jobban jellemző specializálódás megbontotta a kutatás és oktatás egységét: mind a kutatás, mind pedig az oktatás saját törvényei szerint működő önálló „nagyiparrá” nőtte ki magát. Miközben a tudományos kutatással hivatásszerűen foglalkozók száma egyre nőtt, azok aránya, akik közülük egyben az eredmények tanításával, átadásával is foglalkoztak, szükségszerűen csökkent. Ezáltal egyben csökkent a szélesebb körű oktatathatóság kényszerével átgondolt, szintetizált tudás aránya is. A közoktatás, beleértve az akkor még csak a népesség kisebb része számára hozzáférhető középiskolát is, egészen a második világháborúig alig közvetített olyan természettudományos ismereteket, amelyek túlmentek volna a közvetlen környezet jelenségeinek tudományos magyarázatán, a meg tapasztalható világ egyszerű eszközökkel való tanulmányozásán. A vegytan, az élettan és a többi természettudományos tárgy csupa olyan kérdéssel foglalkozott, amely a környező világ tudományos igényű megértését segítette. A hatvanas-hetvenes években viszont szinte már mindenütt jelentőssé vált a „modern tudomány” aránya az iskolai tananyagokban. A kelet-európai országokban a túlfeszített iparosítás és a tudományos-műszaki kutatásnak abban játszott szerepe, Amerikában a „szputnyik-sokk” segítette a természettudomány-tantervek huszadik századi eredményekkel való feltöltését. A tananyag ily módon történő „korszerűsítését”, kiválasztását és elrendezését a tudományterületek szakértői felügyelték. Ezt a fajta tananyagszervezést az egyszerűség kedvéért nevezzük diszciplináris szemléletűnek. Jellemző módon a tudomány értékeit és logikáját követi, melyek néhány jellegzetes vonását az 1. táblázat bal oldalán soroltam fel.

Természettudomány	Nevelés
A diszciplína szempontjából lényeges tudás közvetítése.	Fejlődés-lélektani megfelelőség.
A legújabb eredmények elhelyezése a tantervben.	Az érdeklődés és a motiváció fejlesztése.
A rész-diszciplínák sajátos, egyedi értékeinek megjelenítése.	A megismerés és gondolkodás készségeinek és képességeinek fejlesztése.
Szakmai koherencia, szaktudományi pontosság.	A tudás és a környezet kapcsolatának megteremtése.
Diszciplináris megértés.	Új, hétköznapi helyzetekben való alkalmazás képessége.
A szakterületen belüli alkalmazás.	Jelentés-gazdag, személyes megértés.
Alacsony szintű, közeli transzfer.	Személyesen megkonstruált tudás.
A tudomány álláspontjának megfelelő tudás.	Magas szintű, távoli transzfer.
	Átfogó szemléletmód, világkép kialakítása.
	Társadalmilag releváns tudás.

1. táblázat

A tudomány és az oktatás szempontjainak összehasonlítása

A diszciplináris szemléletű tananyagszervezés az adott tudományág „közvetítését” tekinti fő céljának. Vonatkoztatási rendszere a megfelelő szaktudomány. A tantárgy tanítása e szemléletmód szerint annál eredményesebb, minél többet elsajátítanak a tanulók az adott tudományág értékeiből, szemléletmódjából, ismereteiből, feladat-megoldási stratégiáiból. Kor-

szerűségének megítélése attól függ, mennyire képes a tudomány legújabb eredményeinek közvetítésére. A tananyag kiválasztásának és elrendezésének logikáját lényegében az határozza meg, hogy az alsóbb évfolyamok előkészítsék a későbbi, és végső soron az adott területen végzendő felsőfokú tanulmányokat. A tananyagnak belsőleg kell konzisztensnek, összefüggőnek, megérthetőnek lennie, és nem szükséges, hogy külső szempontokra, igényekre tekintettel legyen. Nem elvárás a tudás tantárgyon túlmutató alkalmazhatósága. A megértést, a kompetenciát, a teljesítményt, az alkalmazást egyaránt a szaktárgyi kereteken belül lehet értelmezni. A fizikában megtanult elveket és törvényeket például akkor tudja a tanuló alkalmazni, ha képes a fizikában megszokott szakszerűséggel kitűzött feladatokat megoldani. Ez a fajta tananyagszervezés és tanítás – természetéből következően – nagyon hatékony lehet a tudományos pályákra való felkészítésben. A hetvenes-nyolcvanas években azok az országok, amelyekben a természettudományok tanítása ezeket az alapelveket követte, kiemelkedő eredményeket értek el a különböző nemzetközi összehasonlító vizsgálatokban. A diszciplináris megközelítés jól működik, ha elegendő idő áll rendelkezésre a tananyag részletes feldolgozására, ha a tanulók eleve érdeklődők, vagy ha érdekeik, esetleg külső kényszerítő körülmények miatt törekednek a magas szintű elsajátításra, és a tanulók értékelése, az eredményesség végső megítélése is a diszciplináris értékrenden alapul.

A nevelés szempontjai egészen más megközelítést igényelnek. Ennek fontosabb vonásai az *1. táblázat* jobb oldali oszlopában találhatók. A tanulók személyiségének optimális fejlesztése (pszichológiai, fejlődés-lélektani szempontok), a társadalomba való integrálódáshoz szükséges műveltség és képzettség kialakítása határozza meg a tananyagot és a tanítás módszereit. A társadalmi igény meghatározása, felmérése lehet szakszerűtlen, idealizált, esetleg ideológiákból levezetett. (Ez utóbbi jellemezte hosszú időn keresztül a magyar oktatási rendszert is, ami egyébként a tudományos képzés tekintetében jótékony hatással volt a tanulók teljesítményeire.) A demokratikus társadalmi berendezkedésű, fejlett oktatási kultúrájú országokban azonban a szakszerű elemzések, konkrét vizsgálatok és a tudással szembeni „kereslet” erőteljesebben befolyásolják a képzés tartalmait. A nevelés prioritásait szem előtt tartva az érdeklődés, a motiváció, a gondolkodás, a megismerés képességeinek fejlesztése, a világszemlélet formálása az elsőrendű cél. A tanítás tartalma közömbös, és ezeknek a céloknak alárendelhető. Ez a fajta alárendelés több országban meg is valósult, ami a tanulók személyiségének fejlesztésében vezetett bizonyos eredményekhez, de egyben az oktatás súlyos gondjaihoz, a természettudományi képzés csaknem teljes széteséséhez vezetett. A nyolcvanas években például az Egyesült Államok számos oktatási programja küzdött ezzel a problémával.

A természettudományok oktatásának kétféle megközelítése között természetszerűleg kialakult ellentmondást több szerencsétlen körülmény tovább élezte. Ezek közé tartozik például a humán–reál szemlélet szembeállítás, valamint a „kemény” természettudomány és a „lágy” pedagógia különbözőségeiből származó meg nem értés. Magyarországon – akárcsak a többi kelet-európai országban – az ellentétek további dimenziója nyílt meg az ideológiamentes, nyugati tudományossággal lépést tartó természettudományok értékrendje és az egyes területeken ideológiai befolyástól nem mentes pedagógia, pszichológia között. Abban a kontextusban a természettudományos értékrend dominanciája pozitív hatással volt a természettudományok tanítására. A pedagógiai–pszichológiai eredmények negligálása azonban átterjedt azokra a területekre is, amelyeken a pedagógiai kutatás lépést tartott a nemzetközi élvonallal és érdemi mondanivalója volt a természettudományok tanítása számára, továbbá áthúzódott arra az időszakra is, amikor a neveléstudományok fejlődését már nem akadályozták ideológiai korlátok.

A természettudományi tantárgyak hagyományos tanításának létjogosultságát megkérdőjelezte a természettudományos tudással szembeni igény megváltozása is. Az első ipari forradalom ugrásszerűen megnövelte az iparban foglalkoztatott, képzett munkaerő iránti igényt, és a képzettség többnyire a természettudományok, a műszaki–mérnöki tudomá-

nyok különböző szintű ismeretét jelentette. A termelés közvetlen résztvevőitől és irányítótól a technikusokon, a mérnökökön keresztül a kutatás-fejlesztésben foglalkoztatottakig szakmája gyakorlása vagy az arra való felkészülés során mindenki közvetlenül profitált az iskolai természettudományos oktatásból. A második ipari forradalom éppen ellenkező hatással járt: a termelést annyira hatékonyá tette, hogy fokozatosan csökken az abban közvetlenül vagy közvetve résztvevők száma. Az ipari termeléshez kapcsolódó munkahelyek viszont az elvárt képzettség szempontjából rendkívül differenciálódtak, polarizálódtak. Egyik oldalon vannak a kutató–fejlesztő, tervező szakemberek a maguk rendkívül ma-

gas, specializált képzettségével. A másikon a lehető legnagyobb mértékben automatizált, rész munkafolyamatokra lebontott, képzettséget alig igénylő termelés résztvevői, akikkel szemben a legfontosabb elvárás a monotónia-tűrés képessége. Közben az ipari és a mezőgazdasági termelésben foglalkoztatottak aránya tíz százalék alá csökken, megnövekszik a harmadik szférában, a szolgáltatásban dolgozók száma. Olyan munkakörök alakulnak ki, amelyekhez egyre inkább a társadalmi, gazdasági folyamatok átlátása, a kommunikáció, a személyes kapcsolatok kezelésének képessége szükséges. A korábban csak elméleti kutatók szűk körét foglalkoztató társadalomtudományok lépnek át a gyakorlati felhasználhatóság szférájába. Az általuk közvetített tudás tömegek számára válik a munka világában hasznosítható szakképzettséggé. Ez a tendencia felveti az iskolai tantervekben az egyes tantárgyakra, tudományterületekre jutó arányok újraértékelését.

Általában is érvényes a modern társadalmak különböző rendszereire (a franchise rendszerben működő gyorsétterem-láncoktól a számítógépes irodai programcsomagokig), hogy azokat egy szűk, de rendkívül magasan képzett, kreatív elit tervezi úgy, hogy minimális képzettséggel rendelkező

tömegek legyenek képesek működtetni. Nagyjából hasonló eredményekkel jár a technikai fejlődés is. Az általánosabb érvényű természettudományos, technikai, műszaki tudás szükségességét egyre inkább kiváltja a speciális, helyzethez kapcsolódó konkrét ismeret. Például amíg korábban egy autó fenntartása, működtetése igényelt némi technikai tudást, egy mai autónál már a legegyszerűbb hibák elhárítása is szakembert igényel, a vezetésbeli ügyességet pedig különböző automatikák helyettesítik. Néhány évtizeddel ezelőtt az igényes fotózás még alapos kémiai és fizikai tudást feltételezett; távolságot, fényerőt, expozíciós időt kellett állítani, miközben a mélységélesség összefüggéseiről is érdemes volt gondolkodni. Ma a legtöbb fotós, miközben elkészíti a felvételt (becslések szerint a világon naponta 41 milliót), mindössze annyit tud a folyamatról, hogy a gépen melyik gombot kell megnyomni. A tömeghasználatra szánt eszközöket eleve a „technikai analfabéták” által működtethető módon tervezik. Az az érvelés, amely szerint egy technológiailag fejlett társa-

Magyarországon – akárcsak a többi kelet-európai országban – az ellentétek további dimenziója nyílt meg az ideológiamentes, nyugati tudományossággal lépést tartó természettudományok értékrendje és az egyes területeken ideológiai befolyástól nem mentes pedagógia, pszichológia között.

Abban a kontextusban a természettudományos értékrend dominanciája pozitív hatással volt a természettudományok tanítására. A pedagógiai-pszichológiai eredmények negligálása azonban áterjedt azokra a területekre is, amelyeken a pedagógiai kutatás lépést tartott a nemzetközi élvonallal és érdemi mondanivalója volt a természettudományok tanítása számára, továbbá áthúzódott arra az időszakra is, amikor a neveléstudományok fejlődését már nem akadályozták ideológiai korlátok.

dalomban való mindennapi létezéshez magas szintű tudományos ismeretekre van szükség, nem bizonyult érvényesnek.

Végül az utóbbi évtizedben nem kedvezett a természettudományok tanításának a „korszellem” sem. Felerősödtek a tudomány eredményeinek gondatlan felhasználásáért, a néha valóban katasztrofális következményekért magukat a tudósokat, a tudományt felelőssé tevő nézetek. A fejlett technika világát idegennek érzők szorongása, a misztikus utáni vágy elsősorban a társadalom kevésbé képzett rétegeiben erősítette a tudományellenességet, a posztmodern elbizonytalanodás, a tudományos gondolkodás szigorú fegyelme, értékrendje, és a posztmodern érték-pluralizmus, érték-relativizmus szembekerülése pedig intellektuális kihívást jelentett a természettudományok „magabiztosságával” szemben.

A természettudományos hagyományos oktatására is érvényes, sőt talán fokozottan érvényes az, amit *Neil Postman* a „The End of Education” című könyvében az iskolai oktatásról általában írt: „... egy önmagán túlmutató, tiszteletre méltó cél nélkül az iskoláztatásnak véget kell érnie...” (2) Ahhoz, hogy a természettudománynak az iskolai nevelésben és oktatásban betöltött szerepe tisztázódjék, rangja visszaálljon, megfelelő súlyt képviseljen, „küldetésének” újraértelmezésére van szükség. A természettudományos nevelés története lényegében megegyezik ezzel az újraértelmezési folyamattal.

A probléma újradefiniálása: a természettudományos nevelés

A természettudományos nevelés kifejezés (főleg angol megfelelője, a „science education”) használatos egy szűkebb és egy tágabb értelemben is. Tágabb értelmezése magában foglalja a természettudományok tanításával kapcsolatos összes problémát, beleértve a szaktárgyak tanításának részletkérdéseit, és a tudományos pályára való felkészítés módszereit is. Van azonban egy szűkebb értelmezése, amikor a „nevelés” kap hangsúlyt, utalva arra, hogy a szóban forgó kérdések túlmutatnak valamely konkrét tantárgy tanításának specifikus problémáin. Ez a szűkebb értelmű szóhasználat (amely egyébként a nevelés szélesebb kontextusát jelzi) az utóbbi évtizedekben egyre hangsúlyosabbá válik. (3)

A természettudományos nevelés mint kutatási terület magában foglalja az egyes diszciplínák tanításának kérdéseit is, azonban alapvetően sokkal tágabb kérdésekkel foglalkozik: a tanítás problémáit a nevelés társadalmi kontextusában helyezi el. Jellemző rá a két kultúra egyesítése. Többnyire olyan kutatók művelik, akik mindkét területen képzettek: rendelkeznek a megfelelő tudományos háttérrel és járatosak a pedagógiai-pszichológiai, vagy a tágabb társadalomtudományi kutatások módszereiben. A természettudomány tanítását nem öncélnak, vagy a későbbi hivatásra való felkészítés megalapozásának tekinti, hanem elsősorban az önmagán túlmutató célokkal foglalkozik. A megfelelő tudást a civilizáció, a kultúra, a műveltség komponensének tekinti. A természettudományos nevelés küldetésének a környező világban való közvetlen eligazodás segítésén túl a leendő állampolgárok felkészítését, a különböző döntésekben való felelős részvétel megalapozást tartja. Szemléletmódját, értékrendjét illetően mindkét szférában jelen van, így valóban alkalmas arra, hogy hidat verjen a tudomány és a nevelés között.

A természettudományos nevelésnek számos kutatási területe van, és egyre újabb és újabb témakörök önállósulnak. Itt részletesebben csak három markánsan megjelenő, de egymással is több szálon összefüggő kutatási területtel illusztrálom a természettudományos nevelés megközelítésmódjait.

A tudományos gondolkodás és a fogalmak fejlődése

A fejlődés-lélektani irány a természettudományos tudás elsajátításával kapcsolatban tanulmányozza a gyerekek megismerésének sajátosságait. Strukturáltsága, szervezethez képest a tudományos tudás különösen alkalmas arra, hogy tanulása segítségével további célokat is elérjünk. A tudományos megismerés folyamatainak iskolai reprodukálása alkalmas

terep a tanulók megismerési képességeinek fejlesztésére is. Nem véletlen, hogy ez a kutatási ág végső soron a tanulók értelmi képességeinek optimális kiművelésével, tudományos fogalmaik fejlődésével és fejlesztésével kapcsolatos kérdéseket helyezi a középpontba.

A fejlődépszichológiai megközelítés keretében végzett kutatások eredményei hangsúlyosan rámutattak a tudományos kutatás és az egyéni megismerés eltéréseire, megkülönböztetve a modern tudományos kutatást mint társadalmi vállalkozást, és az egyéni tanulást mint pszichológiai folyamatot. Az egyik leggyakoribb tévedés, amely a természettudomány tanításában előfordul, az éppen annak (többnyire nem tudatos) feltételezése, hogy az egyéni ismeretszerzés ugyanolyan szervezett és szigorúan racionális folyamat, mint a (néha idealizáltan leírt) tudományos kutatás. Részleteiben, finomszerkezetében a két megismerési folyamat különbözik, azonban segíti a „hídverést”, ha egyben felhívjuk a figyelmet arra is, hogy „stratégiáját” tekintve, főbb alapelveiben a két megismerési folyamat között alapvető hasonlóságok is vannak. Ilyenek például:

– hipotézisek alkotása és ellenőrzése;
– a megismerés alanyának az új tudás létrejöttében betöltött aktív szerepe;
– a tudás forrása a környezettel való interakció;

– a meglevő tudás folyamatos és kritikus felülvizsgálata;
– a meglevő tudás az új tudás megszerzésének eszköze;
– a megszerzhető új tudás függ az aktuálisan meglevő tudástól.

Ezekben és a hasonló „globális” stratégiákban tehát vannak párhuzamok a tanulás és a kutatás között, azonban a tanulók eltérő előzetes tudása, tapasztalatai, a rendelkezésükre álló gondolkodási-műveleti apparátus korlátozottsága miatt a keletkezett új tudás is minőségileg más, mint amire hasonló feltételek mellett a tudomány jut. A különbségek feltárása, a gyermekek gondolkodásának és a tudományos megismerésnek az összehasonlítása gyümölcsöző kutatási terület.

A „globális” stratégiákban tehát vannak párhuzamok

a tanulás és a kutatás között, azonban a tanulók eltérő előzetes tudása,

tapasztalatai,

a rendelkezésükre álló gondolkodási-műveleti apparátus korlátozottsága miatt

a keletkezett új tudás is minőségileg más, mint amire hasonló feltételek mellett

a tudomány jut. A különbségek feltárása, a gyermekek gondolkodásának és a tudományos megismerésnek az

összehasonlítása gyümölcsöző kutatási terület.

Több évtizedes múlttra tekintenek vissza például

a hipotetiko-deduktív gondolkodás fejlődésével és a változók

szétválasztásának problémájával kapcsolatos vizsgálatok.

let. Több évtizedes múlttra tekintenek vissza például a hipotetiko-deduktív gondolkodás fejlődésével és a változók szétválasztásának problémájával kapcsolatos vizsgálatok.

Piaget klasszikus fejlődés-lélektani kísérleteiben éppen bizonyos természettudományos jelenségeken keresztül tanulmányozta a gyermekek gondolkodását. A legismertebb Piaget-feladatok a fizika területéről származnak, például a kétkarú emelővel, az ingával, a fénysugarak beesési szögével, a golyók ütközésével kapcsolatosak, de szerepeltek közöttük fizikai és biológiai jelenségekre épülő feladatok is. (4) Piaget hatása a természettudományos nevelésre azonban mégis inkább a rendkívül elegáns matematikai formalizmussal is megjelölt és így a természettudományos kultúrán nevelkedett kutatók számára vonzó kognitív elméletének köszönhető. Piaget nyomán számos konkrét felmérést végeztek annak feltárására, hogy különböző életkorokban milyen mértékben rendelkeznek a tanulók bizonyos természettudományi ismeretek elsajátításához, megértéséhez szükséges gondolkodási műveletekkel. (5)

Az ilyen jellegű kutatások már minden egyes korosztály gondolkodási-tanulási sajátosságait feltárták, de különösen részletes elemzések születtek a fejlődési szempontból kiemelt jelentőségű serdülőkorról. (6) Ezek a vizsgálatok alapozták meg azokat a képességfejlesztő programokat, amelyek a természettudomány tanítását a gondolkodás fejlesztésének szolgálatába állítják. (7) A fejlődés-lélektani szempontból érvényes, a gyermeki gondolkodás sajátosságaira építő, és egyben megismerési képességeiket hangsúlyozottan fejlesztő „tudomány gyermekek számára” jellegű oktatási programok gyakran az érdeklődést felkeltő, a motivációt erősítő, játékos módon vezetik be a gyerekeket a tudomány által vizsgált jelenségek világába. (8)

A természettudomány kiváló elemzési lehetőséget kínál a tudás másik nagy területe, a fogalmakból felépülő ismeretrendszer fejlődési sajátosságainak tanulmányozásához. Mivel a hétköznapi tapasztalatok alapján is megismerhető jelenségekkel kapcsolatos tudományos fogalomrendszerek egyértelműen leírhatóak, ezek kiváló viszonyításul szolgálnak a tanulók tapasztalatai alapján kialakult fogalomrendszerekhez. (9)

Különösen érdekes és gyümölcsöző kutatási területnek bizonyult azoknak a naiv modelleknek, téves elgondolásoknak a köre, amelyeket gyakran még több éves iskolai tanulás sem tud megváltoztatni, tudományosan helytálló modellekkel kicserélni. A szakirodalom több tucat ilyen tévképzetet ír le, közülük sokat (például a feldobott érmére ható erő, a szemünkbe jutó fénysugarak útja) több országban is megvizsgáltak, nagyjából hasonló eredménnyel. (10)

A gyermekek fogalmi fejlődésének értelmezésében, naiv elgondolásaik megértésében segítségünkre lehet a tudománytörténet tanulmányozása. A gyerekek tapasztalati modelljei ugyanis sok hasonlóságot mutatnak a tudomány történetének korai szakaszában megjelent modellekkel és elgondolásokkal.

A tudás két nagy területének kutatása, az ismeret-jellegű, fogalmi tudásnak és a képesség-jellegű tudásnak a tanulmányozása már átvezet egy másik kutatási területre, a kognitív tudomány által befolyásolt vizsgálatok körére, ugyanis mindkét probléma egyben a kognitív irányzatok legizgalmasabb kérdései közé tartozik.

A kognitív irányzatok: a tanítás–tanulás optimalizálása

A kognitív pszichológia – az emberi megismerést információfeldolgozásként leíró megközelítés – terminológiája nagyrészt a számítógép-tudományban gyökerezik, korai elgondolásai, első modelljei a számítógép-analógiát használták az emberi gondolkodás leírására. E természettudományokhoz közel álló szemléletmód és fogalomrendszer szintén hasznos közvetítőnek bizonyult a tudomány és az oktatás szakemberei között. Időközben a kognitív pszichológia sok egyéb, más kiindulású irányzatot magába olvasztott, és ma már a természettudományok tanításával kapcsolatos kognitív orientációjú kutatások köre is rendkívül tág. A kognitív megközelítés, bár kitágította a természettudományos nevelés horizontját, nem lép fel újabb célokkal és elvárásokkal, hanem inkább a meglevő célok pontosabb értelmezéséhez és hatékonyabb megvalósításához járul hozzá. (11)

A természettudományos nevelés legfontosabb alapkérdései – mint az iskolai oktatáséi általában is – azzal kapcsolatosak, hogy a tanulók milyen mértékben sajátítják el a tananyagot, mennyire értik meg a tanultakat, és amit megtanultak, azt milyen széles körben tudják felhasználni. Amíg a tantárgyak diszciplináris tanítása megelégszik az adott tárgy fogalomkörében való megértéssel és a tudás tantárgyon belüli alkalmazásával, a természettudományos nevelés szemléletéből a mélyen megértett, széles körben hasznosítható tudás közvetítése következik. A kognitív megközelítés a megértést mint reprezentációs problémát értelmezi: egy jelenség megértése a megfelelő mentális reprezentáció kialakítását, mentális modell megalkotását jelenti. (12)

A tudás széles körű felhasználhatósága, az új helyzetekben való alkalmazhatósága elsősorban a transzfer jelenségén keresztül ragadható meg. A magas szintű, távoli transzfer

ahhoz szükséges, hogy a megfelelően reprezentált tudáshoz kapcsolódóan kialakuljanak a tudás értelmezésével, interpretálásával szorosan összefüggő kognitív képességek, gondolkodási folyamatok is. Mind a megértést, mind a széles körű felhasználást segíti a többszörös kontextusba helyezés, vagyis ha ugyanazt a tudáselemet különböző helyzetekben is elsajátítjuk. Ez a többszörös reprezentáció a természettudomány tanuláskor gyakran előfordul, például a gázokról tanulnak a gyerekek a fizikában is és a kémiában is. A fémrács és a fémek elektromos vezetőképességének tárgyalása is előfordul mindkét tantárgyban. Ha azonban a két különböző kontextusban elsajátított tudás elszigetelődik egymástól, azaz nem alakul ki közöttük kapcsolat, az inkább nehezíti a megértést. (13) A megértést tehát valójában a „többszörös és összekapcsolt reprezentáció” segíti. (14)

A kognitív irányzatok által inspirált kutatási programok többsége a megértés és az alkalmazhatóság javításával foglalkozik. Számos témakör-megnevezésül szolgáló kifejezés közvetlenül is utal a többszörösésre, a megértésre, a reprezentációra. Ilyenek például a „többszörös reprezentáció”, „többszörös megértés”, „többszörös kontextusba helyezés”, „tanítás többszörös kontextusban” stb. Mások a kontextus helyett a „környezet” kifejezést használják, megint másoknál a megnevezésben nem, csak a kutatás tartalmában jelennek meg ezek a témakörök.

A természettudományi nevelés modelljeiben békésen egymás mellett élnek a Neo-Piaget-iánus és a Neo-Vigotszkij-ánus elméletek. Piaget a belsőleg meghatározott érése, Vigotszkij a tanulásra és a környezet hatásaira helyezte a hangsúlyt. Több természettudományi nevelési program kísérletet tesz e két koncepció szintézisére is. (15) Vigotszkij elméletéből azonban újabban inkább a szociál-konstruktivista vonulat kap nagyobb hangsúlyt, mindenekelőtt a tudás létrejöttében szerepet játszó társas környezet elemzésében. A megvitatott, „átbeszélt”, kontextusba helyezett tudás kialakításában játszott szerepük miatt felértékelődtek a tanulók különböző csoportos tevékenységén alapuló tanulási módszerek. Megfigyelhető például a tanulók önálló kutatómunkáján alapuló csoportos természettudományi projektek reneszánsza. Hasonlóképpen felértékelődött a kooperatív tanulás jelentősége is.

A konstruktivizmus szinte minden irányzata megtalálható a természettudományos nevelés programjaiban, többségük kifejezetten valamely természettudományi nevelési program keretében jött létre. A konstruktivista beállítódás annyira sokféle kutatási programban jelen van, hogy ma már inkább tekinthető általános szemléletmódnak, mint önálló specifikus elméletnek vagy kutatási irányznak. Mindenesetre a konstruktivizmussal kapcsolódik össze leginkább annak határozott kimondása, hogy a tanulás nem a készen kapott tudás passzív befogadása, elsajátítása, így a tudás a környezettel való interakció révén jön létre, „konstruálódik” meg. (16) Azaz a tudás egyedi, személyes konstrukció, amelyet nagymértékben meghatároz az előzetesen meglévő tudás. Az utóbbi időben előtérbe került a „realisztikus konstruktivizmus”, amely egyszerre két dolgot is jelent, egyrészt a radikális konstruktivizmus alternatíváját vagy elutasítását, másrészt a tanuláshoz a valósághű, valóságnak megfelelő környezet megteremtését. Lényegében ehhez közel áll a realiztikus modellezés irányzata is, amely a matematika-tanításból került át a természettudományi nevelés területére.

A konstruktivista, vagy a konstruktivizmus által is befolyásolt koncepciókban a hangsúly egyre inkább áttevődik a környezet szerepére. Ennek alapgondolata az, hogy a megfelelő környezettel való interakció segíti csak a hatékony tanulást, az eredményt tehát legjobban a megfelelő környezet kialakításával lehet befolyásolni. Ezt a gondolatmenetet követve jelent meg a „tanulási környezet tervezése” mint kutatási-fejlesztési irány. A tanulási környezet ebben a kontextusban – némi leegyszerűsítéssel – a tanulás eszközeinek rendszerbe szervezett együttese. A természettudomány tanulása esetében hangsúlyozottan beletartozik ebbe a környezetbe az önálló ismeretszerzéshez, kísérletezéshez szükséges eszközök összessége is.

Az utóbbi évtizedben a „tanulási környezet”-hez egyre gyakrabban kapcsolódnak újabb jelzők, mint például a „hatásos” (powerful), az „újszerű”, a „technológia által támogatott”. Ezek mindegyike hozzátétőlegesen ugyanazt jelenti: megjelenik a komputer, mégpedig többnyire a hálózatra kapcsolt, multimédiás eszközöket kezelni tudó, nagy teljesítményű személyi számítógép. (17)

A számítógépekkel, vagy általában az Új Információs és Kommunikációs Technikákkal (New Information and Communication Technology, NICT) kapcsolatban szinte megismételhető a korábban felsorolt kulcsszavak többsége, illetve azok „számítógépesített”, „multimédiásított”, „hálózatosított” változata. A számítógépek esetében természetesen adott az interaktivitás, a variálhatóság, a többszörös (de a „virtuális” környezet által korlátozott) kontextusba helyezés lehetősége is. (18) Egyes kutatási programokban „a hálózat mint természetes tanulási környezet” jelenik meg. A hálózati kommunikáció révén lehetővé válik egymástól távol levő tanulók közös munkája, feladatmegoldása, a „megosztott megismerés”. Megvalósítható a „kooperatív tanulás a hálózaton” és a „tanulás virtuális közösségekben”. A természettudományos nevelésben a számítógépet rendkívül széles körben lehet használni, de van néhány olyan természettudomány-specifikus alkalmazás is, amikor a NICT kiegészítő előnyökkel is jár. Ezek közé tartozik többek között a szimuláció, a modellezés, a problémamegoldás, a feladatmegoldás, a számítási igényes feladatvégzés.

Bár a „hagyományos” és az „újszerű” közvetlen összehasonlítása számos módszertani nehézséggel jár, a NICT alkalmazásának hatékonyságát sokan és sokféleképpen értékelték. A számos pozitív jelzés ellenére több alapvető kérdés megválaszolásához még nincs elég tapasztalatunk. Fontos kérdéseket kellene például feltenni a megértéssel és a transzferrel kapcsolatban. Csak hosszabb távon fog kiderülni, mit ér a virtuális valóságban elsajátított tudás a „valós” valóságban.

Az elsajátított tudás végső próbája tehát általában is az, hogyan transzformálható az a mindennapi életbe, mennyire segíti az egyén érvényesülését és a társadalom demokratikus fejlődését. Ezekre a kérdésekre helyezik a hangsúlyt a természettudományi nevelés társadalom-centrikus megközelítései.

Állampolgári felkészülés: a társadalmi irány

Az a felismerés, hogy a tudomány aktív művelésére viszonylag kevesen készülnek, de bizonyos tudományos felkészültségre mindenkinek szüksége van, újszerű tantervek és oktatási programok kidolgozásához vezetett. A „tudomány mindenkinek” (science for all students) program még csak a feldolgozandó témakörök megválasztásával tér el a korábbi természettudomány tanításától. A tudomány átkerül az elsősorban általános műveltséget nyújtó tantárgyak körébe, megjelenik a „természettudományos műveltség” (science literacy) koncepciója, amely különbözik a természettudományok hagyományos tanításától. (19) A Harmadik Nemzetközi Matematika és Természettudományi Felmérés (Third International Mathematics and Science Study, TIMSS) például már külön kezeli, más jellegű kérdésekből összeállított teszttel vizsgálja a természettudományos műveltséget mint az egyes tantárgyak tudását.

A releváns tudás közvetítésére, a természettudományos műveltség kialakítására törekvő programok különböző módon közelítenek a hasznosság kérdéséhez. Vannak, amelyek egyszerűen csak érvényes, „autentikus” tudást kívánnak közvetíteni. (20) Mások egészen gyakorlat-közel, a közvetlen környezet jelenségeit feldolgozó természettudományt ajánlanak. Így született meg a „hétköznapi tudomány”, az „otthoni tudomány” vagy éppen a „konyhai tudomány” koncepciója. (21)

Még mindig a természettudományos kérdések tárgyalásán belül maradnak, de jelentősen elmozdulnak az egyéni felelősségtudat kialakításának irányába az ökológiai jellegű programok. Elsősorban a civilizációs ártalmak megelőzésével vagy csökkentésével foglalkoz-

nak, a környezet megóvására nevelnek. Tárgyalják a környezeti katasztrófák kialakulásának lehetőségeit, a legtöbb program középpontba helyezi a globális felmelegedés okainak és következményeinek bemutatását. Általában annak megmutatására törekednek, mit jelent az ökológiailag tudatos egyéni magatartás. Segítik a „Gondolkodj globálisan, cselekedj lokálisan!” alapelv gyakorlatba való átültetését.

Tovább megy a természettudományos nevelés „társadalmasításában” a „Tudomány–Technika–Társadalom” (Science–Technology–Society, STS) szóösszetétellel jellemezhető integrált természet- és társadalomtudományi tárgy. Ez a gondolkör már beemeli a természettudományi nevelésbe a tudomány alkalmazásával, a tudományos eredmények használatával, társadalmi, környezeti, természeti hatásával kapcsolatos problémák széles körét. Tárgyalja a tudománynak a társadalmi–gazdasági fejlődésre gyakorolt hatását, felveti a társadalmi felelősség kérdését. A tudomány társadalmi kontextusa már nem csak az apró betűs szövegekben, lábjegyzetekben jelenik meg, nem csupán figyelemfelkeltő illusztráció,

amely színesíti a tankönyvet, hanem itt a tudomány eredményeinek felelős használatára való nevelés már az első számú célok között szerepel.

Egyes programok kifejezetten „természettudományos állampolgári nevelést” (Citizenship Science) hirdetnek meg. A természettudományi tudás közvetítése révén felelős állampolgárokat, felkészült döntéshozókat (Decision-making Citizenship) kívánnak nevelni. A modern társadalmak számos – tágabb értelemben vett – politikai kérdésben való állásfoglalása elmélyült természettudományi tudást igényel. Ilyenek például a nagyobb építkezésekkel (vízerőmű, atomerőmű, autópálya, szeméttároló-mű stb.) és a természeti környezet jelentős átalakításával (például völgyzáró gát építése, mocsarak lecsapolása, folyamszabályozás) kapcsolatos döntések. A demokratikus társadalmi berendezkedés csupán a döntéshozatal demokratikus mechanizmusát garantálja, de nem jelent biztosítékot arra, hogy a döntés bármilyen értelemben megfeleljen

*Tovább megy
a természettudományos nevelés
„társadalmasításában”
a „Tudomány–Technika–Társadalom”
(Science–Technology–Society, STS)
szóösszetétellel jellemezhető integrált
természet-
és társadalomtudományi tárgy.
Ez a gondolkör már beemeli
a természettudományi nevelésbe
a tudomány alkalmazásával,
a tudományos eredmények
használatával, társadalmi, környezeti,
természeti hatásával kapcsolatos
problémák széles körét. Tárgyalja a
tudománynak
a társadalmi–gazdasági fejlődésre
gyakorolt hatását, felveti
a társadalmi felelősség kérdését.*

a közösség hosszú távú érdekeinek. Felkészületlen állampolgárok a legjobb szándék mellett is hozhatnak rossz többségi döntést. A döntések sokszor súlyos morális dilemmát vetnek fel, különböző csoportérdekeket sértenek. Az egyes csoportok saját érdeküket gyakran próbálják tudományosnak tűnő érvek mögé rejteni, a megtévesztés, a manipuláció reális veszély. Az állampolgári tudatosságot a tudományos képzés révén növelő programok az ilyen jellegű befolyásolás elleni védekezés képességét kívánják fokozni.

Az oktatás történetében volt már arra példa, hogy a gondolkodás, a képességek fejlesztését az ideológiai–politikai befolyásolás ellenszereként javasolták. A harmincas években Amerikában a kritikus gondolkodás fejlesztésére szolgáló programok elterjedését az segítette, hogy ezáltal kívánták az állampolgárokat megvédeni az ideológiai „agymosással”, a politikai befolyásolással szemben (22). A demokrácia jövőjeért aggódó társadalomkritikusok ma többek között a természettudományos műveltség terjesztését javasolják a „konzumerizmus”, az élet minden szegmését átható, fogyasztásra, vásárlásra készítő hatások elleni védekezésül. Becslések szerint egy átlagos amerikai fiatal mintegy 500 000

televízió-reklámot lát tizennyolc éves koráig. (23) A reklámok által közölt vagy sokszor inkább csak sugallt tudás gyakran minden tudományos alapot nélkülöz, vagy éppen tudománytalan, hamis elgondolásokon alapszik. Az iskolai természettudományos nevelésnek ma már nem egyszerűen csak a „tanulatlan” diákjait kell tanítani, hanem a tanulók meglevő tudását kell átformálni, meg kell küzdenie a külső forrásokból származó hamis, áltudományos nézetekkel is. A természettudományos nevelésnek ezzel a megváltozott helyzettel is számolnia kell.

Következtetések: mit kezdjünk a természettudományos neveléssel?

Bár a természettudomány hagyományos tanítása a világ különböző régióiban egyaránt válsággal küzd, a problémák régióként más-más formában jelentkeznek. Ezért mindenekelőtt a saját oktatásunk hibáit és problémáit kell megértenünk és megoldanunk. Ebben a külföldi példák és tapasztalatok nagy segítségünkre lehetnek, de nem vagyunk abban a kényelmes helyzetben, hogy egyszerűen más modelleket lemásolhassunk.

A magyar természettudományi nevelés problémáinak indikátorai, megfigyelhető válságtünetei három nagy csoportba sorolhatók:

- mind az egymást követő hazai felmérések, mind a nemzetközi összehasonlító vizsgálatok azt jelzik, hogy tanulóink teljesítményei folyamatosan csökkennek; (24)
- a tanulók természettudományi tudása inkább elméleti jellegű, a tudásnak nagyon kicsi az alkalmazható komponense, és a természettudomány tanulása alig járul hozzá a gondolkodási képességek fejlesztéséhez; (25)
- a tanulók nem szeretik a természettudományi tárgyakat, még azok sem szívesen tanulják azokat, akik viszonylag jó iskolai eredményeket érnek el, különösen a kémia és a fizika elutasításának mértéke aggasztó. (26)

A problémák okairól sok mindent tudunk, de egyáltalán nem mondhatjuk, hogy a pedagógiai kutatás a jelentőségüknek megfelelő mértékben foglalkozott volna elemzésükkel. Mindenesetre az már most is látszik, hogy melyek a természettudományi nevelésnek azon nemzetközi fejleményei, amelyeket hasznosíthatnánk saját problémáink megoldásában. Ezek közül érdemes sorra venni néhányat.

Mindenekelőtt el kell érni, hogy a tanulók megkedveljék a természettudomány tanulását. Ha az első néhány évfolyamon mást nem érünk el, mint hogy megszeretessük a tanulókkal a tanulást, az is nagy előrelépés lenne. Ebben nagy segítségünkre lehet a gyermekek számára készített természettudományi nevelési programok sokasága. A gyermekek világához közel álló, számunkra releváns tartalmú, a tevékenységre, közvetlen tapasztalatszerzésre, játékosagra építő, fejlődés-lélektanilag megalapozott tanítástól várhatunk eredményeket.

A természettudományi tárgyak tanítása, mindenekelőtt a kémia és a fizika sok témakörének közvetítése pszichológiailag teljesen megalapozatlan módon történik. Az oktatás egyszerűen nem vesz tudomást a tudás keletkezésének és felhasználásának ma már ismert törvényszerűségeiről. Ez azt jelenti, hogy az adott témakörök abban az életkorban, azzal az előzetes tudással, készség- és képességrendszerrel, mellyel a tanulók tipikusan rendelkeznek, többségük számára feldolgozhatatlanok, érthetetlenek. A tananyag és a tanítás módszere alapján nem keletkezhet megértett tudás, tudományosan hiteles belső reprezentáció. A tanulók megtanulják a tananyagot és szükség esetén reprodukálják a tanultakat, de képtelenek azt bármilyen értelmes módon felhasználni. A kognitív pszichológiai kutatások eredményeinek felhasználásával sokat lehetne ezen a helyzeten javítani. Elsősorban a megértéssel, transzferrel, képességfejlesztéssel kapcsolatos eredményeknek az alkalmazására lenne szükség.

Nálunk is tudatosabban meg kellene különböztetni a mindenki számára szükséges természettudományos műveltség közvetítését és a tudományos pályára készülő szakmai felkészítést. A tananyagban nagyobb teret kaphatnának a társadalmilag releváns téma-

körök. A felsőbb évfolyamokon kettéválhatna a társadalmi orientációjú (természettudományos) és a természettudományi orientációjú képzés.

A természettudományos nevelés azonban általában nem helyettesítője, hanem inkább előkészítője, megalapozója és kiegészítője, egyfajta „tágabb környezete”, befogadó közege lehet a szűkebb értelemben vett természettudomány-oktatásának. Vagy, maradva a címben bevezetett metaforánál, olyan híd, amelyik megteremti a kapcsolatot a természettudományok rigorózus tanítása, és a nevelés általánosabb érvényű céljai között. Hiba lenne azonban akár a nálunk jelenleg tapasztalható válságtünetekből, akár a nemzetközi tendenciákból azt a következtetést levonni, hogy a természettudományos nevelésből a természettudományt ki lehetne küszöbölni. A természettudományos gondolkodás fegyelmének elsajátítása, a tudományos ismeretek szigorú szervezettségének megértése mással nem pótolható tanulási tapasztalatot jelent, amely jól szolgálja a nevelés legáltalánosabb céljainak megvalósítását is.

Jegyzet

- (1) J. DEWEY: *How we think*. D. C. Heath and Co. Boston, 1933. Az idézet az 1909-es első kiadás bevezetőjének első két mondata.
- (2) POSTMAN, N.: *The end of education*. Vintage Books, New York, 1996.
- (3) A természettudományos nevelés koncepciójának alakulásáról I.: DeBoer, G. E.: *A history of ideas in science education. Implications for practice*. Teachers College, Columbia University, New York, 1991.; CSAPÓ BENŐ: *Merre tartanak a természettudományok oktatásával kapcsolatos kutatások?* Iskolakultúra, 1994. 4. 2–11. old.; NAHALKA ISTVÁN: *Irányszatok a természettudományos nevelés második világháború utáni fejlődésében*. Új Pedagógiai Szemle, 1993. 1. 3–24. old.; NAHALKA ISTVÁN: *Válságban a magyar természettudományos nevelés*. Új Pedagógiai Szemle, 1999. 5. 3–22. old.
- (4) L. pl.: INHELDER, B.–PIAGET, J.: *A gyermek logikájától az ifjú logikájáig*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1967.
- (5) SHAYER, M.–ADEY, P.: *Towards a science of science teaching. Cognitive development and curriculum demand*. Heinemann Educational Books, London, 1981.
- (6) ADEY, P.–BLISS, J.–HEAD J.–SHAYER, M. (szerk.): *Adolescent development and school science*. The Falmer Press, New York, 1989.
- (7) L. pl. Philip Adey tanulmányát e számban.
- (8) ABRUSCATO, J.: *Teaching children science*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N. J. 1981.
- (9) L. pl. Stella Vosniadou és Christos Ioannides tanulmányát e számban.
- (10) L. pl. Korom Erzsébet tanulmányát e számban, továbbá: KOROM ERZSÉBET: *Naiv elméletek és tévképzetek a természettudományos fogalmak tanulásában*. Magyar Pedagógia, 1997. 1. 17–41. old.
- (11) GLYNN, S. M.–YEANY, R. H.–BRITTON, B. K. (szerk.): *The psychology of learning science*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, 1991.
- (12) MINSTRELL, J. A.: *Teaching science for understanding*. In: RESNICK, L. B.–KLOPFER, L. E. (szerk.): *Toward the thinking curriculum: Current cognitive research*. Association for Supervision and Curriculum Development. Alexandria, 1989. 129–149. old.; NEWTON, D. P.: *Causal situations in science: a model for supporting understanding*. Learning and Instruction, 1996. 3. 201–217. old.
- (13) SPADA, H.: *Conceptual change or multiple representations?* Learning and Instruction, 1994. 1. 113–116. old.
- (14) KOZMA, R. B.–RUSSEL, J.–JONES, T.–MARX, N.–DAVIS, J.: *The use of multiple linked representations to facilitate science understanding*. In: VOSNIADOU, S.–DE CORTE, E.–GLASER, R.–MANDL, H. (szerk.): *International perspectives on the design of technology supported learning environments*. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, 1996. 41–61. old.
- (15) L. Philip Adey tanulmányát e számban.
- (16) NAHALKA ISTVÁN: *Konstruktív pedagógia – egy új paradigma a láthatáron (I., II., III.)*. Iskolakultúra, 1997. 2. 21–33. old., 3. 22–40. old., 4. 3–20. old.
- (17) KÁRPÁTI ANDREA: *Digitális pedagógia*. Új Pedagógiai Szemle, 1999. 5. 76–90. old.
- (18) L. KOZMA és mtsi., i. m.; GOLDMAN, S. R. és mtsi.: *Anchoring science instruction in multimedia learning*. In: VOSNIADOU, S.–DE CORTE, E.–GLASER, R.–MANDL, H. (szerk.): *International perspectives on the design of technology supported learning environments*. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah. 1996. 257–285. old.
- (19) I. Art Hobson tanulmányát e számban, továbbá: KLOPFER, L. E.: *Scientific literacy*. In: LEWY, A. (szerk.): *The international encyclopedia of curriculum*. Pergamon Press, Oxford. 1991. 947–948. old.
- (20) ROTH, W. M.: *Authentic school science*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1995.
- (21) DAS, R. R. ÉS RAY, B.: *Teaching home science*. Sterling Publishers, New Delhi, 1989.

- (22) Bővebben l.: CSAPÓ BENŐ: *Az értelmi képességek fejlesztésének történelmi–társadalmi kontextusa*. Iskolakultúra, 1999. 9. 3–15. old.
- (23) Postman, i. m. 33. old.
- (24) L. Báthory Zoltán tanulmányát e számban, továbbá: SZALAY BALÁZS: *Természettudomány*. In: Monitor. *A tanulók tudásának változása*. Országos Közoktatási Intézet, Budapest, 1999. 149–208. old. E legfrissebb közlemény szerint a korábbi felmérésekhez viszonyítva a tanulók természettudományi tudása minden életkorban jelentősen csökkent.
- (25) Ld. Báthory Zoltán tanulmányát e számban, továbbá: B. NÉMETH MÁRIA: *Iskolai és hasznosítható tudás: a természettudományos ismeretek alkalmazása*. In: CSAPÓ BENŐ (szerk.): *Az iskolai tudás*. Osiris kiadó, Budapest, 1998. 115–138.; CSAPÓ BENŐ–B. NÉMETH MÁRIA: *Mit tudnak tanulóink az általános és a középiskola végén*. Új Pedagógiai Szemle, 1995. 8 3–11. old.; CSÍKOS CSABA–B. NÉMETH MÁRIA: *A tesztekkel mérhető tudás*. In: CSAPÓ BENŐ (szerk.): *Az iskolai tudás*. Osiris kiadó, Budapest, 1998. 83–114. old.
- (26) CSAPÓ BENŐ: *Az iskolai tudás felszíni rétegei: mit tükröznek az osztályzatok?* In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai tudás*. Osiris kiadó, Budapest, 1998. 39–82. old.

A tanulmány az OTKA TO30555 számú pályázat keretében végzett kutatáshoz kapcsolódik.

A fogalmi fejlődéstől a természettudományos nevelésig

Egy pszichológiai megközelítés

Tanulmányunkban kognitív/fejlődési kutatásokon alapuló elméleti keretet mutatunk be. Azt bizonyítjuk, hogy a természettudományok tanulása fokozatos folyamat, amely során folyamatosan gazdagodnak és átszerveződnek a gyerekek mindennapi tapasztalatainak értelmezésein alapuló kezdeti fogalmi struktúrák. A fogalmi váltás magában foglalja a metafogalmi tudatosság, a kognitív flexibilitás és az elméleti koherencia növekedését is. A kutatás néhány, a természettudományi tanterv és az oktatás fejlesztésére vonatkozó következtetését tárgyaljuk.

Azt is megmutatjuk, hogy bár a kognitív/fejlődési kutatások hasznos információkkal tudnak szolgálni a természettudományok tanulásának folyamatáról, nem adnak elegendő információt azokról a külső, környezeti változókról, amelyek előmozdítják a kognitív teljesítményt és a fogalmi váltást. A jövőben egy olyan tanulásmélet ki-fejlesztésére van szükség, amely hidat képez a természettudományos nevelési és a kognitív/fejlődési kutatások között. Ennek az elméletnek pontosan meg kell határoznia azokat a mechanizmusokat, amelyek az egyént a kognitív teljesítmény egy adott szintjéről el tudják juttatni a következő szintre, és ezeket a mechanizmusokat hozzá kell kapcsolnia a helyzeti és a kulturális tényezőkhez.

Az utóbbi két évtizedben a természettudományi nevelők és kognitív/fejlődépszichológusok egymással párhuzamosan munkálkodva próbálták megérteni, hogyan fejlődnek a fizikai világgal kapcsolatos kezdeti fogalmak, és hogyan változnak meg akkor, amikor a tanulók természettudományi oktatásban részesülnek.

A természettudományos nevelésre irányuló kutatásokban mérföldkövet jelentett olyan kutatók munkája, mint Novak (1977a), Driver és Easley (1978), valamint Viennot (1979), akik az elsők között figyeltek fel arra a tényre, hogy a tanulók a természettudományos tanulási feladat megoldásában saját, erőteljes értelmezési kereteikre vagy tévképzetekre támaszkodnak, amelyeket oktatással nehéz megszüntetni. Piaget konstruktivista episztemológiájának hatására ezek a kutatók azonban ráeszméltek arra is, hogy több figyelmet kell fordítani „a tanulói elképzelések tényleges tartalmára, és kevesebbet a feltételezett alapvető logikai struktúrákra” (Driver és Easley, 1978 76. o.), valamint „át kell váltani a kognitív fejlődés stádiumfüggő nézetéről egy olyan nézetre, amelyben a kognitív fejlődés az egyéni fogalmak keretétől függ, illetve azoktól az integrációktól, amelyek e fogalmak között jönnek létre az egyén aktív élete során” (Novak, 1977b 473. o.).

Elméleti keretet keresve a természettudományok tanulásának megértéséhez, néhány természettudományos nevelő a tudományfilozófiához és tudománytörténethez mint a fogalmak változásával kapcsolatos hipotézisek fő forrásához fordult (Posner és mtsai, 1982). Ezek a kutatók párhuzamot vontak Piaget „asszimiláció” és „akkomodáció” fogalmai, valamint a „normál tudomány” és a „tudományos forradalom” fogalmak között, amelyeket Kuhn (1970) és más tudományfilozófusok vezettek be a tudománytörténet során be-

következett elméletváltások magyarázatára. Posner és mtsai (1982) ebből az analógiából olyan oktatásméletet vezettek le, amely segíti az „akkomodációt” a tanulók természettudomány-tanulásában. Elméletük szerint négy olyan alapvető feltétel van, amelynek teljesülnie kell ahhoz, hogy a fogalmi váltás bekövetkezhesen: elégedetlenség a meglévő fogalmakkal szemben, az új fogalomnak érthetőnek kell lennie, az új fogalomnak első látásra elfogadhatónak kell tűnnie és az új fogalomnak egy gyümölcsöző kutatási program lehetőségét kell nyújtania.

Ez az elméleti vázlat lett az a vezető paradigma, amely sok éven át irányította a kutatást és az oktatási gyakorlatot a természettudományos nevelésben. Ugyanakkor azonban számos bírálat is érte, amelyeket a természettudományos nevelés területén végzett jelenlegi kutatások próbálnak megválaszolni. E kritikai kérdések közül néhány: Mennyire koherensek és mennyire állnak ellen az oktatásnak a tanulók kezdeti fogalmai a fizikai világról? Jó stratégia-e a kognitív konfliktus a fogalmi váltás eléréséhez? A természettudományos nevelésnek a „fogalmi váltás” létrehozására kell törekednie vagy inkább a „többszörös reprezentációk” létrejöttének elősegítésére?

Magunk mellett érvelünk, hogy e kérdések megválaszolásához további kutatásra van szükség a fizikai világról való tudás fejlődésével és a természettudományok tanulásával kapcsolatban. Csak az ilyen kutatás alapján hozhatunk józan döntéseket a természettudományi tanterv készítését, valamint az oktatási módszereket és stratégiákat illetően. A kognitív/fejlődési kutatás gazdag leírással szolgálhat a tanulók tudásállapotairól különböző életkorokban, illetve a szakértelem megszerzésének fázisaiban, amely alapját képezheti az oktatás szisztematikus elméletének. A továbbiakban leírunk néhány, a természettudományok tanulása során a fogalmi fejlődésben bekövetkező változást, és megtárgyaljuk azok oktatásra vonatkozó következményeit, jelezve elképzeléseinket arról, hogyan lehetne a legjobban szintetizálni a pszichológiához és a természettudományi neveléshez kötődő megközelítéseket.

A kognitív fejlődési kutatások és a fogalmi váltás problematikája

A kognitív fejlődés területén végzett legfrissebb kutatások megpróbálták megtalálni a módját annak, hogy a Piaget-i konstruktivizmust összeegyeztessék a kísérleti eredményekkel, amelyek egyrészt azt jelzik, hogy a gyerekek kognitív képességei sokkal jobbak, mint ahogyan azt Piaget eredetileg gondolta, másrészt azt, hogy a kezdeti fogalmi struktúrák radikális változásokon mennek keresztül a fejlődés során. E tekintetben fontos volt Carey (1985) feltevése, amely szerint a kognitív fejlődést tekinthetjük úgy, hogy az terület-specifikus átrendeződést foglal magában. Megelőzőleg ugyanis, a Piaget stádiumelméletét követő fejlődépszichológusok a kognitív fejlődést globális átrendeződésként értelmezték, azaz a gondolkodás logikai struktúrájában bekövetkezett változásokat a gyerekeknek a fizikai világgal kapcsolatos aktív, konstruktív kölcsönhatásának tulajdonították. Feltételezték, hogy ilyen változások a gyerekek gondolkodási és ismeretszerzési képességét minden területen korlátozzák. (1)

Carey az úgynevezett terület-specifikus elméletváltás típusa mellett érvelt. E nézet szerint a gyerekek kezdetben néhány elméletszerű fogalmi struktúrával rendelkeznek (például naiv pszichológia és naiv fizika), amelyek átrendeződés révén új elméletekhez vezetnek (például biológia, közgazdaságtan, mechanikaelmélet, hőelmélet stb.). Ezt a fajta terület-specifikus átrendeződést úgy tekintette, mint a gyerekeknek az adott területről való (saját tapasztalataikból fakadó és/vagy az oktatásból származó) tudásgyarapodásának hozadékát, nem pedig mint a gyermek logikai képességeinek eredményét (habár nem zárta ki szükségszerűen az ilyen fejlődést).

A terület-specifikusság hangsúlyozása összhangban van az emberi elméről jelenleg vallott nézetekkel, amelyek szerint az inkább moduláris rendszer, mint általános információ-feldolgozó. Logikusnak tűnik feltételezni, hogy az emberi evolúció több ezer éve alatt ez a rendszer speciális kognitív mechanizmusokat fejlesztett ki a különböző információk

kezeléséhez (*Hirschfeld és Gelman, 1994*). A terület-specifikusság összhangban áll a szakértő/újonc (expert/novice) váltást vizsgáló kutatás eredményeivel is, amelyek arra utalnak, hogy a fizika, az orvostudomány vagy a sakk területén szakértő egyének elsősorban a tudásbázisukat képező információ tartalmában és szerveződésében különböznek az adott területen újoncoktól, nem pedig az erőteljesebb általános feldolgozó stratégiák használatában (*Chi és mtsai, 1981; Larkin, 1983*). Végül, ezek az eredmények megegyeznek a természettudományos nevelők azon megfigyeléseivel, hogy a természettudományok tanulása specifikus fogalmakból létrejött keretektől és az e fogalmak közötti, az egyén aktív élete során létrejött integrációktól függ (*Novak, 1977b*). (2)

A fogalmi váltásra vonatkozó fejlődéskutatásnak legalább két különböző iránya van. Néhány fejlődépszichológus csecsemők és kisgyerekek fogalmi tudásának vizsgálataira koncentrálnál, és azt próbálja meghatározni, hogyan szerveződik a fogalmi tudás, és ki lehet-e jelteni, hogy az eléri az „elmélet” státuszát. Más kutatók azt próbálták megérteni, hogyan változnak a fogalmi struktúrák a fejlődési folyamatban és a szakértelem megszerzése során. Tanulmányunk a kognitív/fejlődéskutatás utóbbi irányára összpontosít.

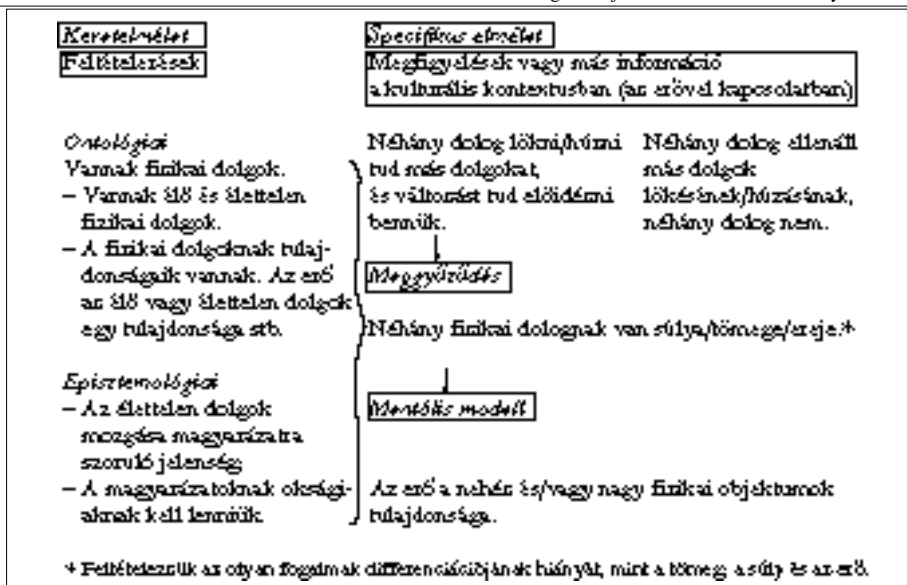
A természettudományi fogalmak fejlődése

Fogalmak és fogalmi struktúrák

Az utóbbi években érdekes megfordítása tapasztalható annak a nézetnek, hogy az emberek az ismeretszerzés folyamatát elemi fogalmak formálásával kezdik, amelyeket aztán a hasonlóság alapján összekapcsolnak komplexebb fogalmi struktúrákat kialakítva. Számos kutató hozott meggyőző érveket annak a feltevésnek a bizonyítására, hogy a fogalmak kezdettől fogva nagyobb elméleti struktúrákba ágyazódnak be (például *Carey, 1983; Murphy és Medin, 1985; Vosniadou és Ortony, 1989*).

E fordulat egyik oka azzal a felismeréssel kapcsolatos, hogy a hasonlóság fogalma nem elegendő annak megmagyarázására, hogyan csoportosulnak és hoznak létre kategóriákat az elemi fogalmak (*Rips, 1989; Medin és Ortony, 1989*). (3) Azt a nézetet, hogy a fogalmak elméletekbe ágyazódnak, csecsemőkkel végzett kísérleteik is alátámasztják. Ezek azt mutatják, hogy az emberi elme veleszületetten, hogy megbirkózhasson születéskor a környezeti stimuláció komplexitásával, sokkal specializáltabb, mint azt eredetileg hitték (*Keil, 1990; Gelman, 1991*). E kutatások sikeresen leírtak néhány olyan alapelvet, amelyek, úgy látszik, a fizikai világról történő ismeretszerzés folyamatát irányítják. Például *Spelke (1991)* a fizikai objektumok öt olyan jellemzőjét írta le, amelyeket a csecsemők már korán érzékelnek: folytonosság, szilárdság, nincs hatás a távolban, gravitáció és tehetetlenség. (4)

Korábbi munkáinkban már megmutattuk, hogy az ilyen kényszerek vagy elsáncolt (entrenched) feltételezések a naív fizika keretelméletében (framework theory) (5) szerveződnek, amely nem érhető el tudatosan vagy hipotézisek tesztelésével (*Vosniadou, 1994*). Ez a keretelmélet úgy korlátozza a fizikai világról történő ismeretszerzés folyamatát, mint azok a kutatási programok, paradigmák, amelyekről azt feltételezik, hogy megszabják a tudományos elméletek fejlődését (*Lakatos, 1970; Kuhn, 1977*). A fizika keretelméletén túlmenően feltételezzük továbbá azt is, hogy a gyerekek specifikus elméleteket (specific theory) is konstruálnak a jelenségek bizonyos szűk körének magyarázatára (ilyenek például a nap-éj ciklus magyarázatai, az élettelen dolgok mozgásának magyarázatai és hasonlók). A specifikus elméleteket meggyőződések (beliefs) alkotják, amelyek mentális reprezentációk vagy mentális modellek létrejöttéhez vezetnek a keretelmélet feltételezéseinek korlátai között. (6) Ezeket az elméleti kifejezéseket a következőkben definiálni fogjuk. Az 1. ábrán egy példát mutatunk be, a kisgyermeknek az erőre vonatkozó kezdeti mentális modellje mögött feltételezett fogalmi struktúráit.



1. ábra

A „belső erő” mentális modell mögött meghúzódó, feltételezett fogalmi struktúra

A keretelméletek ontológiai és episztemológiai feltételezésekből (presuppositions) állnak. Az ontológiai feltételezések az általunk létezőnek tekintett dologfajtákkal és kategorizálásukkal kapcsolatosak. Például feltételezzük, hogy ontológiánkban vannak olyan entitások, mint a fizikai dolgok, és hogy a fizikai dolgok élő és élettelen kategóriákba tartoznak. Továbbá feltételezzük azt, hogy a fizikai dolgoknak tulajdonságaik vannak, és az erőt a fizikai dolgok tulajdonságának tekintjük. Az episztemológiai feltételezések ismereteink természetével kapcsolatosak. Ebben a kategóriába azokat a feltevéseket soroljuk, amelyek a magyarázat vagy a tanulás természetével foglalkoznak. Ugyancsak ide sorolhatók a tanuló személyiségével kapcsolatos feltételezések is.

A specifikus elméletek a fizikai dolgok tulajdonságait vagy viselkedését leíró, egymással kölcsönösen kapcsolatban levő állítások vagy meggyőződések készletéből állnak. A meggyőződések megfigyelés és/vagy a kultúra által közvetített információkon keresztül jönnek létre a keretelmélet korlátai között. (7) Például az olyan információk, mint „néhány tárgy ellenáll más tárgyak lökésének/húzásának, mások pedig nem” (lásd az 1. ábrát) rendszerint megfigyelések révén jönnek létre. Más információk (például az, hogy „a Föld kerek”) adott kulturális kontextusban elhangzott verbális kijelentésekből származhat. A specifikus elméletet képező meggyőződéseket leírhatjuk úgy, mint magából a megszerzett tudás struktúrájából felszínre törő, másodrendű korlátokat, mivel ez a tudásstruktúra az ismeretszerzési folyamatra ráerőlteti saját, egyedülálló hatását. Ahogyan az 1. ábrán látható, az a feltételezett meggyőződés, hogy „az erő az olyan dolgok tulajdonsága, amelyek nehezek”, az egyén által, megfigyeléseken vagy más, a kulturális kontextusból eredő információn alapuló, és az egyén ontológiai és episztemológiai feltételezéseinek korlátai között létrehozott konstrukció.

A keret- és a specifikus elméletek szolgálgják az alapot a problémamegoldó helyzetekben a mentális modellek szituáció-specifikus reprezentációinak létrehozásához. A konstrukciót vagy a mentális modellt az egyes kutatók különböző értelemben használták (például Johnson-Laird, 1983; Gentner és Stevens, 1983). A mentális modell ebben az esetben a mentális reprezentáció speciális fajtáját jelenti, egy olyan analóg reprezentációt, amelyet az egyének a kognitív működés során hoznak létre, és amelynek speciális jellemzője az, hogy megör-

zi annak a dolognak a struktúráját, amelyet feltételezhetően reprezentál. A mentális modellekről feltételezzük, hogy dinamikus és generatív reprezentációk, amelyek mentálisan manipulálhatók azért, hogy oksági magyarázatokat adjanak fizikai jelenségekre és előre jelezzék a fizikai világ dolgainak állapotát. Ahogyan azt korábban már említettük, véleményünk szerint a legtöbb mentális modell létrejött azonnali, specifikus probléma-megoldási szituációk döntési szükségleteihez kötött. Lehetséges azonban, hogy néhány mentális modell vagy azoknak a múltban hasznosnak bizonyult részei mint különálló struktúrák tárolódnak a hosszú távú memóriában és visszahívhatók onnan, ha szükséges. Még akkor is, ha helyben, a problémaszituációban jönnek létre a mentális modellek, feltételezzük, hogy több állandó tulajdonsággal rendelkeznek, mert az alapul szolgáló keret- és specifikus elméletek korlátai között keletkeznek. (8)

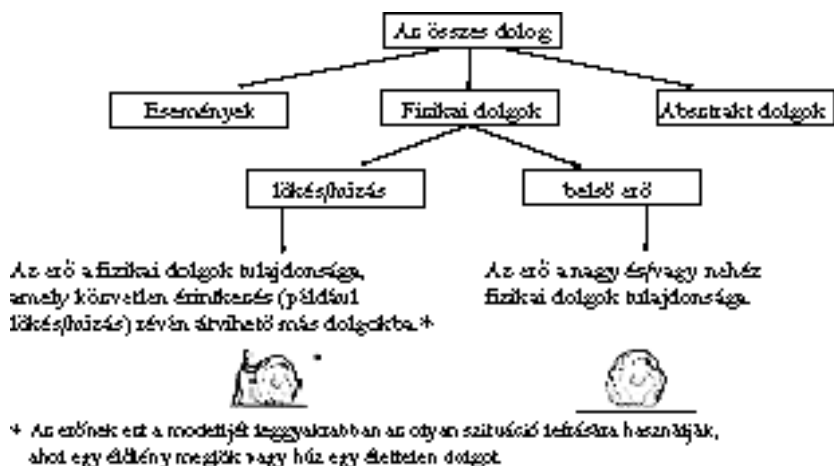
Munkánk nagy részét annak szenteltük, hogy megértsük a gyerekek mentális reprezentációit vagy mentális modelljeit a fizikai világról, és megértsük, hogyan változnak ezek a modellek a személyiségfejlődés és a természettudományok tanulása során.

A kezdeti mentális modellek (initial mental models) a fizikai világról való első reprezentációk, amelyeket a gyerekek azelőtt hoznak létre, mielőtt természettudományos képzésben részesülnének. A kognitív/fejlődési kutatások egyik legfontosabb eredménye az, hogy a gyerekek a természettudományok tanulását nem „tisztá lappal” kezdik, hanem mindennapi tapasztalataik alapján gazdag tudással rendelkeznek a fizikai világról. Elméleti keretünkben ezt a tudást keret- és specifikus elméletek, valamint mentális modellek formájában írjuk le. Kidolgoztunk egy módszert, amellyel meg tudjuk érteni, milyen mentális modelleket alkotnak a gyerekek a vizsgálatok alkalmával és a modellek alapján hipotéziseket fogalmazhatunk meg a feltételezett, alapul szolgáló fogalmi struktúrákkal kapcsolatban.

Ez a kutatás megmutatta, hogy viszonylag kevés mentális modell típus van, amelyek köréből a gyerekek a specifikus, kontextusra érzékeny, szituációs mentális modelleket létrehozzák. Például a gyerekeknek a Földről, a Napról, a Holdról, a nappal–éjszaka ciklusról stb. alkotott mentális modelljeire irányuló vizsgálataink azt mutatják, hogy a Földet egy hatalmas, kiterjedt, sík fizikai objektumként képzelik el, amelyet a talaj támaszt alá és az égbolt borít felül. Az égitestekről pedig azt gondolják, hogy azok a sík földfelszín fölött helyezkednek el, felfelé és lefelé mozognak, vagy a nappal–éjszaka ciklus során eltűnnek a hegyek vagy a felhők mögött (Vosniadou és Brewer, 1992, 1994).

Más vizsgálatok az „erő” fogalmának fejlődését követve többszörös mentális modellek (multiple mental models) együttes létezését tárták fel. Úgy tűnik, ezek a mentális modellek elkülönülten szerveződnek a tudásbázisban (Ioannides és Vosniadou, 1993; Vosniadou és mtsai, megjelenés előtt). Konkrétabban, az erő mentális modelljének két, a fiatal gyerekek körében általánosnak tűnő típusát azonosítottuk. Az egyik a belső erő modellje, amely szerint az erő azoknak a fizikai objektumoknak tulajdonsága, amelyek viszonylag nagyok és/vagy nehezek, ahogyan ez az 1. ábrán látható. A másik az erő lökő/húzó mentális modellje, amely szerint az erő a fizikai objektumok olyan tulajdonsága, amelyet át lehet vinni egyik tárgyról a másikra közvetlen érintkezés révén. Úgy fest, ezt a modellt azokban a szituációkban használják leggyakrabban, amelyekben egy élő ágens lök vagy húz egy élettelen tárgyat. Az erőnek ezt a két reprezentációját írja le a 2. ábra diagramja.

Amikor ugyanazon fogalom többszörös reprezentációi együttesen léteznek a tudásbázisban, a kontextuális/szituációs változók különösen fontossá válnak, hiszen ezek hatásától függ, hogy melyik reprezentációt fogják a gyerekek nagyobb valószínűséggel használni. Például a laboratóriumunkban folytatott vizsgálatok során azt találtuk, hogy a súlyban és/vagy méretben kifejezett erőről való gondolkodás valószínűsége sokkal kisebb, amikor jelen van egy ember, aki húz vagy lök egy élettelen tárgyat, sőt még azokban a szituációkban is, amelyekben jelen van ugyan egy ember, de nem lök vagy húz semmit sem.



2. ábra.
Az erő kezdeti reprezentációi

Fogalmi váltás

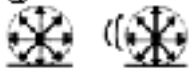
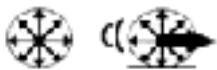
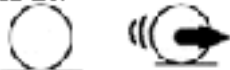
A fejlődési, keresztmetszeti kutatások megmutatták, hogy a kisgyerekek világról való kezdeti reprezentációi fontos változásokon mennek keresztül a fejlődés és a tanulás során. Van olyan e változások között, amelyet nem lehet közvetlenül összefüggésbe hozni a természettudományok tanulásával, de van, amelyet igen. Az első változást „spontánnak”, a másodikat „oktatáson alapulónak” fogjuk nevezni.

Spontán változások. A kezdeti fogalmi struktúrák sokkal nagyobb mértékben változhatnak a gyerekek gazdagodó, a kulturális kontextusban történő megfigyelései eredményeként vagy más kulturális tanulás (például nyelvtanulás) folytán, mint a specifikus természettudományos oktatás hatására. Ilyen fogalmi váltásra példa a belső erő modelljéről (az erő a nagy/nehéz élettelen tárgyak belső tulajdonsága) történő váltás a szerzett erő modelljére (az erő az élettelen dolgoknak csak egy szerzett tulajdonsága).

Vizsgálataink megmutatták, hogy az óvodás gyerekek az erőnek azt a mentális modelljét részesítik előnyben, amely szerint az a nagy és nehéz tárgyak belső tulajdonsága, függetlenül attól, hogy azok élők-e vagy sem (3. ábra 1. modell). Úgy tűnik, ahogyan fejlődnek a gyerekek, kezdik megkülönböztetni az élő dolgokat (amelyek maguktól mozognak) az élettelen dolgoktól (amelyek mozgása magyarázatra szoruló jelenség) az erővel kapcsolatban. Ezen a ponton az erő mentális modelljét arra az elképzelésre építik, hogy azoknak az élettelen dolgoknak, amelyek mozognak, „több erejük van”, mint azoknak, amelyek nem (3. ábra, 2. modell). Úgy tűnik, ez a modell összekapcsolja a belső erő modelljét a lökő/húzó modell aspektusaival. A hozzáadott erő – amelyet mi szerzettnek nevezünk – egy élő dolog transzferálható tulajdonsága (rendszerint), amely az élettelen dolog mozgását okozta. Ez a szerzett erő végül is szétoszlik, a tárgyat ismét mozdulatlanságra ítélve.

Egy későbbi életkorban a gyerekek, úgy fest, az élettelen dolgok esetében teljesen feladják a belső erő modellt. Feltételezzük, hogy ez annak az eredménye, hogy elkülönítik az erőt a súlytól és/vagy a tömegtől. Az erő új modellje csak a szerzett erő fogalmát tartalmazza (3. ábra, 3. modell). Azok a gyerekek, akik ezt a modellt alakítják ki, az élettelen dolgokban levő erőt mindig hozzákapcsolják a mozgás megletéhez. A magyarázó modell, amely a mozgást az erőhöz kapcsolja, jól ismert, számos vizsgálatban megfigyelték (McCloskey 1983; Clement, 1983), illetve a tudománytörténet során is felbukkan (Nersessian és Resnick, 1989). Ahogyan a 3. ábra mutatja, tiszta fejlődési előrehaladás tapasztalható az első mentális modellből a másodikba, majd a harmadikba.

Oktatáson alapuló váltások. A fogalmi váltás más típusait a természettudományok tanítása eredményezi. Egy ilyen váltásra szolgálnak példaként a Föld vagy a nappal–éjszaka ciklus szintetikus mentális modelljei, amelyeket Vosniadou és Brewer (1992; 1994) írt le. A szintetikus modelleket úgy magyaráztuk, hogy azok a gyerekek egy részénél a jelenleg elfogadott tudományos magyarázat (a Föld gömb alakú) és saját kezdeti fogalmuk aspektusainak (például a Föld lapos) szintetizálási kísérleteit reprezentálják. Néhány gyerek a tudományos információt úgy értelmezi, hogy a Föld egy gömb, de az emberek egy lapos földfelszínen élnek mélyen a gömb belsejében (4. ábra, üreges gömb modell). Más gyerekek olyan reprezentációt hoznak létre, amely szerint a Föld mindenütt gömb alakú, de a tetején van egy sík rész, ahol az emberek élnek (4. ábra, lapított gömb modell). Mások úgy gondolják, hogy két Föld van, egy lapos, amelyen az emberek élnek és egy gömb alakú bolygó fenn az égen (4. ábra, kettős Föld modell).

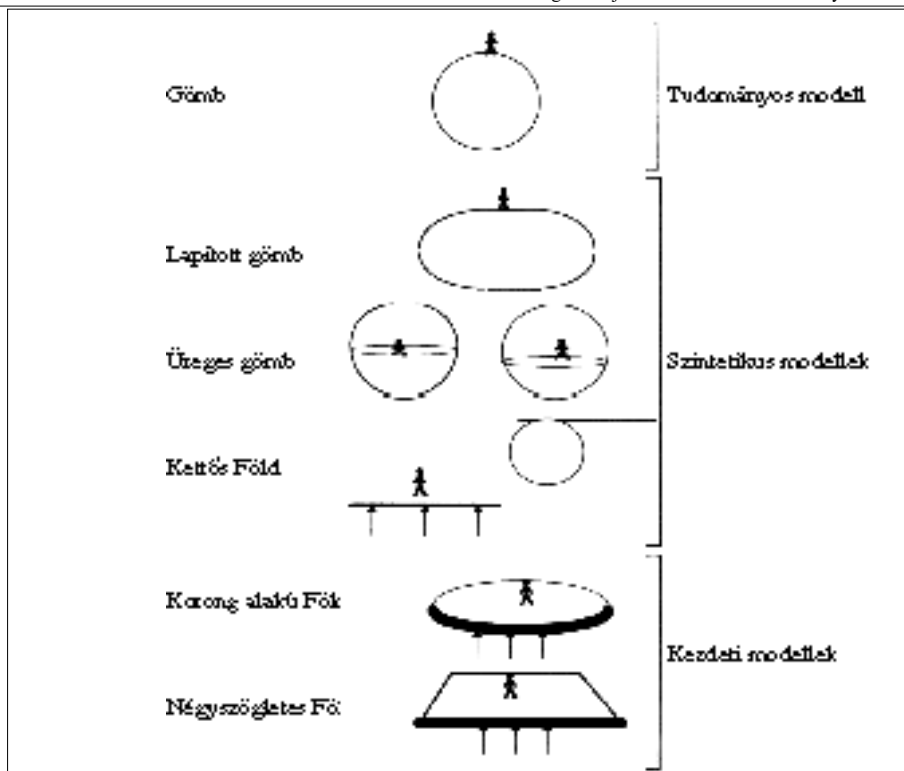
Mentális modellek	óvoda n=15	4. évfolyam n=30	6. évfolyam n=30
1. Belső erő Az álló és a mozgó nehéz tárgyakban van egy belső erő. 	53,3%	13,4%	0%
2. Belső erő és szerzett erő Az álló, nehéz tárgyak belsejében van egy belső és egy szerzett erő. 	20%	26,4%	20%
3. Szerzett erő Csak a mozgó dolgok belsejében van szerzett erő. 	6,7%	26,9%	56,7%
4. Keverék*	20%	33,3%	23,3%
* A kevert kategóriát akkor használjuk, amikor az erő fent említett modelljei közül a gyerekek egymán többet alkalmaznak következtetésesség nélkül.			

3. ábra

Az erő néhány mentális modellje: fejlődési irányok

A gyerekek azért hoznak létre ilyen szintetikus modelleket, hogy összeegyeztessék a kultúrából szerzett, a Föld alakjára vonatkozó információt (a Föld gömb alakú) bizonyos, a mindennapi tapasztalatokkal alátámasztott, saját feltételezéseikkel és meggyőződéseikkel. Ilyen feltételezések például, hogy „a Föld lapos”, „a tér a felfelé és lefelé mutató irányok szerint szerveződik”, valamint „azok a fizikai dolgok, amelyek nincsenek alátámasztva, lefelé esnek” (Vosniadou és Brewer, 1992).

Szintetikus modelleket nemcsak a Föld fogalmával kapcsolatban lehet felfedezni. Gyakorik a mechanikában (Ioannides és Vosniadou, 1993), a geológiában (Ioannides és Vosniadou, 1997) és a biológiában is (Kyrkos és Vosniadou, 1997; Archodidou és Jacobson, 1997). Megtalálhatók a természettudományos neveléssel kapcsolatos kutatások során megfigyelt számos tévképzetben is (például Novak, 1977c).



4. ábra
A Föld mentális modelljei

A fogalmi váltás magyarázata

Ahhoz, hogy megmagyarázzuk a fogalmi váltás spontán vagy oktatáson alapuló fajtáit, fel kell tételeznünk azt, hogy az ismeretszerzés során a meglévő tudásstruktúrák folyamatosan gazdagodnak és/vagy átszerveződnek. Feltételeztük, hogy a fogalmi struktúrák komplex hálózattá fűzik össze az egymással kölcsönösen kapcsolatban levő megfigyeléseket, meggyőződéseket és feltételezéseket, amely egy viszonylag koherens magyarázó keretet ad. Annak ellenére, hogy kölcsönös kapcsolatokat tételeztünk fel, a különféle meggyőződések és feltételezések eltérő súllyal bírnak, és egyeseket közülük sokkal nehezebb megváltoztatni, mint a többit. Vosniadou és Brewer (1992, 1994) megkülönböztették a mindennapi megfigyelésekre alapozható és viszonylag könnyen változtatható meggyőződéseket (ilyen például az, hogy „a Nap és/vagy a Hold korong, nem pedig gömb alakú”) azoktól a feltételezésektől, amelyek közelebb vannak a veleszületett alapokra épülő korlátokhoz vagy alapelvekhez és nehezebben változtathatók meg. Ahogyan korábban említettük, ez a megkülönböztetés döntő fontosságú ahhoz, hogy megmagyarázzuk azokat az empirikus kutatási eredményeket, amelyek egyrészt azt mutatják, hogy a fizikai világról történő ismeretszerzésben van egyfajta sorrend (például a gravitáció megértése a Földre vonatkozóan alapvető fontosságú a Föld gömb alakjának megértéséhez), másrészt jelzik, hogy a gyerekek fizikai világról való tudásának bizonyos aspektusait nehezebb megváltoztatni, mint másokat (például az a feltételezés, hogy az erő a fizikai objektumok tulajdonsága, elmentmond az „erő mint kölcsönhatás” newtoni értelmezésnek).

További két feltevés szükséges a kapott empirikus eredmények magyarázatához. Az egyik az, hogy a tanulók (a gyerekek és a felnőttek egyaránt) nincsenek tudatában a tanulásukat

korlátozó feltételezések és meggyőződések hipotetikus jellegének. Inkább a fizikai világ működésével kapcsolatos tényeknek tekintik azokat, mintsem egy hipotetikus magyarázó keret bizonyításra szoruló feltevéseinek. A másik feltevés diSessa (1993) azon kijelentéséhez kötődik, amely szerint a gyerekek által használt magyarázó keretből hiányzik a fizika elméletének rendszeressége és koherenciája, ellentétben a szakértők által használt magyarázó keretekkel. A fogalmi váltás nemcsak a specifikus meggyőződésekben és feltételezésekben történt változást foglalja magában, hanem megköveteli a metafogalmi tudatosság fejlődését, és rendszerezettebb, koherensebb és nagyobb magyarázó erővel bíró elméleti keretek létrehozását is.

A fejlődéskutatás fontos eredményeket hozott a fogalmi váltás természetéről és folyamatáról. Egyik ezek közül az, hogy a gyerekek már akkorra, amikor általános iskolába kerülnek, létrehoznak kezdeti fogalmi struktúrákat a fizikai világról. Ezek a kezdeti fogalmi struktúrák nagyon különböznek azoktól, amelyekkel majd az oktatás során találkozni fognak, és ezek adják azt a bázist, amely alapján az új információ befogadása megtörténik. A fogalmi váltás fokozatos és komplex folyamatnak tűnik, amely során a megfigyelésből és/vagy oktatásból származó információ a meglevő meggyőződések és feltételezések gazdagítását, kicserélését vagy átszervezését eredményezi.

Az e vizsgálatokból kirajzolódó fogalmi váltás folyamat jellege néhány fontos ponton eltér a természettudományok tanulásának Posner és mtsai (1982) által képviselt nézetétől. Posner és mtsai (1982) elmélete két elkülönült, egyformán jól szervezett magyarázó rendszer közötti összeférhetetlenségre helyezi a hangsúlyt, ahol az egyikről le kell mondani a másik javára. A fent említett kognitív/fejlődési kutatások eredményei azonban arra utalnak, hogy a fogalmi váltás a kezdeti fogalmi rendszer lassú felülvizsgálatát jelenti a jelenleg elfogadott tudományos magyarázatok elemeinek fokozatos beolvasztásán keresztül. E folyamat alatt a tanulókat segíteni kell abban, hogy tudatában legyenek meglevő meggyőződéseiknek és feltételezéseiknek, s hogy olyan nagyobb elméleti konstrukciókat alkossanak, amelyek megfelelőbb magyarázatokat szolgáltatnak.

A kognitív/fejlődési kutatások eredményeinek a Posner és mtsai (1982) által képviselt elméleti kerettől eltérő következményei vannak a természettudományok oktatására nézve. (9) Az alábbiakban ezekből a következményekből ismertetünk néhányat.

Tantervkészítés és oktatás: a kognitív fejlődési kutatás következményei

A természettudományok tanulási folyamatának a fentiekben kifejtett, terület-specifikus átrendeződési interpretációjából sajátos javaslatok következnek a természettudományi képzés számára, mind a tanterv, mind pedig az oktatási módszerek és beavatkozások szintjén.

A természettudományok tantervei

Az a kutatási eredmény, hogy a természettudományi fogalmak és magyarázatok megértésének folyamatában valószínű a szintetikus modellek vagy tévképzetek megjelenése, szükségessé teszi a tantervi anyag terjedelmére vonatkozó jelenlegi döntések felülvizsgálatát. Eredményesebb lehet olyan tanterveket kidolgozni, amelyek adott tantárgyi területen néhány kulcsfogalom mély feltárására és megértésére koncentrálnak, mint olyanokat, amelyek nagy mennyiségű anyagot, ám felületesen ölelnek föl. Például Görögországban a természettudományi tanterv az ötödik évfolyam számára rövid egységeket ír elő mechanikából, termodinamikából, valamint az energia, az anyag részecske természete és az életfolyamatok stb. témákból. Ez a megközelítés nem hagy elegendő időt a tanulóknak a tanított fogalmak minőségi megértésére. Ösztönzi viszont a tények rendszertelen memorizálását, és nagy valószínűséggel logikai következtetlenséghez és tévképzetekhez vezet. A tanárokat is arra készíti, hogy a teljes anyag átadására törekedjenek, aminek következtében nem fordítanak elég figyelmet arra, hogy mit értenek meg valójában a tanulók.

A természettudományok tanulásával kapcsolatos kutatások azt is megmutatták, hogy egy adott tantárgyi területhez tartozó fogalmaknak összefüggő struktúrájuk van, amely befolyásolja elsajátítási sorrendjüket. Ezt a struktúrát figyelembe kell venni mind a tantervkészítésnél, mind az oktatás során. Például a csillagászat területén a tanulók a Föld gömb alakját csak a gravitáció elemi fogalmának elsajátítása után értik meg. A nappal–éjszaka ciklusnak a Föld tengelykörüli rotációján alapuló magyarázatát csak akkor lehet megérteni, ha a gyerek már tudja, a Föld egy forgó gömb és a Hold kering a Föld körül. Különböző tévképzeteket alakítanak ki, mint például, hogy „a Nap és a Hold a felfelé/lefelé forgó Föld szemközti oldalán állnak” (Vosniadou és Brewer, 1994). Hasonlóképpen, az évszakok tudományos magyarázata csak azoknál a tanulóknál jelenik meg, akik kialakították a heliocentrikus naprendszer mentális modelljét, ismerik a Föld, a Nap, a Hold relatív méretét, és értik a nappal–éjszaka ciklus tudományos magyarázatát. Ahogyan azt *Saddler*nek a Harvard hallgatói körében folytatott vizsgálatai jelzik, csak nagyon kevés egyetemista érti az évszakok váltakozását, annak ellenére, hogy ez a téma az elemi szintű természettudományi tantervben szerepel az Egyesült Államokban.

Jelenleg a bemutatott kutatási eredményeket nem veszik figyelembe a természettudományi tantervek készítésekor. A csillagászati egységek részletes tanulmányozása négy vezető természettudományi tankönyvsorozatban az Egyesült Államokban, valamint a görög nemzeti tanterv vizsgálata az általános iskolásoknak tanítandó csillagászatot illetően azt mutatja, hogy számos fogalmat vezetnek be úgy egymás után, hogy nem látják el a tanulókat a fogalmak megértéséhez szükséges összes információval.

Oktatási stratégiák és beavatkozások

Annak a felismerésnek, hogy a gyerekek nem üres edényekként kerülnek az iskolába, hanem a világ működéséről reprezentációik, meggyőződéseik és feltételezéseik vannak, amelyeket nehéz megváltoztatni, fontos következményei vannak a természettudományi oktatás számára. A tanároknak ismeretekkel kell rendelkezniük arról, hogyan látják a tanulók a fizikai világot, és meg kell tanulniuk, hogy tanulóik nézőpontjait figyelembe vegyék a tanítás tervezésekor. Az oktatási intervenciókat úgy kell megtervezni, hogy azok tudatosítsák a tanulóknál az őket korlátozó implicit reprezentációikat, meggyőződéseiket és feltételezéseiket; gondoskodjanak jelentőségteljes tapasztalatokról, amelyek arra ösztönzik a tanulókat, hogy megértsék saját magyarázataik korlátait és megváltoztassák azokat.

A metafogalmi tudatosság elősegítése. Bár a gyerekek viszonylag jól interpretálják mindennapi tapasztalataikat, úgy fest, nincsenek tudatában az általuk létrehozott magyarázó kereteknek. Nem érzékelik, hogy a fizikai jelenségekre adott magyarázataik hipotézisek, amelyek kísérletezés és falszifikáció tárgyai lehetnek. Magyarázataik implicit és hallgatólagosak maradnak. A metafogalmi tudatosság ilyenfajta hiánya megakadályozza a gyerekeket abban, hogy megkérdőjelezzék előzetes tudásukat, ugyanakkor ösztönzi az új információk asszimilációját a meglevő fogalmi struktúrákba. Az asszimilációs tevékenység e típusa látszik alapját képezni a szintetikus modellek és tévképzetek létrehozásának és ez található meg a tanulói gondolkodásban gyakran megfigyelt felszíni következtetlenség gyökerénél is.

Ahhoz, hogy segítsük a gyerekeket a metafogalmi tudatosságuk növelésében, olyan tanulási környezet megteremtése szükséges, amely lehetővé teszi a számukra, hogy kifejezésre juttassák reprezentációikat és meggyőződéseiket. Ezt olyan környezetekben lehet megtenni, amelyek ösztönzik a csoportos beszélgetést és az elképzelések verbális kifejezését. Az utóbbi időben megjelentek azok a technológia támogatta tanulási környezetek, amelyek megkönnyítik a tanulóknak a jelenségekről alkotott belső reprezentációik kifejezését és a mások reprezentációival történő összehasonlítását. Lehetséges, hogy az ilyen tevékenységek időigényesek, ám fontosak annak biztosításában, hogy a tanulóknál tudatosuljon, mi az, amit tudnak és értenek, és mit kell még tanulniuk.

Jelentőségteljes tapasztalatok biztosítása. A tanulók gyakran nem látnak okot arra, hogy megváltoztassák meggyőződéseiket és feltételezéseiket, hiszen azok megfelelő magyarázattal szolgálnak mindennapi tapasztalataikra, a hétköznapi világban megfelelően működnek, és évek hosszú során át még igazolódni is látszanak. Azért, hogy rábírjuk a tanulókat arra, hogy jelentős erőfeszítést tegyenek a természettudományos műveltség megszerzésére, és vizsgálják felül a fizikai jelenségekkel kapcsolatos kezdeti magyarázataikat, további, jelentőségteljes tapasztalatokhoz kell hozzásegítenünk őket (szisztematikus megfigyelések formájában vagy általuk végzett kísérletek révén), amelyek bebizonyítják számukra, hogy az általuk konstruált magyarázatok felülvizsgálatra szorulnak. Ha azt akarjuk, hogy ezek a tapasztalatok hasznosak legyenek az elméletmódosítás folyamatában, nagy körültekintéssel kell eljárunk, hogy a végül kiválasztottak elméletileg relevánsak legyenek. Elméleti relevancián azt értjük, hogy a tanulók reprezentációit korlátok közé szorító és a természettudományos információ értelmezését befolyásoló feltételezéseket és meggyőződéseket célozzák meg. Például az erő fogalmának tanulói megértését korlátozó, alapvető (ám az oktatás során általában elhanyagolt) feltételezés az, hogy „az erő a dolgok (belső vagy szerzett) tulajdonsága”. A csillagászat területén pedig azok a feltételezések állnak útjában a Föld gömb alakjának megértésének, hogy „a tér felfelé/lefelé irányban szerveződik” és „az alátámasztás nélküli dolgok leesnek”. Ha ezek a feltételezések nem kerülnek felszínre, nem kerülnek megvitatásra, továbbra is befolyásolni fogják a tanulók gondolkodását. (10)

A fogalmi váltás kutatásának jövője: a természettudományos nevelés és a fejlődési megközelítések szintézise felé

A kognitív/fejlődési kutatás a tanulók tudásának gazdag leírását adta a különböző életkorokban, amely segít bennünket abban, hogy jobb hipotéziseket fogalmazzunk meg az ismeretszerzés folyamatával kapcsolatban. Mindamellett a kognitív fejlődépszichológusok többnyire inkább az egyének kognitív teljesítményének leírására koncentrálnak a különböző életkorokban, illetve a szakértelem különböző szintjein, mintsem azokra a mechanizmusokra, amelyek megmagyarázzák, hogyan jön létre a kognitív teljesítmény és a kognitív váltás. Továbbá elsősorban azokat a kognitív, mentális folyamatokat szeretnék megérteni, amelyek a fejünkben feltehetően lezajlanak az intellektuális tevékenység folyamán. Ezek a kutatások nem szolgálnak információkkal a külső, környezeti változókról, amelyek manipulálásával elősegíthető a kognitív tevékenység és a fogalmi váltás. Ugyanakkor éppen e változók ismerete szükséges ahhoz, hogy az oktatási kutatás és a gyakorlat számára irányt tudjunk mutatni.

A fogalmi váltás kutatásának jövőjét tekintve így világossá válik, hogy a kognitív fejlődési és a természettudományos neveléssel kapcsolatos kutatásokat összekötő hídra van szükség. Olyan hídra, amelyet csak egy tanuláselmélet tud megteremteni, meghatározva azokat a mechanizmusokat, amelyek az egyént a kognitív teljesítmény egy adott szintjéről el tudják juttatni a következőre, és megmutatják azt is, ezek a mechanizmusok hogyan kapcsolódnak a külső, környezeti faktorokhoz. Ez valójában pontosan az, amely az utóbbi néhány évben elkezdődött a fogalmi váltás kutatásában, igazán izgalmas változás, rendkívül ígéretes a pedagógiai kutatás számára.

Az utóbbi években az oktatási kísérletek és beavatkozások eredményei világosan mutatják, hogy a fogalmak a kultúra gazdag helyzeti kontextusaiba, eszközeibe, termékeibe és a kognitív tevékenység során használt szimbolikus rendszerek természetébe ágyazottak. A fogalmi váltást elindíthatják, elősegíthetik és megerősíthetik a szociális és a kulturális folyamatok, és ténylegesen a legtöbbször valóban ez történik. Ahogyan a fogalmi váltás kutatása előrehalad, nem csupán a különböző korú és különböző szakértelemmel rendelkező egyének teljesítményének leírásában, hanem azon mechanizmusok megismerésében is, amelyek e változásokat okozzák, a szituációs kontextus és a kultúra szerepe egyre növekvő fontosságra tesz szert. A fogalmi váltás elősegítésének módjára irányuló jövőbeli ku-

tatásoknak mindenképpen a folyamatok megértésére és részletesebb leírására kell irányulniuk. Ennek megvalósításában figyelmet kell fordítanunk olyan mozzanatokra is, amelyek a jövőben téves irányokba vihetik a fogalmi váltás kutatását. A tanulmány további részét a kérdések tárgyalásának szenteljük.

A radikális szituativitás elmélete és a mentális reprezentációk megszüntetése

A helyzeti és kulturális változók fokozottabb figyelembevétele nem szükségszerűen jelenti a mentális reprezentációk szintjének feladását és diskurzus-analízissel történő helyettesítést, mint ahogyan néhány radikális szituacionista javasolja (például Saljö, megjele-nés előtt). A mentális reprezentáció konstrukciójával kapcsolatos zavart meg lehetett érteni a behaviorista korszak idején, amikor a pszichológusoknak nem voltak megfelelő módszereik a belső kognitív folyamatok tanulmányozására, de ma már ez nem indokolt.

Gardner (1985) érvelése szerint a kognitív pszichológia egyik legjelentősebb eredménye az, hogy világosan demonstrálta a mentális reprezentációk elemzési szint bevezetésének eredményességét. A nyelvészeti és antropológiai megalapozottságú diskurzus-analízis, amelyet számos, a szituativitás elmélettel rokonszenvező pszichológus ajánl, nem képes kielégítő magyarázatot adni a kognitív/fejlődési és a természettudományi nevelés-hez kötődő kutatásoknak a természettudományok tanulási folyamatára vonatkozó, meg-lehető egyetértést mutató eredményeire. A nyelvészek és antropológusok saját maguk ta-lálták szükségesnek elméleteikben bevezetni a kulturális modellek fogalmát, hogy értel-mezhessék adataikat. (11) *Quinn* és *Holland* (1987) szerint „Konvergencia mutatkozik az antropológusok és a nyelvészek között a kulturális modellek jelentőségét illetően, és a ko-rábbi, szemantikai analízisen alapuló kutatásról váltás érzékelhető a kulturális modellek irányába”. E modellek helytállóságát különböző jellegű adatok és természetes diskurzu-sok analízisével vizsgálják.

A fogalmi váltás elmélete nem maradhat meg az egyszerű diskurzus-leírás szintjén. Magya-rázatokat kell adnia a viselkedésre; olyan magyarázatokat, amelyek a kognitív tevékenység során feltételezett belső reprezentációkat, folyamatokat összekötik az azokat befolyásoló kül-ső, helyzeti változók-kal. Különös figyelmet kell fordítani annak megértésére, hogy a külső szim-bolikus rendszerek, kultúrák termékei hogyan válnak belsővé, és hogyan befolyásolják saját gondolkodási folyamatainkat. A fogalmi váltás nagymértékben az internalizációnak, illetve a szimbolikus kifejezések komplex rendszereinek különböző szimbolikus médiában történő hasz-nálatának tulajdonítható (*Glaser és mtsai*, 1996; *Vigotszkij*, 1978). (12)

Fogalmi váltás – fogalmi gazdagodás

A fogalmi váltás kifejezés arra utal, hogy a fogalmi fejlődés nemcsak a meglevő struk-túrák gazdagodását foglalja magában, de azok alapvető átszervezését és átrendezését is (lásd *Carey*, 1985; *Vosniadou és Brewer*, 1987). Manapság néhány kutató kétségbe vonja az át-szervezés fogalmát, különösen annak következtében, hogy úgy tűnik, a fogalmi váltás in-kább lassú és fokozatos folyamat, mintsem hirtelen elméletváltás.

Igaz, hogy elméleti megközelítésében a klasszikus fogalmi váltás feltételezte, hogy a fo-galmi váltás magában foglal egy hirtelen váltást, és éppen ezen implikáció következtében nyer értelmet a kognitív konfliktus mint oktatási stratégia. Ezt a feltételezést azonban em-pirikus bizonyítékok eddig még nem támasztották alá. Ha el akarjuk magyarázni a fogal-mi váltás fokozatos folyamatát, fontos megkülönböztetnünk a fogalmi váltás folyamatát és a fogalmi váltás végeredményét.

Az átszervezés fogalma világos akkor, ha mondjuk egy kisgyerek és egy szakértő tudós fogalmi rendszerét összehasonlítjuk a fizika vagy a biológia területén. A szakértő fiziku-sok, függetlenül a kontextuális, a feladat és a helyzeti változók hatásától, a fizika más el-

mélete alapján dolgoznak, mint az általános iskolás tanulók. (13) A szakértővé válás folyamata azonban nem hirtelen és radikális elméletváltás, hanem a meglevő ismeretstruktúrák fokozatos és lassú átszervezése. Tanulmányunkban ennek a folyamatnak néhány aspektusát próbáltuk leírni. A jövőbeli kutatásoknak tovább kell foglalkozniuk azzal a problémával, hogy a fogalmi szerveződésben milyen kicsi és fokozatos változások tudnak hosszú távon radikális átszerveződéseket létrehozni, valamint azzal, hogy mindezeknek milyen következményei vannak az oktatásra nézve.

Mindemellett ne feledkezzünk meg arról a tényről, hogy az életkor és a szakértelem növekedésével nemcsak egy átszervezett rendszerünk van korábban elérhetetlen reprezentációkkal, hanem egyben rugalmasabb rendszerünk is, amely könnyebbé teszi a különböző perspektívák és nézőpontok megragadását. A fogalmi váltás kutatásának korlátai közül az egyik az, hogy eddig kevés figyelmet fordított a kognitív flexibilitás és a metafogalmi tudatosság fejlődésére. Kétségtelen, hogy a felnőttek, különösen a természettudományosan műveltek természettudományi fogalmainak szerveződése eltér az általános iskolásokétól, ugyanakkor viszont az előbbieket fogalmi szerveződése rugalmasabb is, amely lehetővé teszi számukra különböző nézőpontok kezelését.

Véleményünk szerint a kognitív flexibilitás fontos meghatározója a metafogalmi tudatosság fejlődése. Nehéz megérteni más nézőpontokat, ha valaki még nem ismerte fel, hogy mi a saját nézőpontja. Ahogyan már egy korábbi munkában (Vosniadou, 1994) kifejtettük, a gyerekek gondolkodását korlátozó tényezők közül az egyik a metafogalmi tudatosság hiánya. A fogalmi váltás folyamatában elengedhetetlen lépés az, amikor valaki jobban tudatára ébred meggyőződéseinek, feltételezéseinek és annak a ténynek, hogy ezek a fizikai valóság olyan interpretációi, amelyek hipotetikusak és amelyek alávethetők empirikus tesztelésnek.

Záró megjegyzések

Bemutattuk, hogy a fogalmi váltás kutatása elméleti fogódzkodókat nyújthat a természettudományi fogalmak tanulásához, és felhasználható iránymutatóként az oktatási beavatkozások kijelölésére is. A kognitív/fejlődési kutatás szintén gazdag leírását adta az ismeretszerzési folyamat során bekövetkező fogalmi váltás fajtáinak, valamint magyarázatokkal szolgált a szintetikus modellek vagy tévképzetek létrejöttére. További fejlődés várható a két kutatási típus áthidalásával. Jobban meg kell értenünk a külső, környezeti változókat, amelyek a belső fogalmi változásokkal kapcsolatosak, valamint azokat az eszközöket, termékeket, szimbolikus nyelveket, amelyek szociális és kulturális folyamatokon keresztül fejlődtek ki. Ez jobb tantervek, oktatási beavatkozások és sikeresebb tanulási környezetek kifejlesztését fogja eredményezni.

Jegyzet

(1) A fogalmi fejlődés tanulmányozásában alkalmazott terület-specifikus megközelítések nincsenek szükségszerűen ellentmondásban azzal a felvetéssel, hogy léteznek olyan „globális” változások a gyerekek reprezentációs és gondolkodási kapacitásában, mint amilyeneket Piaget leírt.

(2) A hasonlóságok ellenére az ismeretszerzésnek különböző elméleti megközelítései léteznek a terület-specifikus táboron belül. Legfeltűnőbb a különbség a „gyerek olyan, mint a felnőtt” metaforán alapuló, veleszületettség, modális elméletek, illetve azok között, amelyek szerint az ismeretszerzés folyamata során jelentős átrendeződések történnek. Az utóbbi álláspontot gyakran „elmélet elmélet” nézetként említik (e különbségek elemzését lásd Wellman és Gelman (megjelenés előtt)).

(3) Ezek a kritikák a tanulás empirista magyarázatainak általános kudarcával kapcsolatosak (például Chomsky, 1980; Quine, 1951).

(4) Lásd továbbá Karmiloff-Smith (1992) munkáját, aki egy érdekes javaslattal áll elő: a fogalmi fejlődés magában foglalja a fokozatos modularizáció folyamatát.

(5) Keretelméleten egy oksági magyarázó keretet értünk, amely a jelenségek szervezésére szolgál. Nem állítjuk azt, hogy e konstrukció olyan státusszal bírna, mint egy tudományos elmélet. A keretelmélet egy tudományos elmélettől főként abban különbözik, hogy az előbbi nem érhető el tudatosan és hipotézisek vizsgálatával.

- (6) Véleményünk szerint ezek az elméleti konstrukciók azért szükségesek, hogy magyarázatot adjanak bizonyos elfogadott kutatási eredményekre az ismeretszerzés folyamatával kapcsolatban. Az empirikus eredmények és a magyarázó keretek részletesebb bemutatása megtalálható korábbi munkáinkban.
- (7) A feltevések és a meggyőződések közötti legfőbb különbség az, hogy az előbbiekről feltételezzük, hogy veszületett meghatározottságuk kisebb mértékű, ezért könnyebben változnak, mint az utóbbiak. Ez az elméleti megkülönböztetés magyarázatot ad azokra az ismeretszerzéssel foglalkozó kutatásban gyakran ismétlődő empirikus eredményekre, amelyek azt mutatják, hogy a tanulás bizonyos formái kevésbé nehezebbek, mint a többi.
- (8) Megkülönböztethetünk típust/jelzést (token) abból a célból, hogy elkülönítsük egymástól a mentális modellek általános típusait (amelyeket általánosnak is nevezünk korábban) és a szituáció-specifikus megjelenéseiket (jelzés/token).
- (9) Bár nem szükségszerűen összeegyeztethetetlen azzal a kerettel.
- (10) Ez elvezet bennünket egy másik, a természettudományok tanulásának kulturális támogatásához kötődő kérdéshez. Habár a tudományos magyarázatoknak megvan a kulturális támogatottságuk, még nem szűrődtek át a mindennapi kultúrába. Akármilyen is az iskolában történő tudományos ismeretszerzés, annak nincs támogatottsága az iskolán kívül, kivéve azokat az eseteket, ha a gyerekeknek természettudományosan művelt szülei vannak, akik ellátják őket könyvekkel, elviszik őket botanikus kertbe, vadasparkba, múzeumokba és beszélgetnek velük természettudományról. Fontos dolog, hogy a természettudomány a televízió programok, népszerűsítő könyvek, a gyerekek számára nyílt természettudományi múzeumok stb. révén a jelenleginél jobban része legyen a mindennapi életnek.
- (11) Roy G. d'Andrade (1994) a következőképpen definiálta a kulturális modellt: „egy kognitív séma, amelyet egy társadalmi csoport minden tagja bír. Mivel a kulturális modellek minden tag által birtokoltak, az ezekre épülő, a világra vonatkozó interpretációkat a világ megnyilvánuló tényeként tapasztalják meg.” (810. old.)
- (12) Ezt a rendszert könnyen ki lehetne terjeszteni úgy, hogy magába foglalja a motivációs meggyőződéseket; az énnel, a célokkal kapcsolatos meggyőződéseket és más változókat, amelyeket be kell hozni a képbe, amint távolodunk a „hideg” kogníciótól.
- (13) A fogalmi váltás nem szükségszerűen jelenti azt, hogy a szakértők elveszítik kezdeti fogalmaikat, amelyeket a gyerekek használnak, bár néhány esetben valóban ez történhet. Ez egy empirikus kérdés, amit a további kutatás tud megválaszolni. Néhány kutató helytelenül feltételezi azt, hogy a fogalmi váltás a korábbi rendszer elvesztését jelenti.

Irodalom

- ANDRADE, R. G.: *Cultural cognition*. In: M. POSNER (szerk.) *Foundations of cognitive science*. Cambridge, MA: MIT Press, 1989, 795–830. old.
- ARCHODIDOU, A.–JACOBSON, M. J.: *Conceptual change in the domain of the neo-Darwinian theory of evolution*. Konferencia poszter, Seventh European Conference for Research on Learning and Instruction, Athén, Görögország.
- CAREY, S.: *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MA: MIT Press, 1985.
- CHI, M. T. H.–FELTOVITCH, P. J.–GLASER, R.: *Categorization and representation of physics problems by experts and novices*. *Cognitive Science*, 1981. 5. 121–152.
- CHOMSKY, N.: *Rules and representations*. New York, Columbia University Press, 1980.
- CLEMENT, J.: *Student's preconceptions on introductory mechanics*. *American Journal of Physics*, 1982. 50. 66–71. old.
- DISESSA, A. A.: *Toward an epistemology of physics*. *Cognition and Instruction*, 1993. 10. 105–225. old.
- DRIVER, R.–EASLEY, J.: *Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students*. *Studies in Science Education*, 1978. 5. 61–84. old.
- GARDNER, H.: *The mind's new science*. New York: Basic Books, 1985.
- GELMAN, R.: *Epigenetic foundation of knowledge structure: Initial and transcendent constructions*. In: S. CAREY–R. GELMAN (szerk.) *The epigenesis of mind: Essays on biology and cognition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1991.
- GENTNER, D.–STEVENS, A. L. (szerk.) *Mental models*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- GLASER, R.–FERGUSON, E.–VOSNIADOU, S.: *Introduction: Cognition and the design of environments for learning*. In: S. VOSNIADOU, E. DECORTE, R. GLASER–H. MANDLE (szerk.) *International perspectives on the design of technology – supported learning environments*. Hillsdale: Erlbaum, 1996.
- HIRSCHFELD, L. A.–GELMAN, S.: *Toward a topography of the mind*. In: L. A. HIRSCHFELD–S. GELMAN (szerk.) *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*. New York: Cambridge University Press, 3–36. old.
- IOANNIDES, C.–VOSNIADOU, S.: *Mental models of force*. Konferencia poszter, Fifth European Conference for Research on Learning and Instruction. Aix-En-Provence, Franciaország, 1993
- IOANNIDES, C.–VOSNIADOU, S. (közlésre benyújtva): *Aspects of the development of the concept of force*. *Cognition*.
- IOANNIDOU, I.–VOSNIADOU, S.: *A developmental study of the structure and composition of the earth's interior and of earthquakes*. Konferencia poszter, Seventh European Conference for Research on Learning and Instruction, Athén, Görögország, 1997.
- JOHNSON-LAIRD, P. N.: *Mental models*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1983.

- KARMILOFF-SMITH, A.: *Beyond modularity*. Cambridge, MA: MIT Press, 1992.
- KEIL, F. C.: *Constraints on constraints: surveying the epigenetic landscape*. Cognitive Science, 1990. 14. 135–169.
- KUHN, T.: *The structure of scientific revolutions*. (második kiadás), Chicago: Chicago University Press, 1970.
- KUHN, T.: *The essential tension*. Chicago: Chicago University Press, 1977.
- KYRKOS, C.–VOSNIADOU, S.: *Mental models of plant nutrition: a study of conceptual change in childhood*. Konferencia poszter, Seventh European Conference for Research on Learning and Instruction, Athén, Görögország, 1997.
- LAKATOS, I.: *Falsification and the methodology of scientific research programs*. In: I. LAKATOS–A. MUSGRAVE (szerk.) *Criticism and the growth of knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press, 1970, 91–196. old.
- LARKIN, J. H.: *The role of problem representation of physics*. In: D. GENTNER–A. L. STEVENS (szerk.) *Mental models*. Hillsdale: Erlbaum, 1983. 75–98. old.
- MEDIN, D.–ORTONY, A.: *What is psychological essentialism?* In: S. VOSNIADOU–A. ORTONY (szerk.) *Similarity and analogical reasoning*. New York: Cambridge University Press, 1989.
- MURPHY, L. G.–MEDIN, D. L.: *The role of theories in conceptual coherence*. Psychological Review, 1985. 92. 289–316. old.
- NERSESSIAN, N. J.–RESNICK, L. B.: *Comparing historical and intuitive explanations of motion: does 'naive physics' have a structure?* Proceedings of the 11th Annual Conference of the Cognitive Science Society. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1989 412–417. old.
- NOVAK, J. D.: *Epicycles and the homocentric earth: or what is wrong with stages of cognitive development*. Science Education, 1977a. 61. 393–395. old.
- NOVAK, J. D.: *An alternative to Piagetian psychology for science and mathematics education*. Science Education, 1977b. 61. 453–477. old.
- NOVAK, J. D.: *Proceedings of the second international seminar: misconceptions and educational strategies in science and mathematics*. Cornell University, Ithaca, NY., 1977c
- POSNER, G. J.–STRIKE, K. A.–HEWSON, P. W.–GERTZOG, W. A.: *Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change*. Science Education, 1982. 66. 221–227. old.
- QUINE, W. V. O.: *Two dogmas of empiricism*. Philosophical Review, 1951. 60. 20–43. old.
- QUINN, N.–HOLLAND, D.: *Introduction*. In: D. HOLLAND–N. QUINN (szerk.) *Cultural Models in Language and Thought*. New York: Cambridge University Press, 1987, 3–40. old.
- RIPS, L. J.: *Similarity and Analogical Reasoning*. New York: Cambridge University Press, 1989.
- SALJÓ, R. (megjelenés előtt): *Concepts, cognition and discourse: from mental structures to discursive tools*. In: W. SCHNOTZ, S. VOSNIADOU–M. CARRETERO (szerk.) *New perspectives on conceptual change*. Elsevier.
- SPELKE, S. E.: *Physical knowledge in infancy: Reflections on Piaget's theory*. In: S. CAREY,–R. GELMAN (szerk.) *The epigenesis of mind: Essays on biology and cognition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1991.
- VIENNOT, L.: *Spontaneous reasoning in elementary dynamics*. European Journal of Science Education, 1. 1979, 205–221. old.
- VIGOTSKIJ, L. S.: *Mind in society*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.
- VOSNIADOU, S.: *Capturing and modeling the process of conceptual change*. Learning and Instruction, 1994. 4, 45–69. old.
- VOSNIADOU, S.–BREWER, W. F.: *Theories of knowledge restructuring in development*. Review of Educational Research, 1992a. 57. 51–67. old.
- VOSNIADOU, S.–BREWER, W. F.: *Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood*. Cognitive Psychology, 1992b. 24. 535–585. old.
- VOSNIADOU, S.–BREWER, W. F.: *Mental models of the day/night cycle*. Cognitive Science, 1994. 18. 123–183. old.
- VOSNIADOU, S.–ORTONY, A.: *Similarity and analogical reasoning*. New York: Cambridge University Press, 1989.
- VOSNIADOU, S.–KAYSER, D.–CHAMPESME, M.–IOANNIDES, C.–DIMITRAKOPOULOU, A. (megjelenés előtt): *Modeling elementary school students' solution of mechanics problems*. In: S. VOSNIADOU, A. TIBERGHIEN, D. KAYSER (szerk.) *Representational change in humans and machines: Case studies in physical reasoning*. Elsevier.
- WELLMAN, H. M.–GELMAN, S. A.: *Cognitive development: foundational theories of core domains*. Annual Review of Psychology, 1992. 43. 337–375. old.

Gondolkodtató természettudomány

A természettudomány, az általános gondolkodási képesség kapuja

A „Gondolkodtató természettudomány” (GT) egy feladat- és módszer-csomag, melyet a CASE (Cognitive Acceleration through Science Education – kognitív fejlődés meggyorsítása a természettudományos neveléssel) elnevezésű kutatási projekt-sorozatban fejlesztettek ki. A tevékenységeket természettudományos kontextusban fogalmazzák meg és természettudományi szakos tanárok tanítják középiskolákban. Elméleti alapjukat a Piaget és Vigotszkij által leírt kognitív fejlődésemlételek jelentik, a gyakorlati megvalósítás lényeges eleme a kognitív konfliktus előidézése és a metakognitív folyamatok kihasználása. A CASE fő célja a fiatalok általános kognitív (gondolkodási, intellektuális) fejlesztésének kutatása átlagos iskolai körülmények között.

Kiindulópontként két fontos kérdést kell feltennünk:

- Léteznek-e általános kognitív képességek, vagy minden kogníció helyzetfüggő?
- Még akkor is, ha egy gyermek jellemezhető általános kognitív fejlettségi szintjével, létezik-e valami, amit a tanárok vagy a szülők tehetnek e szint emelésére, vagy az genetikusan programozott, és neveléssel nem befolyásolható?

Célunk két kérdéskör megvilágítása. Egy intervenciós program, amely pozitív hatást fejt ki a diákok általános kognitív képességére, lehetővé tenné a természettudományi tantárgyakban nyújtott teljesítmények javítását is, mivel a felgyorsított kognitív fejlődés minden tudomány tanulását hatékonyabbá tenné. A kísérlet értékelésben a GT-programról kimutatták, hogy hosszú távú hatása van a diákok általános gondolkodási képességeire. Ez figyelemreméltó állítás, mivel a gondolkodás tanításának lehetősége iránti, világméretű érdeklődés, és a gondolkodási képességfejlesztő programok garmadája ellenére az alapos értékelés, és a megbízható beszámoló kevés. Hisszük, hogy az általános gondolkodási szint emelésének folyamata szükségszerűen lassú, és bár más gondolkodásfejlesztéssel foglalkozó programok hatásosak lehetnek, nagyon kevés rendelkezik az állandósult változás kimutatásához szükséges 3–5 éves felmérés kutatási háttérrel. E tanulmányban:

- bemutatom a GT elméleti alapjait;
- (néhány példával) bemutatom a kifejlesztett tantervi tevékenységtípusokat;
- beszámolok a program értékeléséről a legfrissebb eredmények részleteit is beleértve;
- végül utalok a hatékony értékelés nehézségeire, amelyek megmagyarázzák a gondolkodásfejlesztő programok csekély számát.

A GT tevékenységek elméleti struktúrája az alábbi lépésekből áll.

- Konkrét előkészítés: a probléma mibenlétének megalapozása.
- Kognitív konfliktus: a gondolkodás a kognitív kihívás válaszaként fejlődik ki.
- Konstrukció: a diákoknak kell megkonstruálniuk a saját érvelő folyamataikat.
- Metakogníció: a problémamegoldás folyamatára történő reflexió szükségszerű.
- Áthidalás: a CASE kontextusában kifejlesztett érvelési séma más kontextusokba történő átvitele.

Az elméleti háttér: Piaget és Vigotszkij

A bevezetőben említett kérdések tisztázásához meg kell mondanunk, hogy mi számít „kognitív szintemelésnek”. Használhatnánk nem-verbális teszten alapuló IQ pontokat, mint például a Raven mátrixok. Tudjuk, hogy az ilyen mérések technikailag megbízhatók, és elég jól korrelálnak a diákok iskolai teljesítményével. Az ilyen mérésekkel a legnagyobb probléma az, hogy bár pszichometriailag jól kidolgozott technikai eszközök, nincs elméleti alapjuk a tanulás vagy a kogníció folyamatában. Jól működnek a saját határaikon belül, de keveset tudunk arról, hogy hogyan is működnek.

A másik véget az intelligens viselkedés természetéről szóló jól átgondolt elméletek, mint például az, amelyet *Resnick* (1987) dolgozott ki. Ő úgy írja le a magasabb szintű gondolkodást, mint *inter alia*, nem algoritmikus, komplex, hajlékony, többszörös megoldású folyamatot, amely árnyalt döntést és interpretációt foglal magában, valamint önellenőrző jelenség. Egyetértünk a magas szintű kognitív folyamatok ilyen jellemzésével, ez mégsem elegendő számunkra két ok miatt. Az egyik, hogy nincs a mechanizmus leírásában utalás arra, hogyan fejleszthető az alacsonyabb szintű gondolkodás magasabb szintű gondolkodássá, és így nincs fogódzója a tanulást tanító tanárnak. A másik, hogy nagy fejlesztőmunkára lenne szükség ahhoz, hogy kidolgozzuk e magasabb rendű képességek megszerzésének értékelési módját. Viszont létezik már a kognitív fejlődés folyamatának remek leírása, amely magyarázza ennek mechanizmusát és amely felhasználható a fejlődés elősegítésére. Piaget fejlődésméleteire utalok, amely részletesen bemutatja a kognitív fejlődés egyes lépéseit a művellet előtti szakasztól egészen a formális gondolkodás szintjéig. *Inhelder* és *Piaget* (1958) 11–14 éves korosztály (ebben vagyunk érdekeltek) a formális operációk területének leírásában lényeges szempontokat biztosít bármely programnak, amely megpróbálja elősegíteni a gondolkodási képességek fejlődését.

Ez különösen a természettudományok tanárai számára – a formális operációk területének jellemzése változók, arányosság, ellensúlyozás, valószínűség, korreláció és formális modellek szabályozásának tekintetében – közvetlenül használhatónak tűnik, de hiba volna Piaget-nak a formális operációkról szóló jelentéséről azt gondolni, hogy a természettudományokra korlátozódik. Mindig is minden tárgykörben való általános használat volt a szándék, habár csak néhány területen (mint például a történelem, vagy a matematika) olyan alapos a kidolgozottság, mint a természettudományokén. Figyelembe véve, hogyan bátorítják a tanárok a diákokat a magasabb szintű gondolkodásra, két forrásra támaszkodunk. Az első a Piaget-féle, és hangsúlyozza a jól keresztülvitt, és megfelelő szintű kognitív konfliktusok szerepét. A hipotézis szerint valamely nehéz probléma megoldása a tanár vagy egy tehetségesebb társ megfelelő segítségével (amely főként kérdéseket jelent) nemcsak az adott probléma megoldásához vezet, de a diák kognitív fejlődési mechanizmusának általános serkentéséhez is. Az ilyen tapasztalatok következetes jelenléte még akkor is, ha mérsékelt intenzitású, állandó, és visszafordíthatatlan hatást fejt ki a tárgybeli kognitív fejlődésre. Az ötlet az, hogy a konfliktus, akkor is, ha egy bizonyos tevékenységben jelenik meg, a diákot a kívánt érvelés saját konstrukciójához vezeti el. Ezt meta-konstruktivizmusként írtuk le (*Adey és Shayer*, 1994): a diákokat olyan helyzetbe hoztuk, ahol maguknak kell nemcsak az ismeretet, de a változóról, és az összefüggésekről való gondolkodási módokat is megkonstruálniuk.

A második forrás a Vigotszkij-féle, és a reflexió fontosságát hangsúlyozza, különösen a szociális kölcsönhatást illetően, a gondolkodás fejlesztésében csakúgy, mint a tudás fejlesztésében. Azok a diákok, akiket bátorítanak az osztályban, hogy a tanárral, vagy egymással megbeszéljék, hogyan taktikáznak, hogyan oldanak meg problémákat, vagy milyen nehézségeket tapasztalnak ezek megtalálásában, sokkal tudatosabbá válnak saját gondolkodási folyamataikban, és ez elősegíti a kognitív fejlődést. Ez a metakogníció ma már széles körben felismert, mint az általános intellektuális képességek fejlődé-

sének szükséges eleme (Brown, 1987, Perkins és Salaman, 1989). A jól kivitelezett osztály-vita lehetőséget nyújt a szociális konstrukcióra, amelyben a diákok közösen értik meg a problémákat, miközben saját értelmezésükről beszélnek.

A kognitív konfliktus, amely konstrukcióhoz vezet, és a metakogníció két alaptételéhez járul még egy prolóógus és egy epilógus. A prolóógus maga a konkrét előkészítés. Nem vágathatunk a gyerekekhez kognitív konfliktust indukáló problémákat figyelmes előkészítés nélkül. Csak akkor érünk el hatást, ha ezek már beépített fogalmi nehézségekkel rendelkeznek, s egyben magukba foglalják egy új nyelv használatát és egy új gyakorlati helyzetet is. A konceptuális nehézségekre koncentráció útját tisztázandó a konkrét előkészítés az a tevékenységi fázis, amelyben az új szavak bevezetése és gyakorlása történik, valamint a tanulók demonstrációkon és kérdéseken keresztül megismerkednek a feladat kontextusával.

Az epilógus fázisát áthidalásnak hívjuk. A tevékenységnek ez olyan része, amelyben összeköttetések épülnek a GT tevékenység alatt kifejlesztett érvelési módszer, és annak más kontextusbeli, „hagyományos” természettudományos órákon, más tantárgyi területen és az iskolán kívüli világban történő használata között. A pszichológia kezdeti eredményei után már tudjuk, hogy a transfer nem jelenik meg automatikusan. Megjelenéséhez az adott kontextusban kifejlődött egyfajta gondolkodás alkalmazási lehetőségét egy új kontextusban specifikusan kell felfedeznünk a tanulóval. A GT tevékenységek ezen öt kulcsfontosságú eleme, és kapcsolatuk az 1. ábrán látható.

Mielőtt néhány példára térnénk, hogy bemutassuk ezen alapelvek használatát, a tanítási és tanulási tevékenységek konstrukciójában, szót ejtünk a nyelv használatáról a GT-programban. A nyelv és a gondolat pszichológiai kapcsolata az 1930-as évek óta vita tárgyát képezi, néha túldimenzionálva. Egy időben az „először a nyelv” és az „először a gondolat” táborok ellentétével jellemezték. Az első a nyelvet az emberiség szükséges képességeként fogja fel, amely lehetővé tette a magasabb szintű gondolkodásmódok kifejlődését. Az ellenkező érvelés szerint a nyelv lehetősége a magasabb szintű kognitív funkciók kifejlődésével vált lehetségessé. Úgy tűnik, hogy ez a vita hiábavaló, mivel a nyelv és a gondolat egymásra utaltan, együtt fejlődik, ha nem is totálisan integrált módon. A szavak a gondolatok eszközei, és nehéz lenne elképzelni a magasabb szintű gondolkodás kifejlődését a nyelv folyamatos igénybevétele nélkül. A nyelv ugyanis komplex struktúra és a megfelelő szókincs alkalmazása is egyben. Ugyanakkor a komplex struktúrák és jelentések használatával folytatott küzdelem az új szavak értelmezéséért a magasabb rendű gondolati folyamatok kritikus része. A GT-ben az egyfajta érvelési minta fejlődéséhez szükséges szavakat szisztematikusan vezetnek be és gyakoroltatják a konkrét operációs

*A kognitív konfliktus, amely
konstrukcióhoz vezet,
és a metakogníció két alaptételéhez járul
még egy prolóógus
és egy epilógus. A prolóógus maga
a konkrét előkészítés.*

*Nem vágathatunk a gyerekekhez kognitív
konfliktust indukáló problémákat
figyelmes előkészítés nélkül. Csak akkor
érünk el hatást, ha ezek már beépített
fogalmi nehézségekkel rendelkeznek,
s egyben magukba foglalják
egy új nyelv használatát
és egy új gyakorlati helyzetet is.*

*A konceptuális nehézségekre
koncentráció útját tisztázandó
a konkrét előkészítés
az a tevékenységi fázis, amelyben az új
szavak bevezetése
és gyakorlása történik, valamint
a tanulók demonstrációkon
és kérdéseken keresztül megismerkednek
a feladat kontextusával.*

fázisban. Komplex gondolatok nem modellezhetők egyszerű nyelven. Azok a tanárok, akik azon nevelkedtek, hogy olvashatósági mérlegeket és szövegegyszerősítéseket végezzenek, azt hiszik, hogy a GT-munkalapok túl nehezek lesznek a diákjaiknak. De az olyan kifejezések, mint például a változó, a kapcsolat és az arányosság nem egyszerűen csak tetszés szerint vannak a szövegben elhelyezve. Alapvető céljuk, hogy a gyerekek elkezdjék őket értelmesen használni, és kifejlődjön a kapcsolódó formális érvelési séma. Sőt mi több, konkrét kontextusban vezetik be ezeket a szavakat, és számos lehetőség adódik a különböző helyzeteikben való alkalmazásukra.

A CASE megközelítés alapja a konkrét előkészítés biztosítása a finoman levezetett kognitív konfliktus számára, a metakognitív reflexiót a gyerekek saját problémamegoldó folyamataira előkészítve, az érvelési sémának megfelelő nyelv használatával, és transzponálva a GT tevékenységben kifejlesztett érvelést más természettudományi területekre és tárgykörökre. A formális operációk érvelési sémái biztosítják a kontextust, amelyben a tevékenységek megfogalmazottak, és a kurzus tárgyaivá is válnak, ez a diákok által megkonstruálendő gondolkozási típusokat jelenti.

Milyenek a GT tevékenységek?

Három tevékenységet fogunk bemutatni részletesebben, hogy megmutathassuk ezen elvek gyakorlati megvalósítását. Ezek mindegyikét a GT tanmenet anyagából vettük, amely megszerezhető brit, német és amerikai verziókban (Adey, Shayer és Yates, 1995; Adey, Shayer és Yates, 1993; Adey, Shayer és Yates, 1992 sorrendben).

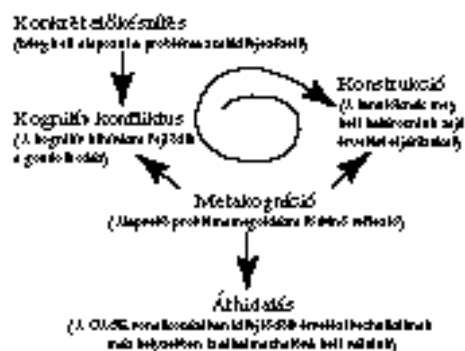
„GT-csővek”. Ez a 3. tevékenység a programban. Az előző tevékenységek bevezették a változó fogalmát, a változó értékeit, és az összefüggéseket. A diákoknak egy doboznyi kis csővük van. Az egész osztályt bevonó diskusszióban kérdések biztosítják, hogy a tanulók felismerjék a változókat, és azok értékeit: a cső hossza (rövid, közepes, hosszú), a cső szélessége (keskeny, széles), a cső anyaga (üveg, műanyag). Majd megkérjük őket, hogy fújjanak a csővekbe, és figyeljék a képződő hangot. A kérdés ez: „mi befolyásolja a hangot?” Szabadon vizsgálódhatnak egy kis ideig, majd megkérdezzük őket, hogy tudják-e, mi befolyásolja a hangot, magyarázzák el a tanárnak vagy egy társuknak, mit gondolnak és miért gondolják ezt. Gyakran pár perc múlva szükségessé válik, hogy a tanár összehívja az osztályt és javasolja két cső egyszerre történő megvizsgálását.

Egy gyerek felvetheti, hogy a cső szélessége befolyásoló tényező. „Mutasd meg!” mondja a tanár. A diák két eltérő szélességű csővel demonstrálja az eltérő hangokat. Megnézve a csőveket, a tanár rámutat, hogy a hosszuk is különböző. „Honnan tudod, hogy a hosszúság vagy a szélesség is befolyásolja a hangot?” Itt a tanár kognitív konfliktus hoz létre azért, hogy arra készíteti a tanulót, vegyen figyelembe egy még meg nem figyelt változót is. Tipikus tanulói válasz lehet: „a hossz is és a szélesség is befolyásolja a hangot.” Ez a konfliktuselsimítás egyszerű módjának tűnik, de a tanár kitartóan kérdez, és arra is megkéri a tanulót, hogy válasszon egy másik pár csövet, de olyat, ami egyértelmű választ ad. Figyeljük meg, hogy a tanár mondja meg a gyereknek, hogy olyan párt válasszon, ahol csak egy változó módosul. A lényeg, hogy a diáknak magának kell megkonstruálnia a változók kontrollálásának stratégiáját.

Nagyon széles skálájú, eltérő képességű 12 éves tanulók osztályában elképzelhető, hogy lesz egy vagy két gyerek, aki a feladatot olyan egyszerűnek találja, hogy nem érezkel kihívást (kognitív konfliktust). Nekik a tanár magasabb szintű feladatot javasolhat, például azt, hogy keressenek kapcsolatot a változók között. Akadhat egy-két olyan diák is, akit a 60–70 perces óra végére a feladat teljesen összezavart, és még mindig nem látja a változók szabályozásának lényegét. Mindemellett a döntő többség (az eszközök, a munkalap kérdései révén, a tanárral és a diáktársakkal való kapcsolaton keresztül) megtapasztalja a megfelelő konfliktust, miszerint magának kell megkonstruálnia legalább kezdő szinten a

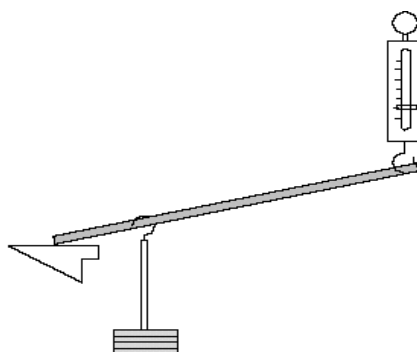
változók szabályozásának stratégiáját. Ennek teljes kifejlődése egy internalizált tudatlan sémáig, amely természetesen kerülendő minden kísérleti situációban, még idő igényel, de a nélkülözhetetlen alapozás már megtörtént. Az előző, szilárd séma, miszerint „változon minden, és nézzük, mi történik” alapjaiban megrendült, ha nem is omlott össze teljesen. Még a letehetségtelenebb diákok is, akik a tevékenység végén is összezavartak voltak, küzdöttek a problémával, és kétségeik merültek fel a nem-hatékony konkrét stratégiájukat illetően. A kísérleti kérdések megközelítésének legkisebb nehézsége is értékes: a kognitív küzdés, amely a kognitív fejlődés szempontjából kritikus, az, amely alapján az ideális célt elértük, ha minden gyerek megtapasztal valamilyen kognitív konfliktust, és valamennyit előrehalad a számára kielégítő megoldás megtalálása felé. Úgy tűnik, ez a végső pont eltér minden diáknál a személyiségétől és a képességeitől függően.

Második példaként tekintünk a „GT8: A talicska” tevékenységet, amely az arányosság gondolkodási mintával foglalkozik! A tevékenység előtt a diákok már felfedezték a skála elvét azáltal, hogy embriókat nézegettek más és más skálán, és azáltal, hogy az iskola környezetéről készült térképet használtak a valódi távolságok becsléséhez. A „hányados” szó is már bevezetésre került. A GT 8. eszközkészlete tartalmaz egy kb. 8 mm átmérőjű, 60 cm hosszú rudat is. Ez két helyen rovátkolt, hogy függő terhet, és rugós erőmérőt csatlakoztathassunk rá, ahogyan azt az 1. ábra mutatja. A munkalapon látható illusztrációk párhuzamot vonnak az eszköz valamint az emelő és súlyerő talicskánál történő alkalmazása között.



1. ábra

A gondolkodtató tudomány elvének szerkezete



2. ábra

A „talicska” modell

A diákok lejegyzik, és táblázatba foglalják az emelőerőt, az egymásután felrakott terheknél. Kb. 6 érték-pár elkészítése után grafikonon ábrázolják az emelőerő és a súlyerő lineáris összefüggését. Megkérjük őket, hogy ebből jelezzék előre, milyen emelőerőre lenne szükség olyan terhez, amely nem áll rendelkezésre. Az első előrejelzések leolvashatók a grafikonról egyszerű extrapolációval, de elfogy a papír, és ez a stratégia tovább nem alkalmazható. Ez az a konfliktus, amelyben egy finomabb nézetet kell kialakítani, amely magában foglalja a terhet és az erő kifejtés hányadosának állandóságát. Az emelőerő/terhelés táblázatban minden adatpárra kiszámolják a hányadost, és (néha az egész osztály adatainak összegzése után) felfedezik, hogy ez a hányados állandó. Ez képessé teszi őket arra, hogy

a) az állandó hányadost összekapcsolják az egyenes vonalú grafikonnal, és
b) az állandó hányados értékét használják bármely új terheléthez szükséges emelőerő értékének kiszámításához.

Így tovább kell lépniük a grafikon nyújtotta segítségen, egy általánosabb, formális matematikai modell megkonstruálására, amelynek segítségével extrapolációt végezhetnek. Az

adatokon végzett kognitív műveleteket formalizálni kell, hogy a problémát sikeresen megoldják.

„GT 18: Kezelések és hatások” az utolsó példánk. A program második évében tanítjuk. A korreláció gondolkodási mintájának kontextusába van ágyazva. Az osztály minden diákcsoportja 20 kártyát tartalmazó csomagot kap. Minden kártyán egy-egy organizmus található (rőzsa, búza, szarvasmarha, sertés vagy juh), és a kártya azt is mutatja, hogy az organizmust kezelték-e (például trágya, tejeltető gyógyszerek stb.), valamint, hogy az állat vagy növény mutat-e hatást (jobban növekszik-e, több tejet, húst biztosít-e stb.) A diákok először a kártyákat négy csoportba rendezik aszerint, hogy

- (A) nem kezelték, nem mutat hatást
- (B) nem kezelték, de hatás kimutatható
- (C) kezelték, de hatást nem mutat
- (D) kezelték, és hatás is kimutatható

Aztán a diákok szembekerülnek azzal a kérdéssel, hogy vajon a kezeléseknek tulajdonítható-e a hatás, vagy nem. Például, ha a kezelés eredménye a hatás, akkor az A, B, C, D halmazok melyikében várjunk nagyszámú kártyát? Csoportos diszkusszió vezet el a konklúzióhoz, hogy az A és a D kupac nagy, a C és a B kupac kis számúnak várható. A kupacokban aktuálisan lévő kártyák számának meghatározása, és az A+D és a B+C összegek összehasonlítása következik. Ezen eredmények diszkussziója során a pozitív korreláció, a negatív korreláció, és a nincs korreláció kifejezéseket vezetjük be, és segítünk a diákoknak azon elgondolkodni, hogy milyen összefüggések létezhetnek kezelések és hatások között. Ez a tevékenység egyszerű szinten modellezi a kezelések kísérleti értékelésének azon módját, amely az orvosi, mezőgazdasági és egyéb kutatások nagy részének centruma. A korreláció és hozzá kötődő valószínűségi relációk megértése nélkül az újságok tudományos ismeretterjesztő beszámolóinak nagy része érthetetlen. Erről tanúskodik a túlzott reakció a politikusok, a média, és a népesség részéről a marhahús-fogyasztás és a Creutzfeld Jacobs Kór kapcsolatát illetően az utóbbi időben. Bevallottan ez elég nehéz feladat egy 13 éves számára (még a tanároknak is kihívást jelent), de megalapozza a tudományos kutatás megértését, valamint hozzájárul az általános kognitív növekedéshez is.

A GT kivitelezése

Eredetileg a GT-program kivitelezéséhez a korosztály kiválasztását mind a pragmatikus, mind pedig pszichológiai érvek határozták meg. A „gondolkodás-órák” korai kezdésének vágya ellen pszichológiai megfontolások szóltak a minimális korról, amelynél már van értelme elvárni a formális műveletek elősegítésének hatásosságát, továbbá az a tény is, hogy az Egyesült Királyság általános iskoláiban a tanárok nem szakértők, és a GT elvárásait nyomasztónak találhatják. Eredeti kutatásunk időszakában a középfokú oktatás ezen első két éve nem volt túlszűfolva külső, nemzeti értékelésekkel/vizsgákkal, és így az iskolák valamivel nyugodtabban próbálták meg a bevezetést, mintha a GCSE (bizonyítvány a középfokú általános oktatásról) vizsgák előtti két évben lettek volna. Ezek a megfontolások az Egyesült Királyság 7. és 8. osztályosaira, az Egyesült Államok 6., 7. osztályosaira irányítják az intervenció fókuszát, amely a 11–14 éves korosztályt jelenti. Ez jó összhangban van azzal az életkorral, amikor az agy programozhatónak tűnik a formális műveletek fejlődését elősegítő stimulációkra (Adey és Shayer, 1994, Epstein, 1990).

Összesen 32 tevékenység alkotja a teljes GT-programot. Teljes kurzusként tanítva nagyon széles választékot biztosít, de a világos konklúzió hiánya a tevékenységek végén mind a tanárban, mind a diákokban frusztrációt eredményezhet. Ezért a GT-tevékenységek elvégzését a normál természettudományos órák helyett kétheti rendszerességgel terveztük.

Látható, hogy a CASE intervenció sem infúzióként, sem megfejlésként nem funkcionál. Eszerint nem eszköztár, amely a gondolkodás fejlesztését szolgálja a tanterv alaptartalmába tökéletesen integrálható formában, de nem is teljesen elkülönülő GT tanrend. A „megfejlés” típusú gondolkodtatási tantervekkel kapcsolatos nehézségek a következők.

a) az iskolavezetésre az amúgy is túlszűfolt órarendben extra idő biztosításának kényesze nehezedik,

b) annak biztosítása, hogy a speciális órákon kifejlődött gondolkodás áthidalása/transzferje a tartalmi területeken adekvát legyen.

Másrészt, amíg az „infúziós” módszerek egy ideált reprezentálnak, addig a tartalom és a gondolkodás egy órán történő fenntartása szakmai nehézsége óriási. Valójában a CASE tanároknak azt ajánljuk, hogy a diákjaiknak egyértelműen jelezzék, hogy „ma valami mást csinálunk, és a hagyományos természettudományhoz holnap térünk vissza”. Amellett, hogy hozzájárul a diákok tudatosságához, miszerint a gondolkodási képességük fejleszthető, a tanárokat is segíti, hogy gondolkodási sémákra összpontosítsanak és hagyják, hogy a tartalmi tudnivalók a természettudományos tanterv hagyományos részében forduljanak elő.

Mégis marad a tanárokból némi aggodalom a CASE intervencióra fordított, a hagyományos munkákból elvesztegetett idő miatt, amely a természettudományok számára tantervileg kijelölt időtartam 25 százaléka. Az elmúlt években ezt előtérbe helyezték, mivel a vizsgaeredményekre, és az Egyesült Királyság-beli bajnoki táblázatokra nagyobb súlyt vetettek. Szerencsére ma már jó bizonyítékunk van arra, hogy a CASE pozitív hatással van a tanulók tudományos teljesítményére, úgyhogy ezen félelmek általában megszűnnek. Ha léteztek volna azok a nemzeti tesztek, amelyeket ma a 9. (USA 8. év, 14 éves) év végén adunk a gyerekeknek már a kora 80-as években, amikor az intervenciónk kutatása kezdődött, lehet, hogy az egész CASE projekt nem rugaszkodott volna el a földtől. Ez kijózanító visszajelzés a politikai kezdeményezések nevelési vállalkozásokra irányuló rövidlátó hatására.

A CASE tudományos eredményességre gyakorolt hatásának értékelése

A CASE intervenció eredeti kutatási projektjük által determinált hatása a diákok kognitív fejlődésére és a tudományos eredményeire mára már széles körben közzétett. (például Adey és Shayer, 1993, 1994) Mindemellett ezen munka összefoglalása áll itt, mielőtt megvizsgálánk a legújabb bizonyítékokat.

Az 1981–84-es kísérlet

Eredetileg 10 iskolát választottunk az anyag kipróbálásához, melyet a szerzők már két londoni iskolában tanítottak, nagyon széles skáláról reprezentálandó Anglia szociális és földrajzi környezeteit. Az itt leírt eredmények tíz kísérleti osztályból származnak (4 osztály a 7. osztályban kezdte, 11 korcsoport, és hat osztály a 8. osztályban kezdte: „12+” korcsoport) hét olyan iskolából, amelyek két évig folytatták a programot, többé-kevésbé tervezetten. Ezen iskolák mindegyikében egy vagy két osztályt jelöltek ki kísérletinek, és kéthetente egyszer, két évig az előzőekben már bemutatott GT tevékenységeket. Minden iskolában párhuzamos osztályokat jelöltünk ki, amelyek kor és képesség szempontjából párja lettek a kísérletinek. A kontroll-osztályoknak a hagyományos természettudományos tantervet tanították a CASE intervenció idővesztése nélkül.

Minden kísérleti és kontroll osztály egy előtesztet írt, hogy meghúzhassuk az alapvonalat a bekövetkező növekedés méréséhez, és számolhassunk a kezdeti különbségekkel a kísérleti és kontrollcsoportok között. A kétéves intervenció időszak után utótesztet mértek a kognitív fejlődést, és mérték a természettudományos teljesítményt is minden osztályban. Ez jelentette az intervenció program (és egyben a támogatott kutatás!) végét is, de egy évvel később ismét felkerestük az iskolákat, hogy információt gyűjtsünk a tanulók természet-

tudományos teljesítményéről. További egy év múlva azok az osztályok, amelyek a CASE intervenciót 8. osztályban kezdték, letették a GCSE vizsgát, és minden előzetesen kijelölt kísérleti vagy kontroll tanuló eredményét begyűjtöttük természettudományból, matematikából és angolból. További egy év múlva azok vizsgáztak, akik a programot hetedikesként kezdték, és az ő eredményeiket is begyűjtöttük. Így rendelkezésünkre álltak az adatok, amelyek lehetővé tették a kognitív fejlődés és a tudományos teljesítmények összehasonlítását egy hosszú időszakon át az eredetileg párba állított tanulók között, akik közül egyesek megtapasztalták a CASE intervenciót, mások pedig egyszerűen csak a hagyományos természettudományos kurzusokat követték.

Ahhoz, hogy számításba vehessük az egyéni különbségeket a kezdeti kognitív szintekben, minden adat feldolgozásra került úgy, hogy

a) kiszámoltuk a regressziós együtthatót minden utólagos és előzetes mérésre a kontrollcsoportoknál,

b) ezen regressziós együttható használatával „megjósoltuk” minden kísérleti gyermek számára az utólagos mérés értékét azzal a feltétellel, hogy a kontrollszemélytől nem különbözik,

c) kivontuk a valódi utólagos mérés eredményét a megjósoltból.

Ez az eredmény a többlet nyereségi pont (r. g. pont). Bármely diákcsoport r. g. pontja annak mértéke, hogy fejlődésük vagy tanulásuk mennyiben különbözött a kezdetben kijelölt kontrollcsoportétól. Az analízis ezen módszere számol a különböző iskolákban létező eltérő iskolai teljesítménymérésekkel, mivel minden kísérleti diákot a saját iskolájából jövő kontrolldiák által felállított normával hasonlítjuk össze. Neki azonos tapasztalatai voltak, kivéve a GT kitétel. E módszernek szigorú adatfeldolgozási követelményei vannak, de a rendelkezésre álló adatok leghatékonyabb felhasználását adja.

Az összehasonlítás kényelmessé tételéhez minden eredményről r. g. mutató formájában számolunk be. Figyeljük meg, hogy az r. g. mutató a kontrollal való összehasonlításra épül, így az r. g. mutató definíciója alapján minden kontrollra számítva nulla. 4 csoport eredményeit tárgyaljuk: az intervenciót hetedikesként elkezdő fiúk, a nyolcadikosként kezdő fiúk, és a megfelelő lánycsoportok. Az 1. táblázat minden csoportra összefoglalja a diákok számát, az átlagos r. g. mutatót, a standard deviációt, a szignifikanciaszintet (ahol szignifikáns), és a hatékonyságot a standard deviáció egységében az azonnali, a kognitív fejlődést mérő utótesztre, a késleltetett természettudományos teljesítményre, valamint az intervenciót követő három évvel későbbi GCSE eredményekre. Figyelmet kell fordítanunk ezen eredmények néhány jellegzetességére, amelyek közül néhány nyilvánvaló, de néhány nem világos magukból a számadatokból.

– Az azonnali hatás meglehetősen mérsékelt, de

a) az újabb, közvetlen hatások a kognitív fejlődésre nagyobbak (lásd később) a kognitív fejlődésen elvégzett hatásvizsgálatból az sokkal nagyobb,

b) erős korreláció van az egyes tanulóknál a két éves intervenció program kognitív nyeresége és a későbbi, a GCSE eredményekben mutatkozó nyereség között.

– A mérsékelt azonnali hatások ellenére létezik egy hosszú távú, és nyilvánvalóan növekvő hatása az intervenciónak a tanulók tudományos teljesítményére. Elvileg ez az, amit várhatunk egy intervenció programtól, amelyik a tanulók általános gondolkodási képességeit emeli. Az emelt kognitív szintek hatása – az intervenció végét követően – az, hogy fejleszti a tanuló azon képességét, hogy profitáljon a hagyományos osztálytermi oktatásból. Az ilyen fejlődés valószínűleg kumulatív, mivel a jobban megértett konceptuális tanulás egészségesebb teret biztosít a tanulásnak, stb.

– Úgy tűnik, hogy van egy kor–nem interakciós hatás, ami szerint az intervenció hatásosabb fiatalabb lányoknál, és idősebb fiúknál. Habár ez a nézet remekül illeszkedik a formális műveltek fejlődési lehetősége kognitívabbak modelljéhez, amely egyezik azazal, hogy általában ebben a korban korábbi az érés a lányoknál, mint a fiúknál, mégis

óvatosnak kell lennünk, mielőtt ilyen konklúzióra jutunk. Egyrészt a 11+ korcsoport valójában sokkal tehetségesebb volt, mint a 12+ korcsoport, mindkét csoport az intervenciót ugyanazon kognitív fejlettségi szinten kezdte. Másrészt a legfrissebb adatok nem mutatnak semmit a nemi hatásról.

A gyarapodás megoszlása bármely csoportban gyakran kétpólusú. (Itt nem mutatjuk be, de megtalálható. Adey and Shayer, 1994) Ezek szerint egyes tanulók nagyon sokat fejlődtek, két standard deviáció körüli mértékűt, míg mások alig többet, mint a kontroll személyek. Nem tudjuk, hogy ez miért van, de lehetséges, hogy a GT módszerek különböző tanulási stílusokhoz való illeszkedésével kapcsolatos.

	Csoport	Létszám	Átlagos nyereségi mutató	Standard deviáció	Szignifi- kancia	A hatás
Kurzus utáni kognitív teszt 1987. július	11+fiú	29	-0,21	0,95	–	–
	11+lány	27	0,08	1,10	–	–
	12+fiú	65	0,70	1,00	0,001	0 , 7 5
	12+lány	52	0,03	0,98	–	–
Egy évvel későbbi term. tudományos teljesítmény	11+fiú	337	2,72	15,45	–	–
	11+lány	31	7,02	12,76	0,025	0 , 6 0
	12+fiú	41	10,46	16,60	0,005	0 , 7 2
	12+lány	36	4,18	14,41	–	–
GCSE eredmények, 1989.						
Természet- tudomány	12+fiú	48	1,03	1,34	0,005	0 , 9 6
	12+lány	45	0,19	1,38	–	–
Mate- matika	12+fiú	56	0,55	1,23	0,005	0 , 5 0
	12+lány	54	0,14	1,27	–	–
Angol	12+fiú	56	0,38	1,27	0,05	0 , 3 2
	12+lány	57	0,41	0,96	0,01	0 , 4 4
GCSE eredmények, 1990.						
Természet- tudomány	12+fiú	35	-0,23	1,46	–	–
	12+lány	29	0,67	1,36	0,025	0 , 6 7
Mate- matika	12+fiú	33	-0,21	1,59	–	–
	12+lány	29	0,94	1,26	0,005	0 , 7 2
Angol	12+fiú	36	0,26	1,65	–	–
	12+lány	27	0,74	1,32	0,025	0 , 6 9

1. táblázat

Az 1984. szeptemberi előzetes kognitív teszten alapuló, a kétéves CASE intervenció végeztével, az egymás után következő tesztekre számított többletnyereségi mutatók (r.g. mutató)

Az újabb eredmények

Az előző fejezetben bemutatott eredmények az eredeti kutatásból valók, amelyben az adott kísérleti osztályokra gyakorolt hatás mérését tudtuk megvalósítani jól párba állított, azonos iskolából származó osztályokkal, ugyanazon tanárokkal. A hátrányokról: csak kis létszámmal dolgoztunk, mivel minden iskolából csak egy vagy két osztályban tudunk adatokat gyűjteni, mi magunk még dolgoztunk az intervencióra felkészítő tanári tréningeken, a tanárok maguk, izoláltan dolgoztak iskolájukban a projekten.

Az 1991. májusi GCSE eredmények alapján, a hosszú távú eredmények publikálását követően nagy érdeklődés mutatkozott az iskolák részéről az anyagok, és a módszerek iránt, amelyek lehetővé teszik szmukra az eredmények reprodukálását. Azóta kétéves tanár-továbbképzési kurzusokat vezetünk a módszerek bemutatására. Habár ma is sok új adatot gyűjtünk, lényeges különbség e között, és az eredeti kísérlet között az, hogy ma már van módszerünk, amely véleményünk szerint működik. Egy osztálytól sem tagadjuk meg erkölcsi-

leg azt a kísérleti kontroll hiánya miatt. Az új adatok feldolgozásának egy módja, hogy összehasonlíttuk a CASE iskolákat az 1970-es években Anglia és Wales iskoláiban végzett CSMS (Concepts in Secondary Mathematics and Science = Természettudományi és matematikai fogalmak középfokon) felmérések (Shayer, *Küchemenn, Wylam*, 1976; Shayer és Wylam, 1978) alapján kidolgozott nemzeti normákkal. A nemzeti adatok kontrollt biztosítanak olyan tekintetben, hogy mi az elvárt, átlagos eredmény, amelyhez a CASE tanulókat hasonlíthatjuk. A CASE tréning programban résztvevő iskolák első csapatából adatokat gyűjthettünk a kognitív fejlődésről elő- és utóteszt alapján 8 iskola 63 osztályában. Ezen osztályok közül néhányan hetedikben, mások nyolcadikban kezdték az intervenciót, egy iskola mindkét évfolyamon elkezdte. Az iskolák r.g. mutatóinak átlaga hatásmagyságban összehasonlítva a nemzeti normákkal, összefoglalva a 2. táblázatban található.

Ténylegesen megvizsgáltuk az elért hatás nagyságát a 63 osztály mindegyikében, egy osztályban szignifikánsan negatív hatás jelentkezett, feltehetően az előteszt adminisztrációjánál történt hiba miatt. Négy másikban nem szignifikáns negatív hatás, három osztályban 0,3 δ -nál kisebb pozitív hatás jelentkezett. A fennmaradó 58 osztály mindegyikében a gyerekek kognitív fejlődésének mértékére a CASF intervenció szignifikánsan pozitív hatását mutattuk ki. Mint előzetesen bemutattuk az intervenció időszakban szerzett kognitív gyarapodás kapcsolatban áll a későbbi tudományos nyereségekkel.

Újabb (1996 áprilisában) a CASE iskolák tudományos eredményeiről is gyűjtöttünk adatokat, hogy összehasonlítsuk a CASE iskolákat a nem CASE iskolákkal a KS3 NCT (Key Stage 3 National Curriculum Test = 9. osztály végi Nemzeti Tantervi Teszt) alapján. Az Egyesült Királyságban a kormány egy nemzetileg irányított teszt sorozatot vezetett be különböző tantárgyakból minden „Key Stage” végén, ami a 2., 6., és 9. osztály végét, sora a 7, 11, és 14 éveseket jelenti. A GT-t 7. és 8. osztályban használó iskolákban a 9. osztály végén a KS3 NCT megfelelő felmérést biztosít az eredményekről egy évvel az intervenció befejezése után. A 3a, 3b, és 3c ábrákon minden pont egy iskolát reprezentál. Az x tengely az iskola tanulóinak átlagpontszáma a hetedik osztály elején a kognitív fejlettségi szint mérésén a nemzeti átlag százalékarányában kifejezve. Ez az iskola felvételi képesség mérője, amely néhány olyan faktort tükröz, mint például az iskolai környezet szocio-gazdasági feltételei vagy, hogy a környék kiemelt iskolája-e, kiválaszthatja-e a legtehetségesebb tanulókat. Úgy alakult, hogy szinte minden iskola, amelyről adatunk van a felvételi képességek szerint a második félben van. Az y tengely a KS3 NCT-en elért siker fokmérője. Ezeket a teszteket a Nemzeti Tantervi szintekhez méretezik, amely 1-től 10-ig (újabbban 1-től 8-ig) skálára eshet. A KS3-on 6-os és ennél jobb eredményeket elérő gyerekek százalékát veszik gyakran az iskola sikermérőjének. Hogy a grafikon szerkezete lineáris legyen, minden eredményt logittá transzformáltunk: $\ln (\% / 100\%)$. Ezért van, hogy a tengely mértéke nem egyenletes távolságú.

Minden ábrán meghúztuk a regressziós egyenest a kontroll (nem CASE) iskolákra alapozva. Nem meglepő, hogy a KS3 teszten elért siker szorosan kapcsolódik a gyerekek felvételi képességeihez. Nem meglepő, mivel az iskolai teszteknek részben az általános képességeket is vissza kell tükrözniük. Ott, ahol a tanítási módszerek és elvárások nem különlegesen, elkerülhetetlen, hogy közvetlen kapcsolat legyen az iskola átlagos felvételi szintje és átlagos vizsgaeredménye között. Ami szembeötlő, hogy az összes eddigi adatunk alapján a CASE iskolák bőven a kontroll regressziós vonal felett helyezkednek el. Ez igaz még Angliából is, habár a pontok sokkal szétszórtabbak, mivel a becslés sokkal megbízhatatlanabb. A hatás kb. +30 százalékpontnak feleltethető meg az iskolai átlagteljesítményekben. Világos, hogy a CASE intervenció szisztematikusan nagyobb tudományos értéket biztosított az adott kognitív szinttel rendelkező diákoknak, mint a nem CASE iskolák, és az is, hogy a hatás általában érvényesül a tanulók eredményeire, messze túlmutatva azon a természettudományos kontextuson, amelyben a kognitív intervenció programot megfogalmaztuk. Ez az állítás kiváltképp az angol eredményeken kimutatott távoli transzferhatá-

son alapul. Ez nem magyarázható egy bizonyos kontextusban megfogalmazott direkt gondolkodási tréninggel, hanem kitűnnek az általános fejlesztési mechanizmusok, amelyek tudatosan vagy nem-tudatosan alkalmazhatók a diákok tanulási folyamataiban.

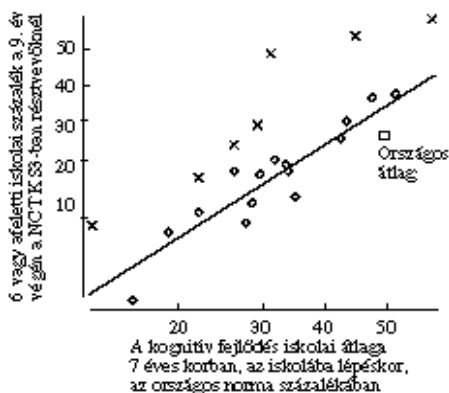
Ezek jó okot szolgáltatnak a feltételezéshez, hogy megnövelt hatás lett volna elvárható. Eltérően az eredeti kísérletektől a kivitelezés során, az iskola minden természettudomány szakos tanára részt vesz a TS tanításában. Így a természettudományos munkaközösség kultúrájának részévé válik, és így sok lehetőség nyílik a tanároknak egymás kölcsönös támogatásra. Mindemellett a megvalósításban jobban tudunk koncentrálni a tanárto-vábbképzés professzionális fejlesztési módszereinek kifejlesztésére.

Iskola	Kezdő év	A hatás mértéke
1	11+	0,67
1	12+	0,76
2	11+	0,69
3	11+	1,12
4	11+	1,12
5	12+	0,80
6	11+	1,00
7	12+	0,29
8	12+	1,26

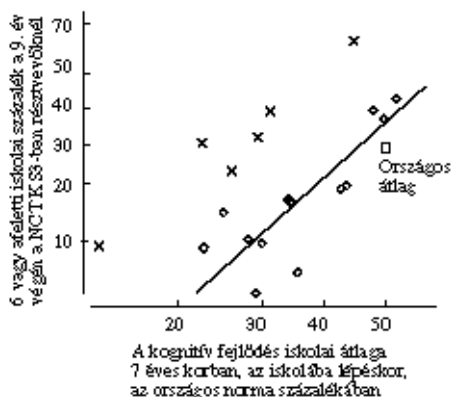
2. táblázat

A kognitív fejlődés többlet nyereségi mutatója 8 iskolában, amelyek részt vettek a CASE tréningben 1991–93-ban

3/a Természettudomány



3/b Matematika



3. ábra

Összefüggés a kognitív szintek között az iskolába lépéskor és a kilencedik év végén teljesített NCT KS3 teszt alkalmazásával.

x-szel jelöltük a CASE-ben résztvevő és o-val a CASE-ben részt nem vevő iskolákat.

Konklúzió és diszkusszió

Nem hiszem, hogy a GT az egyetlen módja annak, hogy a gyerekek általános kognitív képességét befolyásoljuk. Sok más program van, amelyek ugyanolyan érdekes tevékenységeket ajánlanak, és amelyek úgy tűnik, képesek hosszú távú transzferhatások kifejlesztésére. Akkor hát miért van olyan kevés gondolkodási program, amely a hatásáról olyan

bizonyítékokat tud felmutatni, mint amilyeneket itt összefoglaltunk? Íme néhány lehetséges ok.

Idő

Az általános hatások értékelésének természete az, hogy hosszú távú vizsgálatra van szükség. Olyan értékelési vizsgálatok, mint például a miénk, amelyek 15 évig tartanak, nagyon nehezen biztosíthatóak személyzettel és anyagi forrásokkal. Ha valaki csak a végzős hallgatókra számít a kutatásban, vagy kutató ösztöndíjhoz kötött, amelyek soha nem hosszabbak három évnél, különösen nehéz bizonyítékot adnia a hosszú távú általános hatásokra, még akkor is, ha azok léteznek.

Modellek

A tanulásról és a fejlődésről széles körű modellre van szükség, amely biztosítja a következetes alapot a tevékenységek és a becslések tervezéséhez. A kognitív fejlődés Piaget-i modellje a kölcsönhatásról és az egyensúlyról egy népszerűtlen fázison ment át nemrég, maga a szerző is megtapasztalta, hogy tudományos vezetők szerint a Piaget-ra alapozott munkák szükségszerűen csakis rossz elképzelések lehetnek. Emellett Piaget modellje nekünk azt biztosította, amely következetes, széles körű és amelyre szükségünk volt. Persze ezek alternatív magyarázatok a CASE hatásaira, de ha valakinek nincs elméletileg levezetett hipotézise, akkor lehetetlen, hogy le tudja tesztelni az alternatívákat, hogy a hatást továbbfejlessze.

Általánosság

A közelmúltig a nevelési kutatásokat erősen befolyásolja az az elképzelés, hogy minden kongnicio helyzethez kötött. Eszerint lehetetlen az intelligenciáról általánosságban beszélni, nem így az intelligens viselkedésről, amely bizonyos egyéni megnyilatkozás egy bizonyos szituációban. Ebben a „Zeitgeist”-ben kevés az indíttatás arra, hogy módokat keressünk a gyerekek intellektuális képességének növelésére. A „helyzethez kötött kongnicio” nézet jórészt néhány jó kutatás elferdített interpretációján és helytelen felhasználásán alapul. Hiszem, hogy az itt bemutatott adatok segítenek helyreállítani a hitüket azon eszmében, hogy léteznek általános faktorok, amelyek befolyásolják az intellektuális teljesítményt, és ezen faktorok neveléssel befolyásolhatók.

Kvantitatív módszerek

Specifikusabban: az emberek közötti interakciók minőségére vagy a természeti konstrukciók kutatására az 50-es és 60-as években túl kevés figyelmet fordítottak. A nem megfelelő, elhamarkodott behaviourista kutatásokban, ezek következményeként a kvantitatív módszerekbe vetett hit megrendült. De az inga nem lendült túl mesze a másik irányba, és kijózanító tapasztalat végignézni például az Amerikai Nevelési Kutatási Társaság éves ülésének programját, amelybe kvantitatív tanulmányok mégis beférköztek. Sokkal többet kell tudnunk a gondolkozási programok minőségéről, de az is szükséges, hogy megbízható méréseket lássunk a tanulásra kifejtett hatásokról. Javaslatom tehát az, hogy legyen minél több hosszú távú, kvantitatív és elméletileg megalapozott kutatási program, jelzi azt, hogy lehetséges növelni az általános, tudományos teljesítményt a tanítási módszerekre és anyagokra vonatkozó néhány sajátos módosítással.

Irodalom

ADEY, P. S.: *It all depends on context, doesn't it?* Searching for general, educable dragons. *Studies in Science education*, 1977. 29., 45–92. old.

- ADEY, P. S.–SHAYER, M.: *An exploration of long-term far-transfer effects following an extended intervention programme in the high school science curriculum*. Cognition and Instruction, 1993. 11., 1–29. old.
- ADEY, P. S.–SHAYER, M.: *Really raising standards. Cognitive intervention and academic achievements*. Routledge, London, 1994.
- ADEY, P. S.–SHAYER, M.–YATES, C.: *Thinking Science: U. S. edition*. Philadelphia Research for Better Schools, 1992.
- ADEY, P. S.–SHAYER, M.–YATES, C.: *Naturwissenschaftlich denken*. Aachen, Aachener Beiträge zur Pädagogik, 1993.
- ADEY, P. S.–SHAYER, M.–YATES, C.: *Thinking Science: The curriculum materials of the CASE project*. (2nd edition) Thomas Nelson and Sons, London, 1995.
- BROWN, A. L.: *Metacognition, executive control, self-regulation and other more mysterious mechanisms*. In: R. KLUWE–F. WERMERT (eds.): *Metacognition, motivation and understanding*. Lawrence Erlbaum, London, 1987.
- EPSTEIN, H. T.: *Stages in human mental growth*. Journal of Educational Psychology, 1990. 82., 876–880. old.
- INHELDER, B.–PIAGET, J.: *The growth of logical thinking*. Routledge, London, 1958.
- PERKINS, D. N.–SALOMAN, G.: *Are cognitive skills context bound?* Educational Researcher, 1989. 18., 16–25. old.
- RESNICK, L. B.: *Education and learning to think*. National Academy Press, Washington D. C., 1987.
- SHEYER, M.–KÜCHEMANN, D. F.–WYLAM, H.: *The distribution of Piagetian stages of thinking in British middle and secondary school children*. British Journal of Educational Psychology, 1976. 46. 164–173. old.
- SHAYER, M.–WYLAM, H.: *The distribution of Piagetian stages of thinking in British middle and secondary school children*. British Journal of Educational Psychology, 1978. 48. 62–70. old.

Természettudományos nevelésünk – változó magyarázatok

A természettudományos nevelésről megjelenő angol és német nyelvű publikációkban gyakran olvashatók olyan megállapítások, melyek szerint a magyar tanulók természettudományos tanulási teljesítményei igen jók. Ez a nézet az utóbbi másfél évtizedben a magyar pedagógiai közvélekedésbe is mélyen beivódott, az oktatáspolitikai is előszeretettel hivatkozik rá. Honnan ered ez a nézet, milyen okai lehetnek a magyar tanulók meglehetősen jó tanulási eredményeinek, és milyen ellentmondásokat rejtenek ezek magukba? Milyen hatást gyakorol mindez az oktatáspolitikára? Más szóval, egy, a magyar természettudományos nevelésről kialakult nézet fejlődéstörténetét szeretném bemutatni és elemezni

Felbuzdulva J. S. Coleman amerikai vizsgálatának (Equality of Educational Opportunity, 1966) a sikerén egy nemzetközi hírnévnek örvendő kutatócsoport, melynek vezetője a svéd Torsten Husén volt, annak vizsgálatát tűzte ki célként, miként lehet az iskolai tanulás eredményeit iskolarendszerek, országok és kultúrák viszonylatában egymással összehasonlítani. Ezzel a célkitűzéssel, valamint az amerikai Science Foundation anyagi és az Unesco erkölcsi támogatásával így alakulhatott meg nem-kormányzati szervként az International Association for the Evaluation of Educational Achievement, közismert nevén az IEA Társaság. Az első sikeres próbálkozások után, 1970–1971-ben a Társaság egy nagyszabású, hat műveltségi területre kiterjedő vizsgálatot (survey) kezdeményezett. Magyarországnak a csodával határos módon sikerült 1968-ban csatlakoznia az IEA-hoz. Résztvételünk ebben az első szakaszban három területre terjed ki: 1970-ben a természettudományos nevelésre és az olvasásmegértésre, 1971-ben pedig az angol mint idegen nyelv tanulására. Ezt követően, különböző műveltségi területeken, az 1995-ben lebonyolított TIMSS (Third International Mathematics and Science Study) vizsgálatig bezáróan összesen tíz IEA felmérésben vettünk részt (1. táblázat, Báthory, 1997). A természettudományos nevelés nemzetközi vizsgálatára országunkban – amint az a táblázaton látható – eddig összesen három alkalommal került sor: 1970-ben (FISS), 1983-ban (SISS) és 1995-ben (TIMSS). Sőt, 1991-ben még egy negyedik nemzetközi felmérésben is részt vettünk, melyet a princetoni (USA) székhelyű International Assessment of Educational Progress (IAEP) kezdeményezett.

Magyarország IEA csatlakozásának akkor, a pártállamiság kellős közepén, igen nagy jelentősége volt, mely széles körben hatott pedagógiánk és oktatásügyünk fejlődésére. A keleti blokkból még Lengyelország volt az IEA tagja, de a lengyelek felmérési adatokat sokáig nem közöltek, nem közölhettek(?). Az IEA kooperáció sokféle hatását mérlegelve talán a legtalálékosabban azt mondhatjuk, hogy az adott viszonyok közt az IEA kapcsolat „ablakot nyitott” Európára, lehetőséget adott a fejlett országok oktatásügyének és oktatáskutatásának a tanulmányozására, megismerésére. Az „ablakon”, ezen a viszonylag szűk részen át új eszmék, nézetek, politikák és kutatási módszerek áramlottak be kissé dohos léteünkbe. Magyarországon ekkor az empirikus oktatáskutatás, a survey technika gyakorlatilag még ismeretlen volt. Igaz, az oktatáspolitikának sem volt igénye objektív adatokra. A szociológiában és a pszichológiában ekkor már kezdett elterjedni a pozitivisták kutatásmódszertan, és ezek a diszciplínák tudományos autonómiájuk megteremtésében is elől jártak. Ez a neveléstudománynak akkor még nem sikerülhetett, hiszen a pártállami körülmé-

nyek közt szélsőségesen erős ideológiai hatás érvényesült az oktatásban. A pedagógiát, az akkor szokásos besorolás szerint történeti és filozófiai diszciplínának tekintették. Az IEA felmérések váratlan kihívást jelentettek az ideologikus pedagógiának. Ekkortól vált lehetővé az oktatás inputja, folyamatai és outputja, valamint az oktatás társadalmi környezete közti bonyolult hatások empirikus vizsgálata. Az IEA kooperációnak, a mi szempontunkból, talán ez volt a legfontosabb következménye.

Év	Kulturális terület	Populáció	Külföldi publikáció	Hazai publikáció
1970	FISS: Első Nemzetközi Természettudományi Tanulmány	4-5 8-9 12	Comber-Keeves, 1973	Báthory, 1974, 1979a
1970	Olvásásmegértés	4-5 8-9 12	Thorndike, 1973	Kádárné, 1979b
1971	Angol mint idegen nyelv	12	Lewis-Massad, 1975	Kádárné, 1979c
1980	Matematika	8, 12	Robitaille et al., 1989	Radtárné, 1983
1982	Ösztálytani környezeti nevelés	6	Anderson et al., 1989	Jóó, 1984
1983	SISS: Második Nemzetközi Term. tud. tanulmány + jártassága term. tud. folyamatokban (hat ország-beli áttekintés)	8, 12	Postlethwaite-Wiley, 1991	Vári, 1988
1983	Fogalmazás	8, 12	Gorman et al., 1988	Kádárné, 1990b
1989	Számítógépes műveltség	12	Pelgrum-Plomp, 1991	Vári, 1991
1991	Olvásás	3, 8	Elley, 1992	Nagy A., 1996
1996	TDMSS: Harmadik Nemzetközi term. tud. tanulmány és matematika	3-4 7-8 10-12	Beaton et al., 1996	Vári-Krolopp, 1997

1991 IAEF: Az Oktatás haladásának nemzetközi felmérése

1. táblázat
IEA értékelés Magyarországon

Magyarországon akkor a nemzetközi összehasonlítás – ha egyáltalán létezett – leíró jellegű volt. A komparatiztika alig terjedt ki az értékek, a folyamatok elemzésére és szinte egyáltalán nem az eredmények elemző összevetésére. Az „egymástól tanulás” igénye is átideologizálódott, amennyiben a keleti blokk országaira korlátozódott. (Talán érdemes itt röviden megemlíteni, hogy a hetvenes évek közepén kísérlet történt egy „szocialista IEA” létrehozására, de a projekt a politika ellenállása miatt rövidesen zátonyra futott.) Az oktatáspolitikai nem is nagyon igényelte a mélyebb összefüggések összehasonlító megközelítését, hiszen abban a meggyőződésben élt, hogy a helyesen kitűzött célok („szocialista

embertípus”) és a központilag szervezett oktatás (tanterv, tankönyvek, irányítás) a lehető legjobb eredményre vezetnek. Ebbéli hitében nem tűrte a kutatók szkeptikus kritikáját.

Az IEA kooperáció másik fontos hatásaként a nyolcvanas évek közepén létrejött egy hazai, a tanulási teljesítményeket követő értékelési rendszer, a Monitor felmérések rendszere. A Monitor keretében a tanulás szempontjából alapvető kompetenciák (olvasásmegértés, matematika, számítástechnika és néhány kognitív képesség) rendszeres és ciklikus felmérésére került sor az oktatási rendszer meghatározó jelentőségű évfolyamaiban (4., 8., 10., 12.)

Az első nemzetközi természettudományos felmérés (FISS, 1970) meglepő eredménnyel zárult: az ország-átlagok közt megállapított rangsorok alapján a magyar tanulók mind a három vizsgált tanulói populációban a nemzetközi átlag feletti, de a 14 évesek populációjában (8. és 9. évfolyam) kiemelkedően jó teljesítményeket értek el. A hasonló életkorú és hasonlóan iskolázott japán tanulók után a második rangsorhelyre kerültek (2. táblázat). Némileg lehűtötte azonban a kedélyeket, hogy az ugyanakkor, ugyanazon tanulókkal lebonyolított olvasásmegértés felmérés közepesnek is alig mondható, gyenge eredményeket mutatott ki. Az egyik szemünk sírt, a másik nevetett. A természettudományos és az olvasás felmérés ellentmondásos eredményére sokféle magyarázat született, de azért a kellő alaposággal ma sem értjük, hogy miként tudták gyenge olvasási képességgel a tanulók a természettudományos tesztek jó színvonalon megoldani? Az első IEA felmérés hatására az olvasástanítás és a kommunikációs képességek fejlesztése terén komoly kezdeményezések történtek. Sajnos ugyanezt nem mondhatjuk el a természettudományos nevelésről, pedig ott is lett volna fejlesztési feladat elég.

Ország	Átlag	S. d.
Japán	31,2	14,8
Magyarország	29,1	12,7
Ausztrália	24,6	13,4
Új-Zéland	24,2	12,9
Németország	23,7	11,5
Svédország	21,7	11,7
USA	21,6	11,6
Skócia	21,4	14,2
Nagy-Britannia	21,3	14,1
Belgium (FI)	21,2	9,2
Finnország	20,5	10,6
Olaszország	18,5	10,2
Hollandia	17,8	10,0
Belgium	15,4	8,5

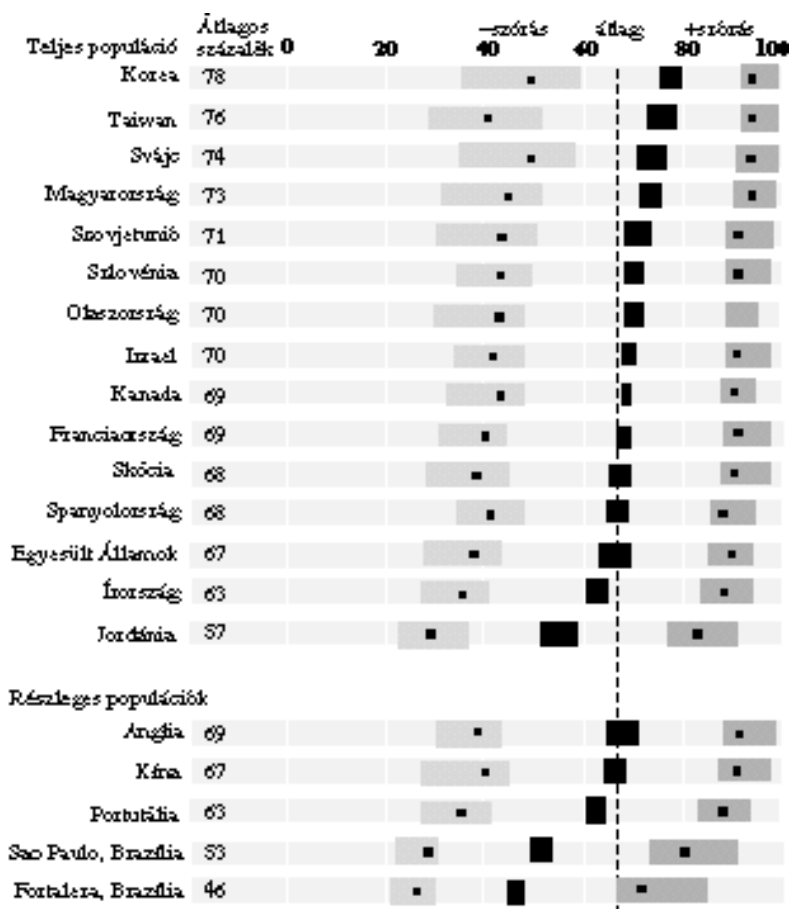
2. táblázat
FISS, 1970,

Ország	Átlag	S. d.
Magyarország	70,7	15,1
Japán	66,8	16,1
Hollandia	63,7	16,1
Kanada (B)	61,6	14,9
Korea	61,0	15,3
Finnország	60,3	13,9
Svédország (8.)	60,3	16,0
Kína	60,0	15,0
Olaszország (9.)	59,8	14,9
Lengyelország	59,8	14,9
Norvégia	59,3	14,7
Ausztrália	58,8	16,0
Kanada (F)	58,5	13,5
Irak	58,5	17,0

3. táblázat
SISS, 1983,

A FISS-ben elért eredményeket 13 évvel később a SISS vizsgálat (1983) megerősítette: mind a három vizsgált tanulói populációban igen jó eredményeket értek el tanulóink. A 14 évesek (8. évfolyam) pedig a rangsorban megelőzték a japán tanulókat, és az első helyre kerültek (3. táblázat). Erre már a minisztérium, a tömegkommunikáció és a sajtó is felfigyelt. Ekkortól születtek a „győzelmi jelentés” típusú lelkes hangú híradások és kommentátorok. (Az olvasásmegértés gyenge eredményeit a hivatalos körök feledni látszottak.) És ami még súlyosabb konzekvenciákkal járt: a természettudományos nevelés néhány tény-

leg elismerésre méltó eredményét kezdték általánosítani. Először csak a reáliák és a matematika tanítására terjesztették ki a jó híreket (aminek még volt valamilyen alapja), majd az egész oktatásügyre. A hivatalos oktatáspolitikai és a média lelkesedését tovább fokozta, hogy a nemzetközi diák olimpiákon (matematika, fizika, kémia, számítástechnika) néhány elit gimnáziumban tanuló diákunk – a keleti blokk más országaihoz hasonlóan – meglehetősen jól szerepelt és ezzel elismerést vívott ki hazájának. (Az 1990–1995 közötti években a magyar csapatok által megszerzett átlagos rangsorhelyek így alakultak: kémia 5,6, matematika 6,4, informatika 6,5, fizika 7,8 – Jelentés... 1995, 264. old.) A tömegoktatás és az elit oktatás teljesítményei – úgy tűnt – egybecsengtek, egymást erősítették.



4. táblázat
IAEP: a pontarányoknak megfelelő százalékos eloszlás

A teljes történethez tartozik, hogy az IAEP felmérés – bár hozott meglepetéseket – lényegesen nem módosította a magyar természettudományos nevelésről kialakult képet, annak ellenére, hogy az IAEP-ben több olyan ország vett részt, amelyek nem voltak tagjai az IEA Társaságnak (4. táblázat). A sort a TIMSS (1995) zárja. A magyar tanulók valamivel lejjebb csúsztak a rangsorban, de még így sem cáfolták rá az előző három vizsgálat eredményeire (5. táblázat).

Ország	Átlag	Elkötelező iskolák aránya	Átlag- százalék	A természettudományi tárgyak teljesítményének pontosított értéke
Szingapúr	607 (3,3)	*	145	
Csehország	574 (4,3)	*	144	
Japán	571 (1,6)	*	144	
Korea	565 (1,5)	*	142	
Magyarország	554 (2,8)	*	143	
Anglia	552 (3,3)	*	141	
Belgium	550 (4,2)	*	141	
Slovákia	544 (3,2)	*	143	
Oroszország	538 (4,0)	1 vagy *	140	
Izrael	538 (4,2)	*	144	
Svédország	535 (3,0)	7	138	
Egyesült Államok	534 (4,7)	*	142	
Kanada	531 (2,3)	*	141	
Norvégia	527 (1,5)	7	138	
Új-Zéland	525 (4,4)	85-85	14	
Hong Kong	523 (4,7)	*	142	
Svéd	522 (2,3)	1 vagy *	142	
Spanyolország	517 (1,7)	*	143	
Franciaország	498 (2,3)	*	143	
Island	494 (4,0)	*	136	
Litvánia	485 (2,7)	*	143	
Portugália	480 (2,3)	*	145	
Litvánia	476 (3,4)	*	143	
Irán	470 (2,4)	*	146	
Ciprus	463 (1,5)	*	137	

5. táblázat

TIMSS: a természettudományi tárgyak teljesítményének eloszlása a felsőbb osztályokban

A magyar természettudományos nevelés eredményességének okait kutatva, többféle irányból, többféle magyarázat látott napvilágot. A diák olimpiákon elért sikereket és az IEA felmérések eredményeit egyesek a régió, a Bécs–Prága–Budapest háromszög kulturális hagyományaival, és a két világháború közötti néhány, valóban kiemelkedő színvonalú budapesti elit gimnázium hatásával magyarázták. *Marx György*, az iskola világa iránt érdeklődő, neves fizika professzor könyvet írt a Marslakókról (1997), azokról a hazánkfiakról, akik Budapesten jártak középiskolába, de az akkori politika fenyegetései elől emigrálni kényszerültek, és később az USA állampolgáraiként nyertek el magas tudományos kvalifikációkat – többen közülük Nobel-díjat. Azt is feltételezték, hogy a pártállami években sok jó képességű fiatal ember a túlideologizált bölcsész szakok helyett a természettudományos tanulmányokat választotta, aminek következtében a természettudományok intellektuális potenciálja feldúsult. Ezek érdekes szellemi tudományi magyarázatok, amelyek egyértelműen arra utalnak, hogy az oktatás értékelésében társadalmi és kulturális okok is felmerülhetnek. A további kutatások ebben az irányban ugyancsak indokoltak lennének.

A nemzetközi természettudományos felmérésekben elért jó, helyenként kiváló tanulási teljesítményeket három pedagógiai oknak tulajdoníthatjuk: a természettudományos nevelés kiemelt fontosságának a szocialista pártállamban; a centralizált oktatásüggynek, ezen belül a szélsőségesen centralizált tantervpolitikának; a magyar tudósok és főként a természettudósok egy jelentős részének az iskola iránti elkötelezettségével.

A pártállami évtizedekben, különösen a korszak elején, a „klasszikus” vagy „humanista” műveltség iskolai pozíciói jelentős mértékben veszítettek korábbi jelentőségükből, aminek a következményeként az ezekre a tantárgyakra szánt tanítási idő csökkent a tantervben. Viszont a matematikai és a természettudományos műveltség társadalmi jelentősége növekedett, ami együtt járt a tanítási idő növekedésével. Mint ismeretes, a kelet-európai térség hivatalos világnézete ekkor a marxizmus-leninizmus lett, és a hivatalos érvelés szerint a „szocializmus építése” magas színvonalú természettudományos és technikai műveltséget tételez fel. Az 1978-ban kiadott, majd fokozatosan bevezetett új központi tanterv, mely kötelező érvényű volt az iskolák és a tanárok számára, a világnézeti és a politikai prioritásoknak megfelelően magas óraszámot írt elő a természettudományos tantárgyak részére. Az 1–12. évfolyamokon, az évfolyamok növekvő rendjében, a tanítási idő

10–20 százalékát kellett természettudományos nevelésre fordítani. A nyolcadik évfolyamon, mely az általános iskola záró évfolyama, és a mindenkinek szóló általános művelés végpontja volt akkor, a tanítási idő 22 százalékát kellett a fizika, kémia és a biológia oktatására fordítani. (Ez nemzetközi összehasonlításban is sok idő.)

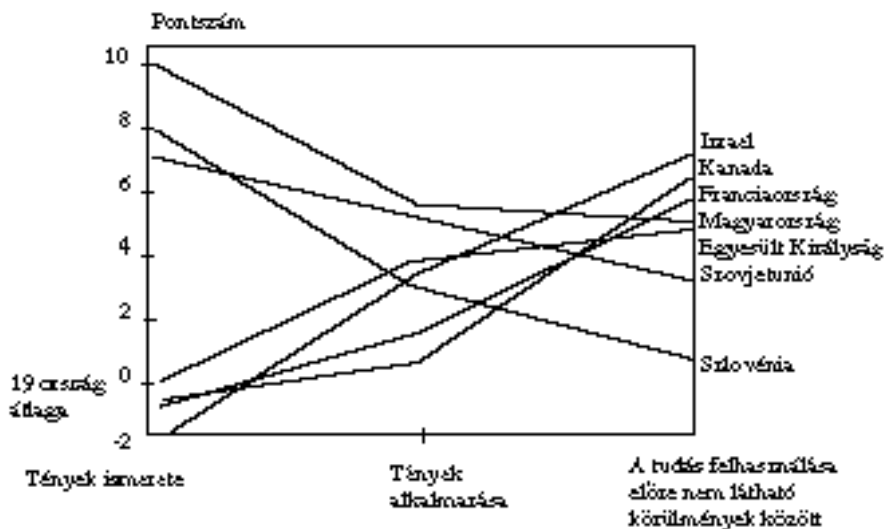
Az IEA adatok interpretálásában, kezdettől fogva, helyet kapott a centralizáció, illetve decentralizáció dilemmája. Feltűnt, hogy a japán, a magyar, az ázsiai „kis tigris” országok, és később már a TIMSS-ben a többi egykori keleti blokk ország tanulóinak átlag eredményei rendre az ország-rangsorok elején vagy legalábbis az első felében helyezkedtek el. Így, az IEA adatokkal, viszonylag könnyűszerrel bizonyíthatóvá vált az oktatási centralizáció hatékonysága. Magyarország a hatvanas és a hetvenes években még a szélsőségesen centralizált országok közé tartozott. Szeretném ezen a ponton világossá tenni: nem hiszem, hogy az oktatási centralizációnak ez a tényleges vagy látszólagos előnye megkérdőjelezhetné a decentralizáció előnyeit. Két, egymástól különböző értékrend nem vethető össze csupán az oktatási output egy-két változója mentén. De hát ezt még akkor a hivatalos oktatáspolitikai képviselői, és több kutató is, nem így látta. És előfordulhat, hogy ma – a magyar politika konzervatív fordulata (1998) után – néhány oktatáspolitikus ezekben az IEA eredményekben ismét a centralizáció előnyeit véli majd felfedezni.

A természettudományos műveltség politikai eredetű előnyhelyzetét felismerve és némi- leg kihasználva, a korszak több tudósa (és különösen természettudósa) érdeklődéssel fordult az iskola világa felé. Kezdeményezői voltak a hetvenes évek közepén az iskolai műveltség egy új megközelítésének, integrált természettudományos és társadalomtudományi curriculumokat terveztek, iskolai tantárgyi kísérletekbe kezdtek (vö. MTA-EKB „fehér” könyv, 1976). A természettudományos oktatás terén, ebben a korszakban, az átlagos színvonalat meghaladó tankönyvek és programok készültek. Művük azonban – legalábbis rövid távon – nem bizonyult maradandónak. A korszak konzervatívizmusa minden újszerű kezdeményezést maga alá gyűrt.

A nemzetközi természettudományos felmérések azonban nemcsak a jó, helyenként kiváló tanulási teljesítményeket hozták felszínre, hanem a hibákat, az oktatás gyengeségeit, a problémákat is.

Az IEA vizsgálatokban – ez az általános gyakorlat – az adatokat egyrészt leíró statisztikai módszerekkel (például rangsorok elemzése), másrészt két- és sokváltozós matematikai statisztikai módszerekkel (például regresszió-analízisek, Rasch-elemzések) értékelik. Nagy előny, hogy például a regresszió-analízisek különböző IEA vizsgálatok összehasonlítását is lehetővé teszik. Az eredmények népszerűsítésében, terjesztésében mégis túlzott szerep jutott a rangsorelemzésnek. Ez részben érthető, hiszen a rangsor könnyen értékelhető: aki előttünk van, az jobb, aki mögöttünk, az gyengébb. De ugyanakkor felszínessé is teszi az interpretációt, hiszen a mindenkori rangsor nemcsak a valóságos teljesítményen múlik (azon is), de attól is függ, hogy milyen országok jelennek meg a mezőnyben. A rangsorelemzési módszer korlátozott érvényességével függ össze, hogy szakmai körökben sokan az IEA-t csupán szellemi olimpiásznak tekintik. Vagyis úgy vélik, hogy nem alkalmas az oktatási rendszerek hatékonyságának értékelésére, amire pedig az IEA tevékenysége valójában irányul. A magyarok mentségére legyen mondvá, hogy az IEA mezőnyben, egészen a TIMSS-ig, előttünk és mögöttünk nálunk majdnem mindig gazdagabb és fejlettebb országok „futottak” még. Amikor később a TIMSS-ben megjelent néhány, korábban a keleti blokkhoz tartozó más ország (Cseh Köztársaság, Szlovákia, Oroszország, Szlovénia stb.), a magyar tanulók rangsor helyei lassan hátrább sorolódtak. Jött a többi, centralizált oktatási hagyományokkal rendelkező kelet-európai ország! A mai napig nincs érvényes magyarázat arra, hogy mi történt 25 év távlatában (1970–1995)? – Vajon egyszerűen csak a mezőny változott meg, vagy – ami nem zárható ki – már érezteti hatását a demokratikus rendszerváltozás és az oktatás-ügy decentralizációja? Vagy, és részünkről ezt tartjuk a legvalószínűbbnek, a természettudományos nevelés megújításának elmaradása most kezdi megbosszulni magát.

A magyar oktatáskutatók már az első IEA felmérés után, tehát a hetvenes évek közepétől, rendre felsorolták és hangoztatták a magyar tanulók természettudományi ismereteinek a gyenge oldalait. A mélyebb statisztikai elemzések világosan jelezték, hogy a magyar tanulók relatíve gyengék a magasabb rendű értelmi műveletek megoldásában; a gyakorlati készségeket és képességeket feltételező feladatok megoldásában; a természettudomány társadalmi jelentőségének értelmezésében. Azt is szóvá tették, hogy a magyar természettudományos oktatás, eltérően a fejlett – főként az angolszász – országokban meghonosodott gyakorlattól, az oktatás egész vertikumában a teoretikus ismeretekre helyezi a hangsúlyt, nem irányul kellőképpen mindennapos természettudományos problémák és gyakorlati helyzetek megértésére. A TIMSS vizsgálatokban még tündöklő tanulói populációk egy másik, de hasonló mintájában (7. osztályos általános iskolások és 11. évfolyamba járó középiskolások) igen gyenge válaszok születtek olyan gyakorlatias kérdésekre, mint például: „Miért izzadunk, amikor melegünk van?” vagy „Hideg időben miért látszik a leheletünk?” (Csapó, B. Németh, Korom, 1998). A scientific literacy (Klopfer, 1991) követelményrendszerét reprezentáló 35 nyitott kérdést a 13 évesek átlagosan 30,3% pont-ra, míg a 11. évfolyamba járók is csak 55,7% pontra oldották meg.

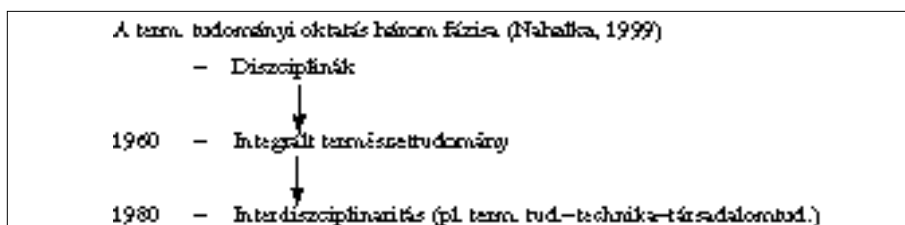


1. ábra
Posztkommunista, illetve fejlett demokráciában élő gyermekek
természettudományi teszt teljesítménye

A gondolkodásfejlesztés problémájának pedagógiai, sőt társadalmi–kulturális összefüggéseire mutat rá az IAEP vizsgálat (1991) egyik érdekes részeredménye (1. ábra). A vizsgálatban résztvevő országokat politikai rendszerük szerint két csoportba osztották: demokratikus és posztkommunista országokra. A tesztitemeket pedig aszerint, hogy egyszerű vagy bonyolult értelmi műveleteket tételeznek fel a megoldó részéről. Az ábra világosan mutatja, hogy a feladat-megoldás kognitív jellege eltérő mintázatot mutat a különböző politikai berendezkedésű és hagyományú országokban (IAEP, 1992).

A magyar természettudományos nevelés egyik, talán legakutabb problémája – az oktatás teoretikus jellege mellett – a tanítás–tanulás hagyományos diszciplináris rendszere (fizika, kémia, biológia, földrajz). Az általános iskolai és a középiskolai tanárokat mind a mai napig e rendszernek megfelelően képezik. A közoktatási rendszerben a kezdő négy évfolyamtól eltekintve nincs, szinte teljesen hiányzik a természettudományi tantárgyak közti integrációra

törekvés. A diszciplináris, illetve integrált oktatás dilemmája pedig nem új nálunk, hiszen az már – mint említettük – a hetvenes években felmerült, a kutatók iskolai kísérleteket is kezdeményeztek, ennek ellenére az integrált természettudományos oktatás meghonosítása terén maradandó eredményt mindez ideig nem sikerült elérni. Ahogy Csányi Vilmos, etológus akadémikus egy nemrég megjelent nyilatkozatában mondja: „Magyarországon is az jelenti a fő problémát, hogy nem képezünk science-t tanítani képes tanárt, az egyetemeken megmaradt a hagyományos diszciplinák szerinti képzés... Az egyetemeken is kevés olyan szakember van, aki képes lenne a science-tanárok képzésének a megindítására” (Csányi, 1999). Azt áttörés sajnos akkor sem következett be, amikor a kilencvenes évek közepén egyszeri lehetőség nyílt a tanterv-politika decentralizálására, és ezzel összefüggésben hatévi vita után a kormány kiadta a Nemzeti Alaptantervet (1995). A konfliktusok kerülése, az amúgy is sok konfliktus csökkentése érdekében akkor nem erőltettük a természettudományos tantárgyak integrációját. Beértük egy, az integrációra utaló címmel (Ember és természet), a természetismeret tantárgy meghosszabbításával a 6. évfolyam végéig, a biológia és az egészségtan integráció jelzésével, és néhány, az általánosság szintjén mozgó utalással az integráció lehetőségeire. De a tantárgyi rendszerben szinte minden maradt a régiben. Lényegében igaza van Nahalka Istvámnak, amikor azt állítja, hogy válságban van a magyar természettudományos nevelés (Nahalka, 1999). És akkor nem említettük meg a fejlett világban most zajló, a természettudományos nevelés újabb paradigma-váltását, az integrált science-től a természettudományi és társadalomtudományi problémákat ötvöző interdiszciplináris műveltségfelfogáshoz, amelyen például a STS program (science–technology–society) (6. táblázat).



6. táblázat

A magyar természettudományos nevelés – nemzetközi felmérések tanúsága szerint – hosszú időn át egymást követő felmérések rendre megerősítették ezt a konklúziót. A média felkapta a jó hírt, a hivatalos oktatáspolitikai pedig saját irányának helyességét olvasta ki a kutatási jelentésekből. (A részletes jelentéseket nem olvasták el.) Viszonylag kevés figyelmet kaptak a felmérések belső ellentmondásai (az egymásnak ellentmondó természettudományos és olvasásteljesítmények), valamint a természettudományos felmérésekben kimutatott és állandónak mutakozó problémák. A természettudományos nevelés értékelésére szofisztikált rendszer alakult ki, és az jó színvonalon működik is, de a természettudományos nevelés koncepcionális és módszertani megújulását kikényszeríteni azért mégsem volt képes. A koncepcionális és módszertani megújulás pedig éppen a kiváló tanulási teljesítményekre való hivatkozással elmaradt. E tekintetben a kilencvenes évek végére éles ellentmondás alakult ki a közvélekedésben és a hivatalos minisztériumi állásfoglalásokban azonban tovább tartotta magát a magyar természettudományos nevelés – majd általában a magyar közoktatás – eredményességének a hiedelme. Ez mára olyan mértéket öltött, hogy az 1994-ben megindult közoktatási modernizáció ellenzőinek az egyik legfőbb érve szerint nincs is szükség modernizációra, hiszen oktatási rendszerünk hatékony. Ilyen módon Magyarországon az IEA science story – eredeti céljaival ellentétben – a konzervatív, restaurációra törekvő erők érvrendszerének a részévé vált.

Irodalom

- BÁTHORY ZOLTÁN: *Tanulók, iskolák – különbségek*. Okker, Bp., 1997. Vö. 252. oldalon az IEA science vizsgálatok nemzetközi és hazai publikációit.
- COLEMAN, J. S. ET AL: *Equality of Educational Opportunity*. US Government Printing Office, Washington D. C., 1966.
- CSÁNYI VILMOS: *Megmutatni, hogyan működik a tudomány. Beszélgetés Csányi Vilmos akadémikussal*. (Schüttler Tamás) Új Pedagógiai Szemle, 1999. 5.
- CSAPÓ BENŐ: *Az iskolai tudás vizsgálatának elméleti keretei és módszerei*. In: CSAPÓ BENŐ (szerk.): *Az iskolai tudás*. Osiris, Bp., 1998.
- IAEP: *Learning Science*. Educational Testing Service, 1992.
- Jelentés a magyar közoktatásról*. Szerk.: HALÁSZ GÁBOR, LANNERT JUDIT. OKI, Bp., 1996.
- KLOPFER, L. E.: *Scientific Literacy*. In: *The International Encyclopedia of curriculum* (ed. A. Lewy). Pergamon Press, Oxford, 1991. 947–948. old.
- KOROM ERZSÉBET: *Az iskolai és a hétköznapi tudás ellentmondásai: a természettudományos tévképzetek*. In: CSAPÓ BENŐ (szerk.): *Az iskolai tudás*. Osiris, Bp., 1998.
- A Magyar Tudományos Akadémia állásfoglalásai és ajánlásai a távlati műveltség tartalmára és az iskolai nevelőtevékenység fejlesztésére* (a „fehér” könyv). MTA, Bp., 1976.
- MARX, GEORGE: *The Voice of the Martians*. Akadémiai Kiadó, Bp., 1997.
- NAHALKA ISTVÁN: *Válságban a magyar természettudományos nevelés*. Új Pedagógiai Szemle, 1999. 5.
- B. NÉMETH MÁRIA: *Iskolai és hasznosítható tudás: a természettudományos ismeretek alkalmazása*. In: CSAPÓ BENŐ (szerk.): *Az iskolai tudás*. Osiris, Bp., 1998.
- Nemzeti Alaptanterv: Ember és természet*. MKM, Bp., 1995.

A természettudomány tanításának új erkölcsi feladatai

A korábbi évezredekben, évszázadokban a szociális és technikai fejlődés lassú és néhány generáción keresztül észrevehető volt.

Az ókori tudósok az öreg és bölcs klasszikus írókat olvasták és értelmezték. A birodalmi dinasztiák Isten kegyelméből „örök érvényű” birodalmakon uralkodtak. Az uralkodók és hívők legfőbb célja a halhatatlanság volt. Az idő - akkor úgy tűnt - nem telik.

Ebben a korban az emberek örök érvényű modelleket gyártottak, hogy megérthessék azt a világot, amelyben élnek. Az ember modellje a szobor volt. Az időtálló művészeti ágak – a szobrászat és az építészet – az örökkévalóság megvalósítása iránti vágyat fejezték ki. Az időtálló természettudományokat, mint a geometriát és a merev testek statikáját, az emberi környezetben való tájékozódásra fejlesztették ki. A mozgás törvényen kívüli volt, a változást veszedelmesnek tekintették, az időt pedig egy olyan kellemetlen fogalomnak, amelyet ki kellett küszöbölni a világ sorából. A szakmát a szülőket utánóztatva sajátították el. A fiatalok számára az apa volt a legfőbb tekintély. Az erkölcsi törvényeket márványba vésték.

Galilei azonban kimondta: „Eppur si muove!”, s 500 évvel ezelőtt a változás érzékelhetővé vált. Kolumbusz felfedezte az Új Világot. A barokk ízlésnek megfelelően a mozgás már gyönyörű. A korszakra jellemző művészeti ágak, a zene és a színház, az Új Kor szellemét fejezték ki. A változás divatossá vált: Marx osztályharcokról és forradalmakról írt, Toynbee új határok szükségességét hangsúlyozta. Még az egyház reformációja is bekövetkezett. A newtoni dinamika és a darwini evolúció vette át az időtálló természettudományok helyét. A gőzgép új modellként szolgált az embernek, amint az üzemanyagot mozgássá alakította. A gépek készítéséhez szükséges szén és acél fontosabbá vált az aranynál és a márványnál is. Az arkhimédészi statikus erő helyett az energia lett a központi fogalom, a háborúk nem az aranyért, hanem az olajért törtek ki.

Az ipari forradalom mozgásba hozta a társadalmat: az emberek a farmokról a gyárakba mentek, a falvakból a városokba. Az apák utánzása és tisztelete nem volt elegendő többé. A társadalom feltalálta az iskolát, ahol naprakész tudást tanítottak. Így a felnövekvő új nemzedék szemében az apa helyett a tanár lett az új tekintély. Az idő, amely a gőzgép (Watt, 1765) és a gőzmozdony (Stephenson, 1825) feltalálása, az elektromágneses indukció felfedezése (Faraday, 1831) és a váltakozó áram energia továbbítására való felhasználása (Zipernowsky, 1885), a telegráf (Morse, 1821) és a lakossági telefonközpont kifejlesztése (Puskás, 1879) között eltelt két generációt ölelt fel, alkalmat adva az iskoláknak arra, hogy az új tudományos és technikai elképzeléseket beviessék az osztálytermekbe, a fiatal generáció gondolkodásába.

Az iskolai oktatás kötelezővé vált. Az iskolai órarendek azonban a tizenkilencedik századhoz ragaszkodtak. Mechanikát, geometriai optikát, elektromos áramot tanítottak fizikából, kémiai elemek összetételét (oxidáció és redukció) kémiából, változatlan biológiai fajokat és azok anyagcseréjét biológiából. A természettudományokat tanító tanárok nem beszéltek etikáról és szépségről, így a humanista és a nemzeti erkölcs a művészet, az irodalom és a történelem tanáraira maradt. A feladatok ilyen megosztása kétséges eredménnyel járt. Arthur Koestler szerint: „A közelmúltban több embert öltek meg ideológiai (nemzeti, faji, vallási) okok miatt, mint anyagi javakért.”

Aztán beköszöntött a huszadik század és nagyon eltért a korábbi évszázadoktól. A modern természettudomány és utódai, a fejlett technika felgyorsították a fejlődés ütemét évszázadokról évtizedekre. Az elektronok és a rádióhullámok a fejlődés fontosabb eszközeivé váltak, mint az arany vagy az acél. A nyers erő vagy a tárolt energia helyett az összegyűjtött információ adta meg az ipari termékek értékét. (És ennek negatív aspektusa, az entrópia a folyamatosan növekvő rendetlenséget és szennyezést mutatta.)

Felfedezték a neutron (Chadwick, 1932) és két éven belül a neutron láncreakció szabadalmaztatva lett (Szilárd, 1934); az atomreaktor működni kezdett (Chicago, 1942, Obninsk, 1946) és az atombombák felrobbantak (Hiroshima és Nagaszaki, 1945).

A kvantummechanikával a szilárdtestek szerkezetét magyarázták (Wigner, 1942) és nagyon rövid időn belül feltalálták a tranzisztort (Bardeen, Wigner tanítványa, 1947); aztán a hordozható tranzisztoros rádiók a világ híreit otthonainkba hozták és nemzeti forradalmakat gerjesztettek még az írástudatlan beduinok között is, akik az újságokból nem tájékozódhattak.

*Mechanikát, geometriai optikát,
elektromos áramot tanítottak fizikából,
kémiai elemek összetételét (oxidáció és
redukció) kémiából, változatlan
biológiai fajokat és azok anyagcseréjét
biológiából. A természettudományokat
tanító tanárok nem beszéltek etikáról
és szépségről, így a humanista
és a nemzeti erkölcs a művészet,
az irodalom és a történelem tanáraitra
maradt. A feladatok ilyen megosztása
kétséges eredménnyel járt.*

Az elektronikus számítógépeket (Von Neumann, 1940-es évek vége) az e-mail követte (Kemeny, az 1960-as évek eleje). Napjainkban már a szórakozás, a politika, a művészet, az üzlet a TV-n és az e-mailen keresztül a fény sebességét megközelítve jut el hozzánk.

Mindezen változások egyetlen emberöltő alatt következtek be! Nem csoda tehát, hogy a szülők és tanárok tisztelete lecsökkent. Elszökött gyerekek, magányos idősök, a hagyományos társadalmi rendszer ellen tüntető utcai graffitik, a vandalizmus, a terrorizmus és az értelmetlen iskolai gyilkosságok mind annak a konfliktusnak a megnyilvánulásai, amely a nyugati fiatalok szemében a tradicionális nevelés és a gyorsan változó technikai valóság között feszül: „Állítsátok meg a világot, ki akarok szállni belőle!”

A média, a politikusok és konzervatív népmozgalmak megdöbbenve vették tudomásul azt, hogy a nemlineáris fizika, a kvantummechanika, a molekuláris genetika, a nukleáris technika váratlanul betört a hétköznapiakba.

A nemzeti erkölcsöt a sugárhajtású repülőgépek, a műholdas TV, az atomfegyverek, a ballisztikus rakéták befolyásolják. A szénerőművek által okozott savanyú eső kipusztítja a környező országok fenyőerdeit, új feszültségeket teremtve nemzetek között.

Az egész világra vonatkozó erkölcs komoly kérdéseket állít manapság a fejlett országok elé. A CO₂ – amely a nehéziparból, az erőművekből, a szállításból, fosszilis üzemanyagok elégetéséből származik – felhalmozódik a légkörben és az éghajlat általános felmelegedését okozza. A túlzott párologtatás eredménye heves légmozgások és erdőtüzek a trópusokon, a víz globális körmozgásának megnövekedése és egyre nagyobb hőföldre terület északon, nagyobb hőmérséklet-ingadozások a mérsékelt égövben, ebből következően hurrikánok és árvizek az egész világon. Vajon egy nagy teljesítményű autó tulajdonosa érzi-e a felelősségét, amikor az árvizek ártatlan kisgyermekeket ölnek meg a messzi Bangladesben?

A szülői erkölcsnek megfelelően etetjük és tanítjuk gyermekeinket. De használunk hidrofluor-karbonokat is, mint például a freon a légkondicionálókban és a hűtőszekrényekben. Amikor ezek a molekulák kiszabadulnak, száz évig is megtalálhatók a légkörben, évtize-

dek alatt átjutnak a sztratoszférába és kilyukasztják az ózonpajzsot. Így az a freon, amit az 1960-as években a szülők használtak el, a napozó tizenévesekre nézve káros ultraibolya-sugárzást eredményezett az 1980-as években, ami ma, az 1990-es években abban nyilvánul meg, hogy a bőrrákos megbetegedések száma a huszonévesek körében megháromszorozódott. A légkör sorsa nem érdekli sem a politikusokat (akik csak a következő választásokra gondolnak), sem az üzletembereket (akik csak a költségvetési év végéig számolnak). Csakis a gyerekeket nevelő szülőknek és diákokat tanító tanároknak lényeges ez a kérdés.

A szexuális erkölcsöt sokkal nyíltabban befolyásolta a fogamzásgátló tabletta és aztán az AIDS terjedésének veszélye, mint bármilyen írott szabály.

A humanista erkölcs az egyén szabadságát hívatott figyelembe venni. Egy bárány sikeres klónozása – vagyis másolása –, Dolly megszületése heves támadásokat váltott ki a „humanistákból”, akik irodalmon és történelmen nevelkedtek, nem pedig molekuláris genetikán. A 21. század első nagy természettudományos vállalkozása a Human Genome Project (Emberi Genetikai Terv). Gondolkodjunk erről egy kicsit: ha mindenki ismeri saját genetikai ujjlenyomatát, fel tud készülni arra, hogy elkerülje azokat a speciális betegségeket, melyek megrövidíthetik az életét. Ez eddig nagyon jó, de ha a biztosító társaságok megtudják, hogy klienseiknek genetikai szempontból milyenek a kilátásaik, fel is emelhetik az életbiztosítás díját. Lehet, hogy fiaink és lányaink majd úgy választanak társat maguknak, hogy először egymás génjeit ellenőrzik? Lehet, hogy a még meg nem született kisbabákat majd mesterségesen eltávolítják, ha a génjeik nem felelnek meg az édesanyjuknak, ezzel a biológiai sokféleséget megszüntetve? De vajon ki mondhatja meg, hogy mi a jó vagy mi a rossz?

A humán tárgyakat tanító tanárok nincsenek felkészülve ezen új morális kérdések megvitatására, ők nem ezekre vannak felkészülve. Például az irodalomtanárt múlt századi regények elemzésére készítették fel; kevésbé felkészült a tegnap esti TV show művészeti értékének megvitatására, még kevésbé arra, hogy megtanítsa az interneten való esztétikai és erkölcsi szempontok szerinti tájékozódást. A történelemtanárok jobban otthon vannak a 18. és a 19. században, mint a 20. és az eljövendő 21. században. Így a természettudományos oktatásnak kell felvállalnia azt a felelősséget, hogy a 21. század polgárainak erkölcsi nevelést nyújtson. De ahogy már említettük: az iskolai tantervet a 19. században állították össze és rögzítették.

Tehát miről tanuljunk?

- A matematikában: törtek összeadásáról vagy számítógépes nyelvről?
- A fizikában: a lejtő törvényszerűségeiről vagy az ózonlyukról?
- A kémiában: a kénsav előállításáról vagy a savanyú esőről?
- A biológiában: az oroszlánról vagy az AIDS-ről?
- A földtudományokban: nemzeti parkokról vagy az éghajlatváltozásokról?

Az iskolai örökség szerint az elsőt kellene választanunk, azonban az újságolvasó és TV-néző diákokat valószínűleg jobban érdekelné a második választás. A matematika a világ időtálló modelljét tanítja. A történelem múlt időben van: jól elmagyarázza, hogy az események miért történtek meg. A földrajz jelen időben van: jól megtanítja, hogy hol vannak az országok jelenlegi országhatárai és fővárosai. A fizika jövő időben van: célja előre jelezni bizonyos dolgok bekövetkezését. Ez az, ami miatt a természettudomány lényeges a mai gyorsuló világunkban élő emberek számára. *Gábor Dénes*, magyar–brit Nobel-díjas így ír a „Kitalálni a jövőt” című könyvében: „Mózes megmutatta népének az ígért földjét, de aztán negyven évig a pusztában vezette őket, míg egy másik, értékesebb generáció fel nem nőtt. Ma is negyven évbe telhet egy olyan új generáció kinevelése, amely a fejlett technikának köszönhetően már könnyebben élhet, de meg kell találnunk a pusztát alkalmasabb megfelelőjét. Az információs technika jelenlegi szintjén ennek az időnek rövidebbnek kellene lennie – pusztán annyi időnek, hogy kiképezhessék a tanárokat, a ta-

nárok pedig a dolgozók első generációját. Nem a fiatalok nevelése a lassú, hanem a politikai vezetőké.”

A történelem felgyorsul a modern technikának köszönhetően. Mózessel ellentétben nekünk nincs negyven évünk arra, hogy megoldjuk az emberiség problémáit. A tudományos laboratóriumoktól a tanárképző intézményekig, addig, hogy iskolai tanárrá válhasson valaki, majd hogy a diákok által az osztályteremben elsajátított tudás később a felnőtt társadalomban realizálódhasson, túl hosszú az út. A társadalom, amely képes ezen változásokat felgyorsítani, a jövő században hatással lehet a világgazdaságra és a világtörténelemre.

Ez az a pont, ahol fontossá válik a tudós és a tanár közvetlen kapcsolata, a természettudományos kutatás és az iskolai oktatás közötti lerövidített út. „Egy újszülöttnak minden vicc új.” A tizenéveseket nem a hagyományok érdeklik, ők a jövő felé nyitottak. Ha úgy látják, hogy a természettudomány fontos a jövőjük formálása érdekében, azonnal figyelemmel kísérik, sőt még szüleik átnevelésére is hajlandóak. Hadd említsek egy speciális példát: a fiatalok magfizikai műveltségét.

Az irodalomtanárt múlt századi regények elemzésére készítették fel; kevésbé felkészült a tegnap esti TV show művészeti értékének megvitatására, még kevésbé arra, hogy megtanítsa az interneten való esztétikai és erkölcsi szempontok szerinti tájékozódást. A történelemtanárok jobban otthon vannak a 18. és a 19. században, mint a 20. és az eljövendő 21. században. Így a természettudományos oktatásnak kell felvállalnia azt a felelősséget, hogy a 21. század polgárainak erkölcsi nevelést nyújtson.

Hirosima és Nagaszaki emléke, Three Mile Island és Csernobil emléke nagyon nagy terhet ró az atomenergiára. De az etnikai konfliktusok sora és a felelőtlen diplomáciai magatartás több embert ölt meg a volt Jugoszláviában, mint a Hirosimára és Nagaszakira dobott bombák. A gázzal kapcsolatos szerencsétlenségek több ember halálát okozzák, mint a nukleáris balesetek. A szénipar (vagy a dohányzás) okozta levegőszennyezés évente százszor több embert öl meg, mint Csernobil utóhatása. De egy TV-riporternek nehéz megérteni, hogy egy grafit moderátoros, vízhűtéses reaktornak pozitív a visszacsatolása a hőmérséklet-változásra, míg a vízmódorált, vízhűtéses reaktornak negatív: leáll, ha túlfűtés miatt a víz moderátor elforr. A különbség hasonlít ahhoz a különbséghez, ami egy hordó benzin vagy egy hordó sör reakciója között van, ha egy meggyújtott gyufát dobunk bele.

Egy atomenergia-ellenes környezetvédő arra a kérdésre, hogy az atomerőművek helyett inkább koszos szén-erőműveket használjunk-e, így válaszolna: Őrizzük meg az energiát! Szigeteljük jól ablakainkat! De Észak- és Közép-Európában széles körben tapasztalták, hogy az olajválság után, amikor megerősítették a lakóházak szigetelését, a radon szintje a lakáson belül két- vagy háromszorosára is megnőtt. A mérsékelt övben a radon és származékai jelentik a lakosságra eső sugárzás fő forrását! (Magyarországon az évi radon dózis tízszer magasabb, mint a Csernobilból származó sugárterhelés volt 1996-ban, annak ellenére, hogy Csernobil csak néhány száz kilométerre van Budapesttől.)

Úgy gondolom, a levegőszennyezés és az általános felmelegedés éppúgy etikai probléma, mint a nukleáris fegyverkezés. Ezeket a problémákat megvitatjuk a tanárokkal. A tanárok ráébredtek: ha a jövőre vonatkozó általános felelősség kérdését tárgyalják meg fizika, kémia, földrajz és biológia órákon, akkor minden diák (még a leendő író, üzletember és politikus is) figyel, ami meggyőzi a tanárokat arról, hogy a nukleáris lefegyverzés, az energianyerési lehetőségek, a CO₂ üvegházhatása természettudományos problémák, amelyeket még jelentőségeltjessebbé tesz a társadalommal való kapcsolatuk és a velük járó etikai felelősség. Egy nagyon sikeres tanári előkészítő alapján, amelyet Tóth Eszter vezetett,

15 000 magyar középiskolás diák mérte a radon koncentrációját egy éven keresztül a saját hálószobájában. Mikor egy izraeli pedagógus megkérdezte tőlük: „Mit tennétek, ha a közelben egy Csernobilhoz hasonló méretű nukleáris baleset történné?”, a diákok így válaszoltak: „Mégmérnénk a radioaktív csapadékot!”. Az 1998/99-es tél rendkívüli mértékben hideg, jeges és hóban gazdag volt Magyarországon. Ezen a télen a radonnövekedés meghaladta az 1986-os növekedést, ami Magyarországot Csernobil miatt érte. Ez az, amit azok a középiskolások megmértek és megértettek!

Szilárd Leó, a nukleáris láncreakció és az inhomogén nukleáris reaktor feltalálója születésének centenáriuma indult el a Szilárd Leó Tanulmányi Verseny, amely a diákok nukleáris problémákkal kapcsolatos felkészültségét vizsgálja. A győzteseket szívesen várják az egyetemeken, ahol nem kell felvételi vizsgát tenniük. Évről évre több száz középiskolás vesz részt a versenyen és próbál választ találni olyan trükkös (fizikai? technikai? gazdasági? társadalmi?) magfizikai kérdésekre, melyek még néhány professzor számára is túl nehezek lennének. Például az egyik elméleti kérdés a következő volt:

Mi keletkezik, ha két ^2H atommag energetikailag kapcsolatba kerül? ^4He , $^4\text{He} + \gamma$ vagy $^3\text{He} + \text{neutron}$? (A válasz: alapállapotban a ^4He egyedüli keletkezése az energia és impulzus megmaradás miatt tiltott. A gerjesztett ^4He megszabadulhatna a többletenergiájától egy foton kisugárzásával, de az elektromágneses reakciók viszonylag lassúak. Így a $^3\text{He} + n$ végállapot a leginkább valószínű az erős magköölcsönhatások miatt).

Egy gyakorlati probléma a következő volt: Gyűjts össze annyi radioaktív anyagot az osztályteremben, amennyit csak tudsz és egy detektor segítségével mérd meg a felezési idejét, amilyen pontosan csak lehet! (Megoldás: az urán jelen van a talajban és az építőanyagokban. Az U Ra Rn gáz aktív bomlástermék bomlási lánc a levegőben pozitív fémionokat hoz létre, amik a szálló porba ragadnak. A por részecskéi egy szűrőn át porszívó segítségével 20 perc alatt radioaktív mintaként összegyűjthetők. Porossá téve a levegőt a hatékonyság növelhető. Vagy fújjunk fel egy léggömböt, majd dörzsöljük meg hajjal. A negatívan feltöltött léggömb magához vonzza a szálló pozitív ionokat. 30 perc után kiengedhetjük a levegőt a léggömbből, az leereszt és aktivitása mérhető.)

A közelmúltban végzős középiskolai diákok egy statisztikusan jelentős hányadát kérdezte *Papp Katalin*, vajon hogyan oldaná meg a háztartások növekvő energia szükségletének problémáját. A lehetőségek a következők voltak: szénérőmű, olaj és gáz, atomenergia, vízenergia, biomassza (növényekből származó energia), import vagy megszorítások. A diákok óriási hányada az atomenergiát választotta. Ez az eredmény nagyban különbözik attól az „általános” nézettől, melyet az újságokból, a médiából és a parlamentből ismerhetünk.

A természettudományos órák általában is nevelhetnek a polgárságra. Az ezredfordulón meg kell vitatnunk az iskolai természettudományos oktatás erkölcsi vonatkozásait. Hadd ismételjem meg az állításomat: egy demokratikus társadalomban az embereknek érteniük kell a jövőt. Ezért a társadalomnak kell döntéseket hoznia. A polgároknak meg kell érteniük a problémákat, etikai felelősséggel kell mérlegelniük és rá kell erőltetniük döntéseiket a politikusokra. Nem adhatunk végleges választ a századfordulón felmerülő összes kérdésre. A jövőendő generációknak kell megérteniük és formálniuk saját jövőjüket. Tanítványaink, gyerekeink és unokáink lesznek a 21. század döntéshozó polgárai. Meggyőződésem, hogy az olyan aktuális problémák, mint amilyen például az ember által okozott éghajlatváltozás, csakis az oktatás segítségével oldhatók meg.

A naiv elméletektől a tudományos nézetekig

Napjainkban újra felértékelődött az ismeretek szerepe a tanulásban. Az iskola által közvetített információkkal szembi követelmények azonban erőteljesen megváltoztak. A nemzetközi tendenciát tekintve az iskolától mindinkább azt igénylik, hogy az absztrakt fogalmak, tények, definíciók memorizáltatása és reprodukzív visszakérdezése helyett jól szervezett, könnyen mobilizálható, hatékonyan felhasználható ismereteket nyújtson. Az elméleti, „akadémikus” tudással szemben a hétköznapiakban is hasznosítható, pragmatikus tudást.

Ugyanakkor számos nemzetközi és hazai vizsgálat jelzi, hogy a diákok jelentős részének problémát jelent az iskolában tanított ismeretek megfelelő elsajátítása, a tanultak alkalmazása gyakorlati szituációkban, hétköznapi helyzetekben. Az ismeret-elsajátítás hatékonyságának növeléséhez nagymértékben hozzájárulhatnak a gyerekek fogalmi rendszerének fejlődésére, az ismeretszerzés folyamatának leírására irányuló vizsgálatok, amelyekben számos tudományterület – a pedagógiai pszichológia, a természettudományos nevelés, a kognitív pszichológia és a fejlődéslélektan – eredményei találkoznak. Jelen tanulmány keretében egy rövid elméleti bevezetés után saját empirikus eredményeinket mutatjuk be néhány természettudományos fogalom változásával kapcsolatban.

Elméleti háttér

Az 1970-es évek elején a pedagógiai pszichológiában lezajlott, Ausubel (1968) nevéhez kötődő fordulat a megértést hangsúlyozta a tanulásban, szemben az ismeretek memorizálásával. Az értelmes tanulás során a tanulók ugyanis nem csupán megjegyzik, esetenként „bemagolják” az izolált fogalmakat és tényeket, hanem kiépítenek egy gazdag kapcsolatokkal rendelkező ismeretrendszert, amit később fel tudnak használni új jelenségek, szituációk magyarázatára. Ausubel (1968) a tanulás sikerességét befolyásoló legfontosabb tényezőként az előfeltétel-tudást (prior knowledge) jelölte meg, amelyet a tanuló hoz magával a tanulási szituációba.

A megértésre, az értelmes elsajátításra alapozó szemléletmód, valamint az a felismerés, hogy a gyerekeknek aktív szerepük van tudásuk konstruálásában, számos vizsgálatot indított el, elsősorban a természettudományok tanításával kapcsolatos területeken. A természettudományos nevelés kutatói az 1970-es évek közepétől napjainkig hatalmas mennyiségű empirikus adatot szolgáltatott arról, mennyire tudják és mennyire értik a fizikai világ jelenségeinek tudományos magyarázatát a különböző életkorú és különböző kultúrában nevelkedett tanulók (Pfundt és Duit, 1991). Az eredmények azt jelzik, hogy a tanulók ismeretei, meggyőződései, elképzelései gyakran eltérnek a jelenleg elfogadott tudományos nézetektől. Az ilyen tanulói elképzelések a tévképzetek, amelyek sok esetben rendkívül erőteljesek, nehezen változtathatók meg, ellenállnak az oktatásnak és gyakran megféleltethetők a tudománytörténet által is számon tartott elméleteknek, modelleknek. (A természettudományos tévképzetek kutatását magyarul Korom, 1997, a történelmi tévképzeteket Vass, 1997 tekinti át.) A vizsgálatok megerősítették azt a Piaget (1929) által már jóval korábban jelzett tényt,

hogy a kisgyerekeknek is vannak leíró, magyarázó, fogalmi rendszereik a természeti jelenségekkel kapcsolatosan. Ezekre az egyes kutatók más-más terminust használnak, például „előfogalmak”, „alternatív fogalmak”, „naiv elméletek”, „intuitív elméletek”, „gyermeki tudomány” (Gilbert és Watts, 1983), de mindegyik kifejezés arra utal, hogy a gyerekek fogalmi rendszerei, sémái eltérhetnek a tudományosan elfogadottól. A tévképzetek nem egyszerűen csak az oktatás vagy a tanítás hiányosságaiból fakadó hibák, hanem megértésükhöz fel kell tární az őket eredményező ismeretelsajátítási folyamatokat.

A kognitív pszichológiának az emberi megismeréssel, az információ-feldolgozás módjával, az információk felvételével, tárolásával és előhívásával, az adott területen újoncok és szakértők tudásának összehasonlításával, valamint a probléma-megoldással kapcsolatos eredményei szolgáltatnak alapot arra, hogy a kognitív fejlődéslelektannal foglalkozó kutatók nyomon kövessék az ismeretszerzési folyamatokat különböző életkori szakaszokban (csecsemő-, kisgyermek-, kisiskolás- és iskoláskorban), valamint a szakértelem megszerzésének különböző szintjein (például a mechanika területén milyen ismeretekkel rendelkeznek, és hogyan alkalmazzák tudásukat a kisgyerekek, a kisiskolások, a középiskolások, az egyetemisták és a tudósok). A kutatók egyetértenek abban, hogy a tanulók mindennapi tapasztalataik alapján értelmezik a hétköznapi világot, és ez, az iskolába lépés előtti, előzetes tudás kerül kölcsönhatásba az iskolában kapott új tudással. A gyerekek előzetes tudása több esetben jó kiindulási alap a tudományos információ elsajátításához, hiszen a meglevő ismeretek gazdagodásával a tanulók eljutnak a tudományos meghatározás megértéséhez. Ilyen például az „élőlény”, „állat”, „növény” fogalmak fejlődése, tartalmuk és terjedelmük bővülése. Vannak azonban olyan esetek, amikor a gyerekek meglevő, elsősorban a hétköznapi tapasztalatokon nyugvó ismeretei gátolhatják az adott fogalom megértését (ilyen például az erő fogalma). A tudományos ismeretek tanulása ezért sok esetben megköveteli a tanulók fogalmi rendszerének átszervezését. Ezt az átrendeződési folyamatot, illetve annak eredményét fogalmi váltásnak nevezik.

A fogalmi váltás kutatásának több iránya és számos képviselője van. Ezt mutatja az is, hogy a fogalmi váltás kifejezéshez számos jelentés kapcsolódik. Lényegesen különbözhet az egyes megközelítésekben az, hogy valójában mi változik (fogalom, a fogalomnál kisebb vagy nagyobb egység) és a változás milyen természetű (gazdagodás, differenciálódás, finomodás, átszerkesztés, kicserélés) aszerint, hogyan értelmezik az egyes kutatók a tudás szerveződését és változását. Vita folyik arról, hogy milyen a gyerekek intuitív tudása, elméletyszerű (Carey, 1985; Vosniadou, 1994) vagy fragmentált, izolált darabokból álló (diSessa, 1993). Különböző elméletek születtek a gyerekek fogalmi átrendeződésének folyamatáról is. Például a fogalmi váltást Posner, Strike, Gertzog és Hewson (1982) a régi fogalmak újakra történő kicseréléseként; Chi és Slotta és deLeeuw, (1994) ontológiai kategóriák közötti váltásként; Vosniadou (1994) fokozatos differenciálódási folyamatként, Spada, (1994) és Pozo (1998) pedig többszörös reprezentációk létrejöttéként értelmezi. A fogalmi váltás kutatását, legfontosabb elméleteit Korom (megjelenés alatt) tekinti át.

Vizsgálatunk elméleti alapjául a fogalmi váltással kapcsolatos kutatások eddigi eredményei szolgálnak. Elsősorban Vosniadou (1994) elméletéhez kapcsolódunk, aki szerint a fogalmi váltás fokozatos és hosszú folyamat, amely során több szintet lehet megkülönböztetni. A gyerekek kezdeti fogalmi rendszerei, ontológiai és episztemológiai feltételezések által korlátozott naiv elméletei fokozatosan alakulnak át, és köztes állapotokon, szintetikus modellek vagy tévképzetek megjelenésén keresztül jutnak el a tudományos szintre.

A vizsgálat céljai

A vizsgálatunk célja az volt, hogy nyomon kövessük néhány, az anyag és az energia fogalmához kötődő természettudományos fogalom megértésének változását három korcsoportban, ötödik, hetedik és tizenegyedik évfolyamosok körében. Az adatgyűjtés időpont-

jában az ötödik osztályosok még nem tanultak különálló tantárgyként fizikát, kémiát vagy biológiát, a hetedikesek a fizikát és a biológiát már egy éve, a kémiát viszont csak néhány hónapja tanulták. Ezáltal lehetőség nyílt arra, hogy megvizsgáljuk, a tanulók milyen egyéni naiv elképzelésekkel rendelkeznek a természettudományos tárgyak tanulásának megkezdésekor, illetve hogyan változnak ezek a nézetek a későbbiek során. Célunk volt továbbá a leggyakoribb tévképzetek meghatározása és gyakoriságuk nyomon követése az egyes korosztályokban. Olyan mérőeszköz készítésére törekedtünk, amely segítségével nemcsak kvalitatív módszereket használhatunk a fogalmi rendszer vizsgálatára, hanem kvantitatív elemzéseket is végezhetünk. A fogalmi váltással kapcsolatos kutatások nagy része eddig ugyanis kismintás vizsgálatok keretében folyt kvalitatív módszerekkel (interjú, különböző fogalomtérképezési technikák). Hipotézisünk szerint az általunk tervezett, nagyobb elemszámú mintán is használható feladatlap egyrészt lehetővé teszi a tanulók válaszáinak minőségi elemzését, összehasonlítását a különböző életkorokban. Másrészt, a feladatlap tesztként működve biztosítja a tanulók teljesítményének, valamint a teljesítmény és egyéb változók (tanulmányi eredmény, tantárgyakkal szembeni attitűd, továbbtanulási szándék, családi háttér) kapcsolatának jellemzését is.

A vizsgálat módszere

A minta

Az adatfelvétel 1997 novemberében zajlott. Vizsgálatunkban 597 tanuló vett részt négy magyarországi város, Szeged, Orosháza, Pécs és Barcs általános és középiskolaiból. A tanulók közül 156 ötödik évfolyamos, 207 hetedik évfolyamos és 234 tizenegyedik évfolyamos volt. A tizenegyedikes részmintába csak gimnazisták kerültek. Mérésünkbe a szakközépiskolás tanulókat nem vontuk be, mert a különböző típusú szakközépiskolákban nagyon eltérő a természettudományos tantárgyak tanulásának időtartama és tartalma, ami nehezítette volna a tanulók teljesítményének összehasonlítását. A mintában szereplő minden osztály normál tantervű volt, nem tanulták emelt óraszámban a természettudományos tárgyakat.

A mérőeszköz

A feladatok két nagy fogalom, az anyag és az energia fogalma köré csoportosultak. Mindkét fogalom komplex, sok szempontból megközelíthető ismeretrendszer. Természetesen nem törekedhettünk teljes lefedésre, még egy szempont kiemelése esetén sem. Néhány olyan alapvető ismeretre, összefüggésre helyeztük inkább a hangsúlyt, amelyek megléte, illetve felismerése minden tanulótól elvárható a több évig tartó biológia, kémia, fizika tanulmányok után. A tizenegyedik évfolyamon már ismerni kell az anyagok szerkezete és a makroszkopikusan érzékelhető tulajdonságaik kapcsolatát, az anyag- és energiaforgalom lényegét a bioszférában, az élő és élettelen, valamint a szerves és szervetlen anyagok fogalmát és ezen anyagok kölcsönös egymásba alakulását. E témák a kisiskolás kortól a középszintű tanulmányokig szinte folyamatosan előkerülnek, egyre több és több részlettel bővülnek.

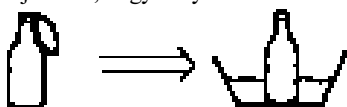
A három korcsoportnak készült mérőeszköz ezért egymásra épül. Technikailag a legbővebb, a tizenegyedikeseknek készült változat fokozatos redukálásával jött létre a hetedikesek és az ötödikesek tesztje. A tizenegyedikesek feladatsora volt a leghosszabb, 53 itemből állt és négy résztesztre különült el. Az első részteszt az „Élő és élettelen anyagok” címet kapta. Az itt található feladatok egyrészt azt ellenőrizték, hogy el tudja-e különíteni a tanuló az élő és az élettelen, illetve a szerves és a szervetlen anyagokat egymástól, és a két szempontot tudja-e együtt kezelni. Érti-e az élő-élettelen, szerves-szervetlen anyagok közötti átalakulást. A második, az „Energia” című résztesztben a kérdések az energia definíciójára, az energiafajtákra és azok átalakulására vonatkoztak. A harmadik részteszt az „Anyagi halmazok” témából emelte ki a különböző anyagok halmazállapota, halmazállapot-változása és szerkezete közötti összefüggéseket. A negyedik

részteszt pedig néhány, a hétköznapiokban tapasztalható jelenség anyagszerkezeti magyarázatát kérte a tanulóktól.

A hetedikesek feladatsora nem tartalmazta az „Anyagi halmazok” résztesztet, az ötödikeseknek pedig csak néhány olyan feladatot válogattunk ki a teljes feladatsorból, amelyekben nem szerepeltek számukra még ismeretlen fogalmak, például szerves anyag, energia, halmazállapot.

Az ötödikesek feladatsorában szereplő hat feladat volt a három mérőeszköz közös magja, mivel ezek a feladatok mindhárom korcsoport tesztjében szerepeltek (1. táblázat). Ezáltal lehetőségünk nyílt arra, hogy meghatározzunk és nyomon kövessünk néhány, a természettudományos tantárgyak tanulása előtti naiv elképzelést és azoknak az oktatás hatására bekövetkezett változását. Mivel a hetedikesek tesztje teljes egészében része volt a tizenegyedikesek tesztjének, ezért e két korcsoport tudása esetében is lehetőség volt az összehasonlításra.

1. Mi alapján mondjuk egy anyagra, hogy élő?
 2. Írj egy példát olyan átalakulásra, amikor élő anyagból élettelen lesz!
 3. Miért elengedhetetlenül fontos a napfény a növények és az állatok számára?
 4. Miért kell folyamatosan táplálkoznunk az életben maradáshoz?
 5. Lehűtünk egy műanyag palackot. A palack szájára egy léggömböt húzunk, majd a palackot meleg vízbe állítjuk.
- a) Rajzold le, hogy milyen változás történt a léggömbbel!



- b) Magyarázd meg a jelenséget!
6. A mézet könnyebb kiönteni az üvegből, ha kissé megmelegítjük. Hogyan változik meg a méz szerkezete a melegítés hatására?

1. táblázat
A három korcsoport közös feladatai

A feladatok egy kivételével nyitott kérdéseket tartalmaztak, mert arra voltunk kíváncsiak, hogyan tudják megfogalmazni gondolataikat a diákok. A feladatok egy része definíciót vagy példákat kért, más részük pedig egyszerű, hétköznapi problémák magyarázatát. A hangsúlyt nem az ismeretek reprodukciójára helyeztük, hanem inkább a megszerzett ismeretek összerendezésére és alkalmazására.

A mérőeszköz szerkesztésénél egy másik szempont az volt, hogy az ne csak egy feladatsor legyen, hanem tesztként is működjön. A teszt megbízhatóságát (reliabilitását) többek között az is befolyásolja, hogy mennyire homogén az a tudásterület, amelyet a feladatok felölelnek, és ugyanakkor mennyire átfogóak e feladatok. A célunk elsősorban egy nagy mintán, tesztként is használható mérőeszköz kifejlesztése volt, azért, hogy feltárjuk, az anyag és energia fogalmával kapcsolatosan melyik az a részterület, ahol a legnagyobb változásokat tapasztaljuk, illetve hol merülnek fel a legnagyobb megértési problémák. A feladatok nem kötődnek tantárgyakhoz, egy nagyobb tudásterületet fognak át és gyakran olyan ismeretekre kérdeznek rá, amelyek explicit módon nem kerültek elő az iskolában. Homogénebb feladatokat tartalmazó teszt inkább csak e tájékozódó vizsgálat tapasztalatai után szerkeszthető egy sokkal jobban leszűkített témában.

A kvalitatív és kvantitatív adatelemzés

A kvalitatív adatelemzés során ugyanazt a módszert követtük, mint egy korábbi, a természettudományos tévképzeteket feltáró vizsgálatunkban (Korom, 1998). A kódolás során, a nyitott kérdések esetében rögzítettük az összes különböző választ. Ezután a válaszo-

kat a bennük szereplő kulcsfogalmak alapján tartalmi kategóriákba rendeztük, majd megvizsgáltuk a válaszok, valamint a válaszkategóriák gyakoriságát.

A kvalitatív elemzés következő fázisában a válaszok minőségét vizsgáltuk. Attól függően, hogy a válasz milyen közel volt a tudományos magyarázathoz és mennyi hibás elemet tartalmazott, egy hatfokú skála megfelelő pontértékét rendeltük hozzá (2. táblázat).

A megértés szintje	A pontozás kritériumai	A válasz pontértéke
nincs válasz	– üres lap – „nem tudom” – „nem értem”	0
nincs megértés	– a kérdés megismétlése – nem a tárgyhoz tartozó, értelmetlen válasz – a tapasztalat megismétlése	1
tévképzet	– a válasz logikátlan és helytelen információt tartalmaz	2
részleges megértés tévképzettel	– a válaszok jelzik az adott fogalom megértését, de tartalmaznak olyan állításokat is, melyek tévképzetre utalnak	3
részleges megértés	– a válaszok a helyes válasz elemei közül legalább egyet tartalmaznak, de nem az összeset	4
teljes megértés	– a válaszok a helyes megoldás összes komponensét tartalmazzák	5

2. táblázat

*A nyitott kérdésekre adott válaszok kategorizálása
(Abraham, Grzybowski, Renner és Marek, 1992 nyomán)*

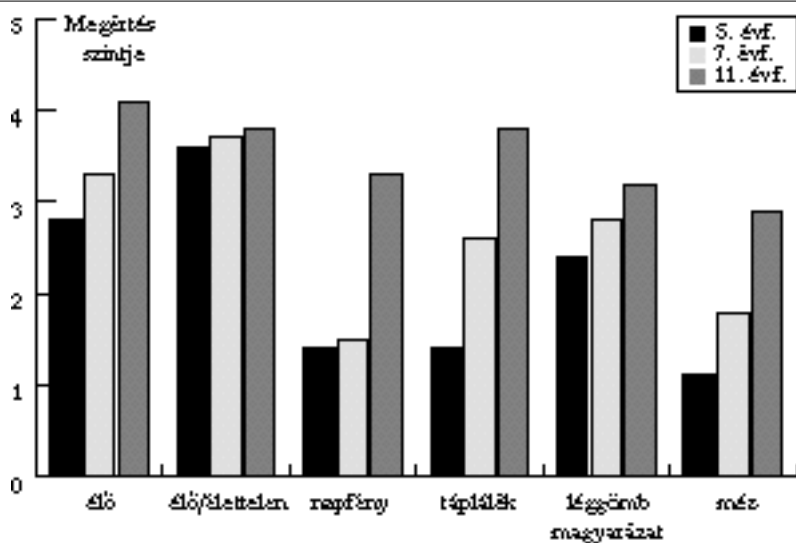
E pontértékek átlaga megmutatja az adott feladat átlagos megértési szintjét az egyes korosztályokban, lehetővé teszi a válaszok megértési szintjének összehasonlítását. A tanulók teljesítményét viszont nem lehet e pontszámokból képzett összpontszámmal jellemezni. A megértés szintjére vonatkozó pontok nem alkalmasak arra, hogy belőlük összpontszámot lehessen számolni, mert nem homogén a teszt, különböző feladattípusok szerepelnek benne (besorolás, rövid és hosszabb választ igénylő, feleletalkotó kérdések). A besorolás és a rövid, egy-két szavas választ igénylő feladatoknál nem tudjuk a hatfokú skála minden értékét kihasználni. A néhány mondatos magyarázatot kérő feladatoknál viszont jól alkalmazható és értelmezhető ez a skála.

A teljesítmények jellemzésére ezért a kvantifikálásnak egy másik módját választottuk. A tudásszintmérő tesztekhez hasonlóan csak azt vizsgáltuk meg, hogy helyes-e a válasz. Minden egyes itemet dichotom változóként kezelve 0 vagy 1 ponttal pontoztunk. A kvantifikálást ilyen módon azonban csak a tizenegyedikes évfolyam esetében lehetett elvégezni, mert tőlük már elvárható, hogy helyesen válaszoljanak a kérdésekre, szemben a másik két korosztállyal. A fiatalabb tanulók esetében a tökéletes válasz nagyon ritka, így a legtöbb item 0 pontot érne. Mivel a feladatsor csak a tizenegyedikesek esetében működött tesztként, ezért a kvantitatív analízis eredményei kizárólag erre a korosztályra vonatkoznak.

Eredmények

A kvalitatív elemzés eredményei

Az összes adat részletes bemutatására és interpretálására e tanulmány keretében nincs mód, ezért csak néhány fontos és érdekes eredményt emelünk ki. Elsősorban a három korosztály közös feladatait (1. táblázat) elemezzük, majd utalunk néhány más feladatra is.



1. ábra

A közös feladatok átlagos megértési szintje a három korcsoportban

A három korcsoport közös feladatainál a megértés szintjét összehasonlítva (1. ábra) látható, hogy az „élő/élettelen” feladat kivételével az oktatás jelentős mértékben hozzájárult a vizsgált fogalmak megértéséhez.

Az „élő/élettelen” feladatban a gyerekeket arra kérték, hogy írjanak példát olyan átalakulásra, amelynek során élő anyagból élettelen lesz. A hétköznapi tapasztalataik alapján még az ötödikesek is jól válaszoltak. Példáik nagy részében valamilyen növény pusztul el (például kivágják a fát) vagy növényt alakítanak át (például búza-liszt, fa-bútor, len-ruha). Tévképzeteket elsősorban azoknál a tizenegyedikeseknél tapasztaltunk, akik bonyolultabb példát akartak írni egy élőlény elpusztulásánál. A „szerves”, „szervetlen”, „élő”, „élettelen” fogalmak pontatlan megértésén alapulnak azok a válaszok, hogy élő-élettelen átalakulás történik „a szőlőcukor égésekor”, „a szén égésekor”, „a kaucsukból történő gumi-gyártás során”. Mindhárom válasz mögött az a tévképzet áll, hogy „a szerves anyagok élők, a szervetlen anyagok pedig élettelenek”.

Összegezve az „élő” fogalmához kötődő feladat eredményét, elmondható, hogy az ötödikes és a hetedikes tanulók többsége, a tizenegyedikesek pedig néhány kivételtől eltekintve el tudják dönteni egy dologról, hogy élő-e vagy sem, illetve tudnak példát mondani élő-élettelen átalakulásra. Az élő anyag kritériumainak megfogalmazásában azonban jóval nagyobb különbségek mutatkoznak. Az ötödikeseknél tapasztalható, főként a mindennapi tapasztalatokra épülő válaszok (például „az az anyag él, ami mozog”; „az az anyag él, amelyik lélegzik”; „az az anyag él, amelyik érez”) aránya a többi korosztálynál csökken. Megjelennek a biológiaórán tanult fogalmak: „szervezet”, „életjelenség”, „anyagcsere”. További vizsgálatokkal finomabb képet lehetne adni arról, hogy a biológiai tanulmányokkal párhuzamosan hogyan fejlődik, módosul a tanulók implicit tudása az élő és élettelen anyagok közötti különbségekről.

Az iskolában szerzett ismeretek különösen két feladat, a „napfény” és a „táplálék” esetében járultak hozzá a jelenségek jobb megértéséhez. A kettő közül a „táplálék” feladat („Miért kell az élőlényeknek állandóan táplálkozniuk az életben maradáshoz?”) eredményeit ismeretjük. A leggyakoribb válaszokat bemutató 3. táblázatból látszik, hogy az előző feladathoz hasonlóan, az ötödikesekre leginkább a hétköznapi tapasztalat megfogalmazása volt a jellemző. Például: „táplálék nélkül elpusztulnak az élőlények”, „táplálék nélkül elfogy az élő-

lények ereje és elpusztulnak”, „a táplálékban olyan anyagok vannak, amelyekből növekszik az élőlény”. A feladatban szereplő kérdésre a hetedikesek és a tizenegyedikesek jelentős része is tudományos ismeretei helyett a hétköznapi ismeretei alapján válaszolt.

5. évfolyam		7. évfolyam		11. évfolyam	
tapasztalat	81,4	tapasztalat	48,8	az elhasznált energia pótlása	58,9
az elhasznált energia pótlása	5,8	az elhasznált energia pótlása	35,3	tapasztalat	23,9
vitaminpótlás	5,1	anyagcsere fenntartása	4,8	anyagcsere fenntartása	9,0
egyéb	6,3	egyéb	2,9	egyéb	4,1

3. táblázat

*A 4%-nál nagyobb gyakorisággal előforduló válaszkategóriák
a „Miért kell az élőlényeknek állandóan táplálkozniuk
az életben maradáshoz?” feladat esetében*

Néhány ötödikes tanuló válaszában már megjelenik az „energia” kifejezés. A hetedikeseknek viszont már 35,3%-a tudja azt, hogy „az állatok a táplálékból pótolják az elhasznált energiát”. A tizenegyedikesek körében a helyes választ adók aránya tovább nő (58,9%).

A válaszok minőségét megvizsgálva a három évfolyamon azt tapasztaljuk, hogy az iskolai évek alatt nagymértékű változás következett be a jelenség megértésében. A tizenegyedikesek többségénél a hétköznapi megfigyeléshez már tudományos magyarázat is társul, az ötödikeseknél tapasztalt tévképzetek („azért táplálkoznak a növények, hogy levegőt tudjanak termelni”, „a táplálékot a növények belső energiája elégeti”) eltűnnek.

A megértés szintje a tizenegyedikeseknél a „léggömb magyarázat” és a „méz” feladatokban volt a legalacsonyabb. Mindkét feladatban egy jelenség anyagszerkezeti magyarázatát kellett megadni. A „léggömb” feladatban egy egyszerű kísérlet szerepelt. Egy lehűtött műanyag palack szájára léggömböt húzunk, majd a palackot meleg vízbe állítjuk. A tanulóknak le kellett rajzolniuk, hogy mi történik a léggömbbel, majd meg kellett magyarázniuk a jelenséget.

A léggömb változásának előrejelzése egyik korosztálynál sem okozott gondot. Az ötödikesek 80,8%-a, a hetedikesek 92,8%-a, a tizenegyedikesek 89,7%-a rajzolta be helyesen, hogy a léggömb felfújódik. Néhány, elsősorban ötödikes gyerek jósolt mást: a léggömb kidurran, elrepül, megolvad, nem változik vagy leereszt. A magyarázatoknál már a helyes válaszok aránya lényegesen alacsonyabb volt és a három évfolyam válaszai között jelentős minőségi különbségek mutatkoznak. A leggyakoribb válaszkategória mindhárom korcsoportnál a „levegő felmelegszik” kategória volt. Ezen belül „a palackban a hideg levegő felmelegszik, a meleg levegő felfelé száll” részleges megértést tükröző válasz volt a leggyakoribb (ötödik évfolyamnál 21,6%, hetedik évfolyamnál 20,5%, tizenegyedik évfolyamnál 32,3%). Tökéletes válaszok, amelyekben megjelenik a hőtágulás vagy a részecskék mozgási energiájának növekedése („a melegítés hatására a levegő kitágul” vagy „a gázrészecskék mozgási energiája nő, gyorsabban mozognak, kitágul a gáz”) az ötödikeseknél csak elvétve fordulnak elő (4,8%). A hetedikesek 16,2%-a, a tizenegyedikesek 28,9%-a adott helyes választ.

A többi feladathoz képest ebben az esetben jóval nagyobb arányban jelentek meg tévképzetek a magyarázatokban. Az ötödikesek 30,2%-a, a hetedikesek 9,7%-a, a tizenegyedikesek 5,5%-a gondolja azt, hogy „a léggömböt a hideg és a meleg összecsapódásakor keletkező pára fújta fel”. Egy másik gyakori tévképzet, amely szintén minden korosztályban megjelenik (5. évfolyamnál 17,3%; 7. évfolyamnál 7,5%; 11. évfolyamnál 4,0%) az, hogy „a meleg hatására hő keletkezik, ami felfújja a léggömböt”. A hetedikeseknél volt a leggyakoribb (9,8%) az a tévképzet, hogy „a melegítés hatására oxigén

vagy szén-dioxid keletkezik a palackban”. Ez az elképzelés a többi korosztálynál jóval kisebb arányban (5. évfolyamnál 2,8%; 11. évfolyamnál 2,4%) fordult elő. Minden korosztályra jellemző volt az, hogy nagyon sokféle egyéni, csak egy-két tanulónál megjelenő elképzelés született a jelenség magyarázatára. Ilyenek az „egyéb” kategóriába tartozó válaszok:

- A gázrészecskék mozgási energiája megnő, gyorsabban mozognak, kitágul a gáz;
- a meleg víz felmegy a léggömbbe és a léggömb kidurran;
- a meleg és a hideg találkozása nagy erőt fejt ki, ami felfújja a lufit;
- ha a léggömböt meleg víz éri, megolvad;
- nincs változás, nincs hatással a levegőre a meleg víz;
- a melegítés hatására a részecskék elkezdnek mozogni, kifelé vándorolni a palackból;
- az üveg és a léggömb tágulni kezdenek;
- a léggömb felfújódik, mert feloldódik a levegő;
- a hő hatására a részecskék felülete megnő;
- a meleg hatására a léggömb leereszt;
- a gyors hőmérséklet-változás hatására a palack széttörik, a léggömb elrepül;
- termikus kölcsönhatás lép fel, a hideg anyag addig melegszik, amíg a meleggel egyforma nem lesz.

Bár a válaszok átlagos megértési szintje ennél a feladatnál is növekedett a felsőbb évfolyamokon, még a tizenegyedikesek átlagos megértése sem éri el a 3,5-ös megértési szintet. Ez az érték jelzi azt, hogy még a gimnazisták is pontatlanul vagy rosszul alkalmazzák az addig megtanult ismereteket.

A „méz” feladatban a méz szerkezetében melegítés hatására bekövetkező változást kellett jellemezni. A 4. táblázat jelzi, hogy az ötödikesek csak a tapasztalatokat ismételték meg: „hígabb, folyósabb lesz a méz a melegítés hatására”, a hetedikesek 24,3%-a már anyagszerkezeti magyarázatot hozott („a részecskék gyorsabban mozognak”, „nem tapadnak össze annyira a részecskék”). A tizenegyedikeseknél legnagyobb arányban a kötések fellazulása, a részecskék közötti kötések erősségének változása szerepel magyarázatként.

5. évfolyam		7. évfolyam		11. évfolyam	
sűrűsége kisebb lesz	32,7	sűrűsége kisebb lesz	29,0	fellazul a kötés	32,9
a szerkezete lazább lesz	26,9	a részecskék gyorsabban mozognak	16,9	a részecskék kevésbé tapadnak össze	11,9
a hő hatására változik a szerkezete	5,1	a szerkezet lazább lesz	12,6	sűrűsége kisebb lesz	13,0
egyéb	10,2	a részecskék kevésbé tapadnak össze	7,2	a részecskék gyorsabban mozognak	9,8
		egyéb	10,1	egyéb	11,9

4. táblázat

Az 5%-nál nagyobb gyakorisággal előforduló válaszkategóriák a „mézes” feladat esetében

Minden korosztálynál jelentős arányban előfordul a „sűrűség” fogalma, de hétköznapi értelemben, a „hígan folyósság” jellemzésére használják a tanulók. Emellett még számos tévképzet megjelent. Például: „a meleg hatására a részecskék kitágulnak”, „a meleg hatására felolvad a mézben a cukor”, „melegítéskor tágulnak a részecskék”. Az anyagszerkezettel kapcsolatos pontatlan, hiányos ismereteket jelzi az is, hogy a válaszok átlagos megértési szintje ennél a feladatnál lett a legalacsonyabb.

Összességként a három korosztály közös feladatairól elmondható, hogy az élő-élettelen átalakulásra példát kérő feladat kivételével az iskolában szerzett ismeretek jelentősen hozzájárultak az adott fogalom jobb megértéséhez. Korosztályonként lényeges különbség-

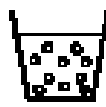
gek mutatkoztak a válaszok tartalmának minőségében, a tudományos nézetekhez való közelségében. Az ötödikesek elsősorban a hétköznapi ismereteik alapján válaszoltak, a hetedikesek körében már többször megjelentek a tudományos fogalmak, de rendszerint helytelen összefüggésben. A hetedikesek esetében tapasztalható leginkább az a folyamat, amely során a hétköznapi elképzeléseket és a fizika-, biológia- és kémiaórán tanult ismereteket próbálják összerendezni a tanulók. Míg az ötödikesek körében tapasztalt tévképzetek elsősorban a tudományos ismeretek hiányából adódnak, az idősebbeknél inkább a tudományos fogalmak nem megfelelő megértéséből. A legtöbb tévképzetet akkor tapasztaltuk, amikor a feladat nem konkrétan az iskolában tanultakra kérdezett rá, hanem egy jelenség magyarázatát kellett a tanulónak megadniuk meglévő ismereteik alapján. Megértési nehézségek leginkább az anyagszerkezettel kapcsolatos két feladatban (léggömb, méz) fordultak elő.

Hasonló jelenségeket tapasztaltunk azoknál a feladatoknál is, amelyeket csak a hetedikesek és a tizenegyedikesek oldottak meg. Azokban a feladatokban, amelyek közel álltak az iskolában megszokottakhoz – például az energia definíciójára, az energiafajtákra, az energiafajták egymásba alakulására vonatkozó feladatoknál – jóval nagyobb volt a részben vagy teljesen helyes választ adók aránya, mint a tanulók számára ismeretlen problémáknál. Az utóbbira példa a 3. ábrán bemutatott feladat.

Az alábbi ércen három pohárt látsz. Az elsőben szódavíz van. A másodikban csapvíz van, amely egy fölfújó szél a szobában áll. A harmadik pohárban levő vizet pedig egy hővesztéssel melegítjük. Mindehárom esetben buborékok képződnek a folyadékokban.



szódavíz



felfújó csapvíz



melegített víz

Használd fel a feladatban a következő szempontok alapján!

	szódavíz	felfújó csapvíz	melegített víz
Milyen anyagok vannak a buborékokban?			
Hogyan képződtek a buborékokban lévő anyagok?			

3. ábra

A hetedikesek és a tizenegyedikesek feladatsorában szereplő „buborékos” feladat

Ennél a feladatnál feltűnően sok fajta válasz született, ami azt jelzi, hogy a tanulók megpróbálták addigi ismereteiket alkalmazni a számukra viszonylag ismeretlen szituációban. Azok a tanulók ugyanis, akik nem gondolkodtak még el például a szódavízben látható buborékok keletkezéséről vagy nem tanultak róla, arra kényszerültek, hogy magyarázatokat találjanak ki meglévő ismereteik alapján. A válaszok tartalma, a bennük szereplő fogalmak használata, összekapcsolása sokat elmond arról, hogy az iskolában szerzett tudományos ismeretek a gyerekek fogalmi rendszerében hogyan szerveződnek. Az 5. táblázat a részben vagy teljesen hibás válaszokra, tévképzetekre mutat példát a „buborékos” feladat esetében.

7. évfolyam	11. évfolyam
<i>A szódavíz-buborékban levő anyag képződése</i>	
A gyárban belekeverik a gázt.	A gyárban belekeverik a gázt.
Amikor kiengedjük a szifonból a szódavizet, oxigén oldódik bele.	Amikor kiengedjük a szifonból a szódavizet, oxigén oldódik bele.
A víz nem tudja megkötni az összes szén-dioxidot.	A szénsav a felszínre tör.
Szódabikarbónából képződik.	A szénsav párolog a folyadék belsejében.
Szénatomokat engednek bele, amelyek oxigénatomokkal kapcsolódnak.	A hő hatására kiválik a szén-dioxid.
Kiválnak a részecskék, a levegő és az oxigén gáz.	A szódavíz összetevőire bomlik, szén-dioxid, oxigén és hidrogén gáz keletkezik.

5. táblázat

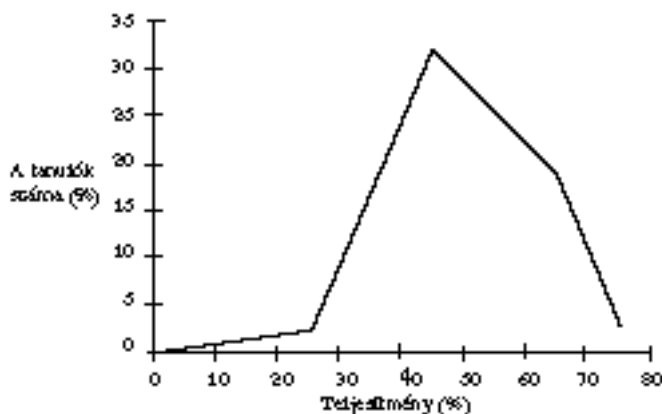
Néhány példa a „buborékos” feladat szódavízre vonatkozó részében megjelenő hibás válaszokra

A hetedikeseknél a hibás válaszok, tévképzetek nagyszámú előfordulása magyarázható azzal, hogy még csak kevés tudományos ismertetel rendelkezik. Ismernek már bizonyos tudományos kifejezéseket, de a fogalmak jelentésének és más fogalmakkal való kapcsolatának megértése kezdetleges.

Elgondolkodtató viszont az, hogy négy-öt éves kémia- és fizikatanulás után is akadnak olyan gimnazisták, akik lehetségesnek tartják, hogy „a pohárban a szódavíz összetevőire bomlik, és a keletkező szén-dioxid, oxigén, hidrogén gáz kibuborékol”, vagy „a szénsav párolog a folyadékban” vagy a hetedikesekhez hasonlóan úgy gondolják, hogy „amikor kiengedjük a szifonból a szódavizet, oxigén oldódik bele”. Az ilyen kijelentések mögött alapvető ismeretbeli és szemléletbeli problémák húzódnak meg, amelyek felderítése további kutatás tárgya lehet. Valószínű, hogy az anyagszerkezet megértése erőteljesebb átszerveződést igényel a fogalmi rendszerben, mint az általunk vizsgált többi jelenség megértése.

A kvantitatív elemzés eredményei

A teszten maximálisan 53 pontot lehetett elérni. A tanulók teljesítményének átlaga 49,36%, szórás 12,36 (4. ábra). Az anyagszerkezettel kapcsolatos itemek esetében nagyon kicsi az átlag és a szórás is. Ezek voltak a legnehezebb itemek. A legkönnyebbek pedig a halmazállapotokkal, az élő-élettelen besorolással és az energiafajtákkal kapcsolatos itemek bizonyultak.



4. ábra

A 11. évfolyamos tanulók teljesítménye %-ban

A teljesítmény és a háttérváltozók kapcsolata

A tanulók teljesítménye és a háttérváltozók közötti korrelációt a 6. táblázat tartalmazza. A szignifikáns összefüggéseket * (0,05-ös szignifikancia szint), illetve a ** (0,01-es szignifikancia szint) jelzi.

nem	-,079	fizika attitűd	,198**
tanulmányi átlag	,198**	kémia attitűd	,276**
matematika jegy	,234**	biológia attitűd	-,024
fizika jegy	,235**	nyelvtan attitűd	-,054
kémia jegy	,229**	irodalom attitűd	,003
biológia jegy	,148*	történelem attitűd	-,043
földrajz jegy	,040	rajz attitűd	,019
nyelvtan jegy	,142*	angol attitűd	-,133*
irodalom jegy	,128	természettud. folyóirat olvasása	,077
történelem jegy	,133*	természetfilm nézése	-,035
rajz jegy	,155*	versenyzés természettud. tárgyakból	,220**
angol jegy	,093	természettud. pálya választása	,139*
magatartás jegy	,065	otthoni könyvek száma	,232**
szorgalom jegy	,135*	elérendő végzettség	,135*
szeret iskolába járni	-,011	apa iskolai végzettsége	,076
elégedettség az iskolai teljesítménnyel	,064	anya iskolai végzettsége	,092
matematika attitűd	,175**		

6. táblázat

A tanulók teljesítménye és a háttérváltozók közötti korreláció a 11. évfolyamnál

A korrelációs együtthatók minden esetben alacsonyak. Igazán szoros összefüggéseket nem találtunk, de az elmondható, hogy azok a tanulók, akik szeretik és tanulják is a természettudományos tárgyakat és a matematikát, akik versenyekre járnak és természettudományos pályát szeretnének választani, jobb eredményt értek el a teszten. Nem találtunk szignifikáns összefüggést a tanulók szociális háttére és a teszten nyújtott teljesítménye között. Kivételt ez alól az otthon található könyvek száma jelent.

Következtetések

A mérőeszköz az anyag és az energia fogalmához kötődő ismeretek elsajátítását, megértését vizsgálta három életkorban. Hipotézisünk az volt, hogy nyomon tudjuk követni az egyes fogalmak változását a három korosztályban, és azonosítani tudunk néhány általánosan előforduló megértési nehézséget, tévképzetet.

A mérésünk adatai azt mutatják, hogy a mérőeszköz segítségével nagyon sok fontos és érdekes információhoz lehet jutni arról, milyen szintű és mélységű ismerettel rendelkeznek az egyes tanulók. A kvalitatív elemzés során láthattuk, hogy az iskolai képzés hatására a tanulók fogalmai jelentősen gazdagodnak. Különösen igaz ez az élő anyag, illetve az anyagforgalom, fotoszintézis fogalmakra. Több esetben viszont, főként az anyagszerkezeti magyarázatot kérő feladatokban olyan megértési problémákat, tévképzeteket tapasztaltunk, amelyek a több éves természettudományos oktatás ellenére is megmaradtak.

A kvantitatív adatelemzés során kiderült az, hogy a tizenegyedik évfolyamosok feladat-sora tesztként működik. A tanulók teszten nyújtott teljesítménye közepesnek mondható. A teljesítmény és a háttérváltozók közötti korreláció jelzi, hogy kis mértékű, de szignifikáns összefüggés van a természettudományos érdeklődés, a természettudományos tárgyakból szerzett jegyek és a teszten nyújtott teljesítmény között.

A tesztelemzés során kiderült, hogy a teszt homogenitásán, a feladatok nehézségén és megfogalmazásán még javítani kell. A feladattípusokkal kapcsolatos tapasztalat az, hogy

a legtöbb információt a kvalitatív adatelemzéshez azok a feladatok adják, amelyekben nem teljesen nyilvánvaló, hogy milyen konkrét ismeretet kell felidézni. A problémafeladatok arra készítetik a tanulókat, hogy a meglevő hétköznapi és tudományos ismereteik felhasználásával saját maguk találják ki a magyarázatot.

A vizsgálatunk eredményeit a továbbiakban fel tudjuk használni a mérőeszköz továbbfejlesztéséhez, valamint egy olyan komplex vizsgálat megtervezéséhez, amely egy szűkebb tudásterületen, az anyagszerkezeti témában többféle módszerrel (kis- és nagymintás mérés) vizsgálja a fogalmi rendszer változásának folyamatát.

Eredményeink az oktatási gyakorlat számára jelzik azt, hogy bár a tanulók sok ismerettel rendelkeznek, fogalmaik jelentősen bővülnek a természettudományos képzés során, az ismeretek mélysége, pontossága, hasznosíthatósága gyakran nem megfelelő. Az átlagos megértési szint még a tizenegyedikeseknél sem volt magasabb a 4-es értéknél egyik feladat esetében sem, ami azt mutatja, hogy sokan adtak részben vagy teljesen hibás választ. A hibás válaszok számos esetben arra hívják fel a figyelmet, hogy a tanulók nem értették meg alapvető fizikai és kémiai törvényszerűségeket, összefüggéseket. Ilyen például a párolgás, az oldódás, az egyensúly és annak eltolódása, a molekulák és atomok keletkezésének feltételei, kémiai kötések felbomlásának lehetőségei stb. Az egyes problémákra adott válaszok sokfélesége pedig arra utal, hogy a tanulók fogalmi rendszere, annak gazdagsága és kapcsolathálója eltérő, ezért a tanulók más-más módon értelmezik és interpretálják ugyanazt az információt. Ezt a jelenséget az oktatás során feltétlenül figyelembe kell venni.

Irodalom

- ABRAHAM, M. R.–GRZYBOWSKI, E. B.–RENNER, J. W.–MAREK, E. A.: *Understandings and misunderstandings of eight graders of five chemistry concepts found in textbooks*. Journal of Research in Science Teaching, 1992. 29. 105–120. old.
- AUSUBEL, D. P.: *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart and Winston, New York, 1968.
- CAREY, S.: *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MA: MIT Press, 1985.
- CHI, M. T. H.–SLOTTA, J. D.–DE LEEUW, N.: *From things to processes: a theory of conceptual change for learning science concepts*. Learning and Instruction, 1994. 4. 27–43. old.
- DISESSA, A.: *Towards an epistemology of physics*. Cognition and Instruction, 1993. 10. 105–225. old.
- GILBERT, J. K.–WATTS, D. M.: *Concepts, misconceptions and alternative conceptions: Changing perspectives in science education*. Studies in Science Education, 1983. 10. 61–98. old.
- KOROM ERZSÉBET: *Naiv elméletek és tévképzetek a természettudományos fogalmak tanulásában*. Magyar Pedagógia, 1997. 1. 19–40. old.
- KOROM ERZSÉBET: *Az iskolai és a hétköznapi tudás ellentmondásai: a természettudományos tévképzetek*. In: CSAPÓ BENŐ (szerk.): *Az iskolai tudás*. Osiris Kiadó, Budapest. 1998. 136–169. old.
- KOROM ERZSÉBET (megjelenés előtt): *A fogalmi váltás elméletei*. Magyar Pszichológiai Szemle, PFUNDT, H.–DUIT, R.: *Bibliography: Students' alternative frameworks and science education*. (harmadik kiadás), Institute for Science Education at the University of Kiel, Kiel, 1991.
- PIAGET, J.: *The child's conceptions of the world*. Harcourt, Brace and Company, New York, 1929.
- POSNER, G. J.–STRIKE, K. A.–HEWSON, P. W.–GERTZOG, W. A.: *Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change*. Science Education, 1982. 66. 211–227. old.
- POZO, J. I.: *A fogalmi váltás: Az újraserkesztés, kifejtés és hierarchikus beépülés folyamata*. Iskolakultúra, 1997. 12. 47–57. old.
- SPADA, H.: *Conceptual change or multiple representations?* Learning and Instruction, 1994. 4. 113–116. old.
- VASS VILMOS: *Történelmi tévképzetek a tanulók gondolkodásában*. Iskolakultúra, 1997. 10. 99–105. old.
- VOSNIADOU, S.: *Capturing and modeling the process of conceptual change*. Learning and Instruction, 1994. 4. 45–69. old.

Mi alakítja az énértékelésünket fizikából?

Az önészlelésünknek mint önreflexív visszacsatolásnak az érzelmi következményei az önattitűdök. Attól függően, hogy az iskolával, a tanulással kapcsolatos percepcióink milyen mértékben egyeznek az elvárásainkkal; hogy milyen mértékben értük el a céljainkat; hogy cselekedeteinkre, viselkedésünkre milyen válaszreakciókat kaptunk, különböző erejű pozitív (attraktív) vagy negatív (averzív) beállítódások, attitűdök épülnek be a kognitív hálózatunkba, személyiségünkbe.

Ez az értékelő érzelem hozzákapcsolódik az adott helyzethez, és a következő, hasonló helyzetben viszonyítási alapul szolgál. Tehát az így kialakuló önattitűdök a későbbi iskolai, tanulási sikeresség előrejelzőiként, önmotívumként működnek (Geen, 1995; Pintrich és Schunk, 1996).

Az iskolával kapcsolatos önminősítések a kognitív hálózatunkba beépülő, önmagunkra vonatkozó hitek, meggyőződések sokasága. Az önminősítések fogalmi szintű értékelések, amelyek közvetlen tapasztalat nélkül is beépülhetnek az önismeret kognitív hálózatába (pl. eleve, nekirugaszkodás nélkül lemondunk egy feladat megoldásáról). Az önminősítés irányulhat olyan önismeretre, amelyben tapasztalatilag beépült önattitűd működik, de létezhet valóságos tapasztalat (így kapcsolódó önattitűd) nélkül is. Ebben az értelemben az önminősítések mint tanulási motívumok kapnak szerepet (Nagy, 1994). Viselkedésünk sikerességének vagy kudarcainak feltételezett okait tulajdoníthatjuk önmagunknak (belső kontroll), de rajtunk kívül álló összetevőknek is (ld. az énvédő mechanizmusokat, Geen, 1995). Ettől függően lényegesen különböző jellegű és erejű motívumok keletkezhetnek, ami alapvetően meghatározhatja a későbbi viselkedést.

Az iskolához kapcsolható, direkt tanulással összefüggő önmotívumaink (önattitűdjeink, önminősítéseink, hiteink, tulajdonítások), önismereteink összességét a szakirodalom tanulmányi éntudatnak nevezi (Brinthaup és Lipka, 1992; Pintrich és Schunk, 1996). Ezt a magyar szakirodalomban még kevésbé elterjedt fogalmat Nagy József Én(tudat) és pedagógia című bevezető jellegű tanulmányában ismerteti. Bemutatja az énkutatások pedagógiai szempontból releváns eredményeit, beilleszti a tanulmányi éntudatot az énünk hierarchikus rendszerébe, ennek az iskolai tanuláshoz kötődő részrendszereként definiálja (1994).

A gyerekekben nem létezik globális, az iskolai tanulásban való sikerességet egészében megítélő önattitűd. Empirikus munkák sokasága igazolta, hogy elkülönül egymástól a matematikához és a humán tárgyakhoz kapcsolódó összetevő. Nem azok a gyerekek érzik magukat sikeresnek, nem azok rendelkeznek pozitív énnel a humán tárgyak esetén, mint akik matematikában (Marsh, Byrne és Shavelson, 1992). Ez idáig kevés vizsgálatot végeztek más tantárgyakhoz kapcsolódóan, feltételezik azonban, hogy a tanulmányi éntudat az egyes tantárgyak mentén további összetevőkre bomlik. Feltételezik továbbá, hogy egyes tárgyaknál az egyes témaköröknek megfelelően a rendszer tovább hierarchizálódik. Különböző önattitűdöket, hiteket fejleszthetnek ki például a geometriához, az algebrahoz vagy a trigonometriához kapcsolódóan (Pintrich és Schunk, 1996).

Az empirikus vizsgálatokból az is kiderül, hogy a gyerekek nagy hányada a tanulással kapcsolatos önattitűdjeit szinte teljesen kirekeszti, egészen más dimenzióként kezeli, mint önmaga általános megítélését. Ha az iskolapadban kudarcokkal kínlódo gyerekek tömegeit tekintjük, ezen nem is csodálkozhatunk, a személyiségfejlődésük szempontjából talán még előnyösnek is tekinthetjük.

Az én, éntudat hierarchikus szerkezetének feltárását, leírását a nyolcvanas évek közepétől pszichológiai kutatások sokasága célozta meg, ennek ellenére a rendszerről nem tudunk még egyértelmű modellt alkotni (Marsh, Byrne és Shavelson, 1992; Antunes és Fontaine 1998). A pedagógiai kutatásokban elsősorban az énnak, az utóbbi másfél évtizedben pedig az én komponenseinek a képességekkel, iskolai eredményességgel vett viszonyát vizsgálták. A tanulói teljesítmény összefüggésrendszere a hozzá kapcsolódó tanulmányi éntudattal elég jól feltérképezett terület (Hansford és Hattie 1982; Niemivirta, 1997; Skaalvik és Rankin, 1997). Feltételezhető azonban, hogy a tanulmányi éntudatban sok más változó hatása is közvetetten megjelenik. Célszerű ezért további vizsgálatokat végezni a lehető legbővebb változórendszerekkel, ebben az esetben ugyanis le lehetne fejteni a közvetített hatásokat, így meg lehetne mondani, hogy önmagában a tanulmányi éntudat milyen arányban felelős a tanulói teljesítményben lévő egyéni különbségekért.

A pozitív tanulmányi éntudat azonban lényegesen több, mint jó iskolai teljesítményt elősegítő eszköz: motívumrendszer. Az oktatási-nevelési folyamatban nem csak a teljesítmény elősegítésére felhasználható eszközként szerepelhet, kialakításának, fejlesztésének célként is meg kell jelennie. „A személyiségfejlesztés elsődleges feladata a fejlődés belső energiaforrásának, vagyis a kognitív motívumrendszer fejlődésének, fenntartásának, valamint a kognitív képességrendszer fejlődésének a segítése” (Nagy, 1996).

A hazai szakirodalomban több tanulmány is foglalkozik az én, éntudat (Marton, 1998; Nagy, 1994), az énkép (Kiss, 1978) életkori változásával, az én és az iskolai eredményesség kapcsolatával (Kőrössi, 1997). Kozéki (1984) az önértékelés megnevezést használja az énhez kapcsolódó munkájában, empirikus vizsgálatához adaptálja a Coopersmith által 1967-ben szerkesztett, 58 alternatív döntést igénylő önjellemző állítássort (Kozéki 1984). Az említett magyar vizsgálat azonban nem megy mélyebbre a négy alskála átlagának és szórásainak kiszámításánál, nem vizsgálja sem az alskálák struktúráját (az egyes itemek alskálába való besorolását empirikusan nem igazolja), sem az egyes alskálák közötti összefüggést, más pszichés struktúrákhoz való viszonyt sem vesz tekintetbe. Az eredeti mérőeszköz a hatvanas években készült, a rendszer alapjául szolgáló elméletet az empirikus munkák már a nyolcvanas évek elején megcáfolták (Burns, 1981).

Természetes kérdésként vetődik fel: mi az ok és mi az okozat? A jó tanulmányi eredmény, a sikerek alakítanak ki pozitív ént, vagy a pozitív én von maga után jobb eredményeket? A kérdésre persze nem lehet igennel vagy nemmel egyértelmű módon válaszolni, a hatás természetesen kölcsönös. A hosszabb időszakot átölelő longitudinális vizsgálatok nagy hányada azonban azt mutatta, hogy a tanulmányi éntudat nagyobb mértékben befolyásolta a későbbi tanulói teljesítményt, mint a teljesítmény a későbbi éntudatot (Helmke és van Aken, 1995). Ezek az eredmények különösen fontossá teszik a tanulmányi éntudat szerepét.

Ennek ellenére nem találtunk olyan hazai empirikus munkát, mely az én és a tantárgyspecifikus éntudat komponenseinek vizsgálatára irányulna, feltárná ennek a tanulók tudásához való viszonyát. A nemzetközi szakirodalomban is eddig feltáratlan területnek számít az egyes tantárgyakhoz köthető éntudat-komponensek vizsgálata. Az empirikus munkák nagyrészt két tipikusan különböző tantárgy (általában matematika és angol) vizsgálatára összpontosítottak (Pintrich, és Schunk, 1996). Nincs tudomásom olyan munkáról, mely a fizika és a matematika tárgyak kapcsán végzett volna elemzéseket.

Az éntudat egyes komponenseinek empirikus vizsgálatára a terület irodalmában több mérőeszköz is ismert (Self Research Center, 1998). Empirikus vizsgálatunk időpontjában azonban ezek a nemzetközileg standardizált mérőeszközök nem álltak rendelkezésünkre. Így

céljainknak megfelelően saját mérőeszközt fejlesztettünk ki. Kutatásunknak nem is volt célja a teljes én-struktúra empirikus feltárása, csupán a matematika, fizika tantárgyakhoz kapcsolódó komponensekre összpontosítottunk.

A fizika a korábbi vizsgálatok eredményei szerint az egyik „legproblémásabb” iskolai tantárgy (ld. erről részletesen Csapó, 1998), ezért állítottuk jelenlegi elemzéseink fókuszába is ezt a tantárgyat. A tanulmány célja a fizika tantárgyspecifikus éntudat egyéni különbségeinek vizsgálata: a családi háttér, az iskola hatásának elemzése.

Az empirikus vizsgálat módszerei

A minta

A felmérés során a mintánkat három megye (Bács-Kiskun, Csongrád, Somogy) tanulóiból állítottuk össze. A mintaválasztásnál törekedtünk arra, hogy e körön belül a reprezentativitás feltételeinek eleget tegyünk. Nem állítjuk, hogy a mintaválasztásunk országos reprezentativitást jelenthet, bár korábbi vizsgálatok eredményei azt mutatták, hogy önmagában a Csongrád megyei minta is elegendően jellemzi az országos populációt (Csapó, 1994a).

A bemutatott empirikus vizsgálat egy átfogó, a 11–17 évesek matematikai gondolkodásának összetevőit a lehető legtöbb oldalról vizsgálni kívánó kutatás részét képezte, a fizika ebben mint a matematika alkalmazási terepe kapott kiemelt szerepet. A jelen tanulmány kerekei között csak a 7. és a 9. évfolyamosok bizonyos adatainak elemzésére van lehetőségünk.

Az adatfelvételt 1998 tavaszán végeztük.

évf.	fiúk aránya %	osztályok száma	Bács-Kiskun n	Csongrád n	Somogy n	n
7.	51,1	27	275	280	178	733
9. gimn.	43,2	13	122	66	66	254
szakköz.	46,9	15	153	191	118	462
együtt	45,6	28	275	257	184	716
összesen	47,5	55	550	537	362	1449

1. táblázat

A minta jellemzése

A vizsgálat eszközei

Matematikából és fizikából tudásszintmérő tesztet töltöttek ki a tanulók.

A tanulók motívumainak, attitűdjeinek vizsgálatához kérdőívet szerkesztettünk. A matematika és fizika tantárgyspecifikus ént, a szaktanárok iránti attitűdöket, a fizika osztályközösségbeli megítélésének egyéni észlelését vizsgáltuk. Állításokat fogalmaztunk meg, a tanulóknak egy ötfokú skálán kellett kifejezniük, hogy az adott állítást mennyire érzik önmagukra igaznak, mennyire értenek vele egyet (az ilyen típusú skálákat Likert-skálának nevezik).

A matematika és a fizika tantárgyspecifikus éntudat komponenseinek vizsgálatára egyegy, 10 állításból álló Likert-skálát hoztunk létre. A matematikára és a fizikára irányuló skála egymásnak egyértelműen megfeleltethető állításokból áll: 6–6 pozitív és 4–4 negatív kijelentést tartalmaz. Néhány példa a fizika sorából:

- Rá se szeretek gondolni a fizikatanulásra.
- Ha fizikát tanulok, mindig szorongás, idegesség fog el.
- Fizikából gyakran kudarcok érnek.
- A fizikában mindig sikerélményem van.
- Könnyen szerzek jó jegyet fizikából.
- Számomra a fizika könnyű.

A pozitív megfogalmazású állítások esetén az egyetértés (tehát a nagyobb rangszám megjelölése), negatív tartalmú állításoknál az elutasítás (alacsonyabb rangszám megjelölése) je-

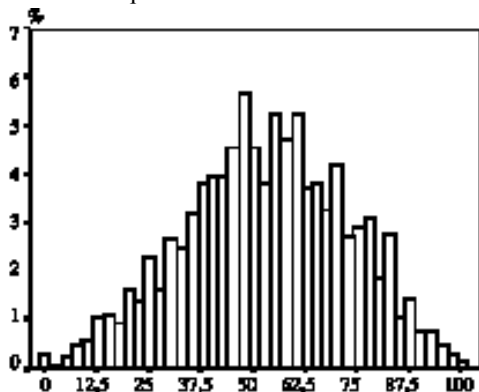
lenti a pozitívabb én-komponenst. Ahhoz, hogy a negatívan és a pozitívan megfogalmazott állítások ellentétes mozgásából származó nehézségeket kiküszöböljük, a negatív állításokra adott számértékeket kivontuk hatból. A felvett értékek így ugyanúgy 1 és 5 között maradnak, de a negatív megfogalmazású állítások skálája a pozitív állításokéval megegyezővé válik.

A Likert-skála szigorúan tekintve rangskálának számít, általánosan elfogadott azonban, hogy a komplex elemzési eljárásokban rejlő lehetőségek kihasználása céljából intervallum-skálaként kezelik (Halász, Hunyady és Marton, 1979; Csapó, 1994b). A skála valamennyi tétele megfelelő mérőnek bizonyult, a statisztikai elemzések megerősítették a tételek egyetlen változóhoz rendelésének jogosságát. A skála reliabilitása az egyes alminták esetében 0,77 és 0,86 között volt.

A Likert-skálával végzett vizsgálatok esetén a tételek (itemek) aggregálásával kapott értékkel határozzák meg a mérni kívánt változót. Ez a mutató egyszerűen az itemek értékeinek összeadásával képezhető, ugyanis a tesztitemekhez hasonlóan ebben az esetben sem változtatná meg szignifikáns módon a rangsort, illetve a korrelációkat (Halász, Hunyady, Marton, 1979).

Mind a matematikához, mind a fizikához kapcsolódó én-komponens körében a 10–10 item összegzése esetén egy 10 és 50 közé eső számot kapunk. A változóértékeken lineáris transzformációt hajtottunk végre, így a felvett értékek 0 és 100 közé esnek. Így módon definiáltuk a Matematika tantárgyspecifikus ÉNtudat komponenst: MÉN; és a Fizika tantárgyspecifikus ÉNtudat komponenst: FÉN.

Az így kapott változók elég finom felbontást adnak (41 lehetséges különböző érték rendelhető a tanulókhöz), és mind a teljes minta, mind a részminták esetében jól közelítik a pszichológiai változóktól általában elvárt normál eloszlást (ld. 1. ábra). A MÉN gyakorisági eloszlása teljesen hasonló képet mutat a FÉN eloszláshoz.



1. ábra
FÉN gyakorisági megoszlása ($\bar{x}=52,8$; $s=19,8$)

A fizika és a matematika énkomponens a nem és az évfolyam függvényében

A két vizsgált korcsoport között jelentős különbség van a FÉN átlagaiban. Magasabb évfolyamon alacsonyabb átlaggal jellemezhető a korosztály. Azaz, az iskolázás előrehaladtával negatívabb a tanulók fizikához kapcsolódó énértékelése. A gimnazisták és a szakközépiskolások között is szignifikáns különbség mutatható ki, a gimnazisták javára. A pontosabb összehasonlítás miatt a hetedik évfolyamot korrigáltuk: levettük a tanulók tanulmányi eredmény szerinti alsó harmadát, azokat, akik feltételezhetően szakmunkásképzőben tanulnak tovább, a csökkenés azonban ebben az esetben is szignifikáns maradt. Tájékoztatásképpen a 2. táblázatban a MÉN értékeit is feltüntettük.

A fiú-lány különbségek részletes elemzése, illetve a mögöttes okok keresése nem célja jelen tanulmányunknak, néhány jellegzetes eltérést azonban szeretnénk megemlíteni. Minden alminta esetén nemi különbségeket figyelhetünk meg. A fiúk átlagosan magasabb FÉN-nel bírnak, azaz jobb a fizikához kapcsolódó értékelésük. A nemek közötti különbségek a gimnazisták esetében a legnagyobbak. E mögött elképzelhető, hogy nemi sztereotípiák húzódnak meg (sokan azt a hitet közvetítik, hogy a fizika úgymond „fiús tárgy”), és ebbe az iskolázás előrehaladtával a gyerekek fokozatosan „beletanulnak”. Mindemellett, a 7. évfolyamon a fizika jegyekben a lányok mutatkoztak átlagosan jobbnak, a 9. évfolyam esetében pedig nincs jelentős különbség a fizika osztályzatok átlagában. A fizika tudásszint-mérő teszt eredményeiben sem volt a nemek között szignifikáns eltérés.

		NEM					
		FIÚ			LEÁNY		
		átlag	szórás	n	átlag	szórás	n
7. osztály	MÉN	58,8	17,7	294	56,7	18,0	281
	FÉN	60,4	18,2	294	56,1	19,3	281
9. oszt. gimn.	MÉN	60,1	19,0	104	57,6	19,1	137
	FÉN	57,6	20,4	104	45,9	20,6	137
9. oszt. szakköz.	MÉN	57,1	17,4	198	50,8	18,2	224
	FÉN	53,8	17,3	198	46,3	17,8	224

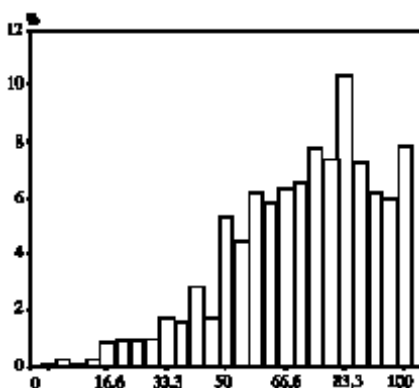
2. táblázat

A MÉN és a FÉN átlagai és szórásai életkorok és nemek szerint

A fizikatanár iránti attitűd

A fizikatanár iránti attitűdöt egy hat tételből álló, ötfokú Likert-skálával vizsgáltuk. A skála jól differenciálta a tanulókat, mindemellett a hisztogram jól látható módon nem közelíti a normál eloszlást: kedvező, hogy az eloszlás erősen jobbra aszimmetrikus, azaz a tanulók inkább pozitív tanári attitűdökkel rendelkeznek. A 80 körüli kiugró érték azt mutatja, hogy a tanulók gyakran a négyes értéket tartották az attitűdjüket legjobban kifejező számnak.

Az idősebb korcsoport esetén a fizikatanár iránti attitűdök szignifikánsan rosszabbak. Ez az attitűdromlás az iskolatípustól is függ: a szakközépiskolások viszonya a fizikatanárhoz jellegzetesen rosszabb. Az attitűdben azonban nem találtunk a nemek között szignifikáns különbséget.



2. ábra

A fizikatanár iránti attitűdök $n=1109$; $\bar{x}=71.3$; $s=20.5$

Az önattitűdök különbségeinek okai

Korábban megmutattuk, hogy a fizika tantárgyspecifikus éntudat jó közelítésben normál eloszlást mutat. A tanulók között tehát jelentős egyéni különbségek is lehetnek. Az empirikus vizsgálatok sokasága igazolta továbbá, hogy a tantárgyspecifikus én jelentősen befolyásolja a későbbi tanulói teljesítményt. Ha jobbak a tanulók önmagukkal kapcsolatos hitei, beállítódásai, akkor bátrabban, több energiát befektetve látnak a feladathoz, és így sokkal nagyobb esélyük van a sikerre. Pedagógiai szempontból igen fontos kérdés tehát, hogy a fellelhető egyéni különbségek milyen okoknak tulajdoníthatók. A kérdés empirikus megválaszolására a regresszióanalízis lehet az egyik alkalmas eszköz. E statisztikai módszer segítségével választ kaphatunk arra, hogy a vizsgálatban felvett többi változó milyen arányban magyarázza a tanulók FÉN-jében lévő egyéni különbségeket.

Jelen vizsgálat keretei közt, elméleti megfontolások alapján, az alábbi változórendszer hatásvizsgálatával foglalkoztunk:

- szülők iskolai végzettsége (szocio-ökonomiai státusz becslésére);
- fizikatanár iránti attitűd;
- a fizika osztályközösségbeli megítélésének egyéni észlelése, három tétel ötfokú Likert-skálán (példa tétel: „Rangot jelent az osztályunkban, ha valaki jól tudja a fizikát”);
- fizika osztályzat, amit a tanulói teljesítmény visszacsatolásaként tekintünk;
- fizika tudásszintmérő teszt, amit a tanulók fizika tárgyi tudásaként értelmezzünk;
- matematika osztályzat;
- matematika tudásszintmérő teszt;
- matematika tantárgyspecifikus én (MÉN).

A felvett változórendszer által megmagyarázott összhatás (R^2) mindhárom részminta esetében 50% körüli, azaz a FÉN-ben lévő egyéni különbségek okát csak fele részben fedik le, a másik fele a vizsgálatba be nem vont, ismeretlen változóknak tulajdonítható. Az adatok azonban azt mutatják, hogy a vizsgált korcsoportokban, illetve a 9. évfolyam esetén a gimnázium és a szakközépiskola esetén más-más súllyal szerepelnek a változók. További különbséget találunk a gimnazisták és a szakközépiskolások között: a gimnazisták esetében a változók nagyobb arányban kapnak szerepet, az együttesen megmagyarázott hatás ebben az esetben 10%-kal nagyobb (l. 3. táblázat).

A FÉN egyéni különbségeiért mindhárom alminta esetén legnagyobb mértékben a fizika osztályzatok és a fizikatanár iránti attitűdök felelősek.

Az egyes almintákban a fizika osztályzatok hatásának erőssége különböző. A hatás a gimnazisták esetében a legkisebb (16,5%), úgy tűnik, hogy ők függetlenítik legnagyobb mértékben az énértékelésüket az osztályzatoktól. A szakközepesek esetében az osztályzat a legerősebb tényező (26,8%), az összes ismert hatás jóval több mint feléért felelős. Az értékelési, osztályzási módszereink szempontjából azonban elgondolkodtató, hogy míg a tantárgyi osztályzatok igen jelentős mértékben magyarázzák a tanulók tantárgyhoz kötődő énértékelését, addig a jó teszjtulajdonságokkal rendelkező fizikai tudásszintmérő egyik alminta esetén sem kap szerepet. A gimnazisták esetében még pozitív korreláció sincs a teszt és a FÉN között, amellet, hogy a jegy és a FÉN korrelációja közel 0,5. Korrelálatlanságot kapunk továbbá a fizika teszt és a fizika osztályzat között is. Csapó Benő vizsgálatában hasonlóan gyenge kapcsolatot találtak a fizika osztályzatok és a külső referenciát képviselő tudásszintmérő teszt között, „a hetedikes fizika tekintetében az a fő tendencia, hogy a jegyeknek szinte alig van közük a teszteken elért eredményekhez” (Csapó, 1998). Eredményei szerint a természettudományos kutatások esetén a teszttel mérhető tudás legfeljebb 30–40%-os mértékben határozza meg a tantárgyi osztályzatokat.

Az adatok azt mutatják, hogy mind a hetedikes, mind a kilencedikes évfolyam esetén jelentős a tanár tantárgyspecifikus énértékelést alakító hatása, súlya közel egyenlő a tantárgyi osztályzatoknak tulajdonított hatással. Úgy gondoljuk, hogy ezen dimenzió tudatos

megragadásával jelentős eredmények érhetők el a tanulók motívumainak, ismereteinek alakításában. Ezzel szemben a fizika tárgy osztálytársak közötti megítélése egyáltalán nem kap szerepet.

A harmadik meghatározó tényező a tanulók matematika tárgyhoz kötődő énértékelése (MÉN). Hatása a 7. évfolyam esetén közel 20%, a 9. évfolyam gimnazistái esetén ennek csak a fele, a szakközepesek esetében pedig harmada. Ez alapján feltételezhetjük, hogy az életkor előrehaladtával a MÉN és a FÉN dimenziók függetlennednek egymástól. További elemzéseink azt mutatták, hogy e két pszichikus struktúra között nem kölcsönös egymásra hatásról van szó, sokkal inkább a MÉN-nek a FÉN feletti dominanciája rajzolódik ki. A fizika elkülönülését mutatja a matematika osztályzat negatív értékű hatása is. A negatív érték azt jelenti, hogy a matematika osztályzattal való pozitív korrelációt csak más változók jegy által közvetítő hatása okozza. Önmagában a jó matematika osztályzat tehát nem von maga után jobb fizikához kötődő énértékelést, mindamelllett, hogy a fizikában nélkülözhetetlen eszköz a jó matematikai jártasság. Az eredmények újabb adalékul szolgálnak a fizika peremre szorulásához. Több magyar vizsgálat kimutatta, hogy a fizika az egyik legkevésbé kedvelt tantárgy (Csapó 1998; Józsa 1998). A tanulók túl absztraktnak és ezáltal használhatatlannak ítélik a fizikát. A képletekkel, számolásos feladatokkal telített fizikától nem találják az utat a hétköznapi problémáinak értelmezéséhez, megoldásához.

Hazai és külföldi kutatások sokasága igazolta, hogy a szülők szocio-ökonómiai státusza (a család társadalmi és anyagi helyzete) erőteljes meghatározója az iskolai eredményességnek, az iskolai esélyegyenlőtlenségek jelentős hányadát ezen okokra vezetik vissza. A vizsgálatok a családi környezetnek a tanuló életkorától, a tantárgy jellegétől függően 10–20% hatást tulajdonítanak. (Báthory, 1992). A szocio-ökonómiai státusz egyik legjobb, könnyen mérhető mutatójaként a szülők iskolai végzettségét szokták tekinteni. Vizsgálatunkban a szülők iskolai végzettségének tanulói teljesítményben kimutatható hatására a szakirodalommal egyező adatokat kaptunk. Ezek alapján feltételeztük, hogy a fizika tantárgyspecifikus éntudat is szoros kapcsolatban lehet a szülők iskolai végzettségével. Eredményeink nem igazolták ezen hipotézisünket. A szülők iskolai végzettségének nincs szignifikáns hatása a FÉN-re. Úgy tűnik tehát, hogy a lehetőségek nagyobb része az iskola kezében van.

Az eredmények értelmezésével azonban vigyáznunk kell: elképzelhető, hogy egy más változórendszerben ugyanezek a változók más súllyal szerepelnének. A statisztikai elemzés az oksági irány eldöntésére sem alkalmas, azt, hogy mik legyenek az okok és mi legyen az okozat, mi határozzuk meg.

függő változó: FÉN	7. évf. n=337	9. évf. gimnázium n=199	9. évf. szakközépiskola n=306
független változók	hatás (%)	hatás (%)	hatás (%)
szülők iskolai végz.	–	2,2	–
fiz. tanár iránti attitűd	16,5	28,1	23,7
társak észlelt hatása	–	–	–
fizika jegy	22,8	15,6	26,8
fizika teszt	–	–	–
matematika jegye	–8,9	–	–15,1
matematika teszt	–	–	–
MÉN	19,2	8,9	6,9
R ²	48,9	54,8	44,5

3. táblázat
A FÉN egyéni különbségeinek vizsgálata, regresszioanalízis

Összegzés

A tanulmányi éntudat mint tanult motívumrendszer került tanulmányunk középpontjába. *Franken* (idézi *Huitt*, 1998) a kutatási eredmények alapján feltételezi, hogy az éntudat húzódik meg a legtöbb motivált viselkedésünk háttérében. Nem gondoljuk, hogy el kellene fogadnunk Frankennek az éntudat elsődlegességéről alkotott nézetét, hiszen jól tudjuk, hogy kisgyermekkorban is alapvető motívumaink léteznek, és ekkor éntudatról még nem is beszélhetünk. Mindemellett motívumrendszerünk egy jelentős komponenseként elvitathatatlan szerepe van.

Az éntudat-kutatások fontos eredménye annak felismerése, hogy az egyénben az énértékelés területspecifikus komponensei léteznek. A nevelés során tanárként tudatosítani kell magunkban, hogy az éntudat hierarchikus rendszerként épül fel, a különböző területekre (tantárgyakra, kompetenciákra, stb.) vonatkozóan egészen eltérő komponenseket tartalmazhat. Az empirikus vizsgálatok eredményei alapján tudjuk, hogy az éntudat jelentős befolyást gyakorol a tanulói teljesítményre. Bár e két változó viszonya kölcsönös, a tanulmányi éntudatnak hatása a későbbi tanulói teljesítményre sokkal jelentősebb, mint a fordított hatás.

Empirikus vizsgálatunkban az éntudat egyik összetevőjét, a fizika tantárgyspecifikus énkomponenst (FÉN) elemeztük 13–15 évesek körében. Vizsgálatunkban a FÉN és a tanulói teljesítmény összefüggésére a külföldi szakirodalomból más tantárgyakat illetően ismertekkel jól egyező eredményeket kaptunk a magyar oktatási viszonyok között. Elemzésünk középpontjába a FÉN-ben fellelhető egyéni különbségek vizsgálatát állítottuk. Az egyéni különbségeket feltételezhetően okozó hatásoknak körülbelül a felét sikerült azonosítani. Az adatok azt mutatják, hogy a FÉN alakulásában az iskolának, a tárgyat tanító tanárnak van döntő szerepe. A szocio-ökonómiai státusz nem gyakorol jelentős befolyást erre a tantárgyspecifikus motívumra. Továbbgondolásra késztet az a tény, hogy bár a szaktantárgyi osztályzatoknak kiugró súlya van az énkomponens alakításában, a tudásszintmérő teszttel mért tárgyi tudásnak semmilyen szerepe sem mutatható ki. Hasonló módon nem volt kimutatható a jelenlegi, dominánsan feladatmegoldó fizikához nélkülözhetetlen jártasságokat biztosító matematika éntudat hatása. Más vizsgálatainkban a matematikai, természettudományos gondolkodásban fontos szerepet betöltő képességekkel való kapcsolatot elemeztük (kreativitás, problémamegoldás, bizonyítás), szignifikáns kapcsolatot azonban ezekkel sem találtunk.

Irodalom

- ANTUNES, C.–FONTAINE, A. M.: *Relations between self-concept and social support appraisals – the use of Lisrel method on longitudinal sample of 7th and 9th grade adolescents*. Paper presented at 6th Workshop on Achievement and Task Motivation. Aristotle University of Thessaloniki, Greece, 1998.
- BÁTHORY ZOLTÁN: *Tanulók, iskolák – különbségek: egy differenciális tanításmódot vázlatok*. Tankönyviadó, Budapest, 1992.
- BRINTHAUPT, T. M.–LIPKA, R. P. (szerk.): *The Self. Definitional and Methodological Issues*. State University of New York, Albany, 1992.
- BURNS, R. B.: *Self-Concept Development and Education*. Holt, Rinehart and Winston, London New York, 1981.
- COOPERSMITH, S. A.: *The antecedents of self-esteem*. Freeman, San Francisco, 1967.
- CSAPÓ BENŐ: *Az induktív gondolkodás fejlődése*. Magyar Pedagógia, 1994. 1–2. 53–80. old.
- CSAPÓ BENŐ: *Középiskolák tanulók véleménye a társadalmi és iskolai változásokról*. Magyar Pedagógia, 1994. 3–4. 207–231. old.
- CSAPÓ BENŐ: *Az iskolai tudás felszíni rétegei: mit tükröznek az osztályzatok?* In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai tudás*. Osiris Kiadó, Budapest, 1998. 39–81. old.
- GEEN, R. G.: *Human Motivation – A Social Psychological Approach*. Brooks/Cole Publishing Company, Pacific Grove, California, 1995.
- HALÁSZ LÁSZLÓ–HUNYADY GYÖRGY–MARTON L. MAGDA: *Az attitűd pszichológiai kutatásának kérdései*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1979.

- HANSFORD, B. C.,–HATTIE, J. A.: *The relationship between self and achievement/performance measure*. Review of Educational Research, 1982. 52. 123–142. old.
- HELMKE, A.–VAN AKEN, M. A.: *The causal ordering of academic achievement and self-concept of ability during elementary school: a longitudinal study*. Journal of Educational Psychology, 1995. 87, 624–637. old.
- HUITT, W.: *Self-concept and self-esteem*. (On line), [http://www.valdosta.peachnet.edu/\(whuitt/psy702/regsys/self.htm](http://www.valdosta.peachnet.edu/(whuitt/psy702/regsys/self.htm), 1998.
- JÓZSA KRISZTIÁN: *Science-related motives and attitudes in high school: An empirical study*. Paper presentation at the 6th Workshop on Achievement and Task Motivation. Thessaloniki, 1998.
- KISS TIHAMÉR: *Az énkép kialakulása és fejlődése*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1978.
- KOZÉKI BÉLA: *Személyiségfejlesztés az iskolában*. Békés megyei Pedagógiai Intézet, Békéscsaba, 1985.
- KÖRÖSSY JUDIT: *Az énkép és összefüggése az iskolai teljesítménnyel*. In: MÉSZÁROS ARANKA (szerk.): *Az iskola szociálpszichológiai jelenségtárája*. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 1997. 67–85. old.
- MARSH, H. W.–BYRNE, B. M.,–SHAVELSON, R. J.: *A multifaceted academic self-concept: Its hierarchical structure and its relation to academic achievement*. Journal of Educational Psychology, 1988. 80, 366–380. old.
- MARSH, H. W.–BYRNE, B. M.,–SHAVELSON, R. J.: *A multidimensional, hierarchical self-concept*. In: T. M. BRINTHAUPT–R. P. LIPKA (szerk.): *The self: definitional and methodological issues*. Albany, NY. State University of New York, 1992. 44–95. old.
- MARTON MAGDA: *Útban az éntudat kialakulása felé II. A tudat testérzéketi eredete*. Pszichológia, 1998. 18. 379–435. old.
- NAGY JÓZSEF: *Éntudat és pedagógia*. Magyar Pedagógia, 1994. 1–2. 3–25. old.
- NAGY JÓZSEF: *Nevelési kézikönyv*. Mozaik Oktatási Kiadó, Szeged, 1996.
- NIEMIVIRTA, M. J.: *Academic achievement, self-concept, and self-esteem: A longitudinal analysis of causal predominance*. Paper presented at the 7th European Conference for Research on Learning and Instruction, Athens, Greece, 1997.
- PINTRICH, P. R.–SCHUNK, D. H.: *Motivation in Education: Theory, Research, and Applications*. Prentice-Hall, Englewood Cliff, New Jersey, 1996.
- SELF RESEARCH CENTER: *Self Description Questionnaire I*. http://edweb.macarthur.uws.edu.au/...If_description_questionnaire_i.htm, 1998.
- SKAALVIK, E. M.–RANKIN, R. J.: *Dimensions of mathematics self-perception and relations with mathematics achievement*. Paper presented at the 7th European Conference for Research on Learning and Instruction, Athens, Greece, 1997.
- (A kutatás az OTKA T 22441 pályázat keretében valósult meg, témavezető: Vidákovich Tibor egyetemi docens, JATE Pedagógiai Tanszék.)

Információs és kommunikációs technikák a természettudományos oktatásban

Csehországban elkészült az információs és kommunikációs társadalommal (IKT) való átállás feltételeinek felmérése. Széles körű eszmecsereket tartottak a társadalom minden rétegében. A jövőendő tanárok felkészítése fontos szerepet játszik, hiszen a tanárok és az iskolák kulcsfontosságú szerepet játszanak az IKT kialakításában.

Azok a tanszékek, melyek a leendő tanárok képzésével foglalkoznak, különbözőféleképpen oldották meg ezt a feladatot.

Az első lépés a számítógépes tudományokat oktató tanárok képzése. A következő a természettudományok és a matematika oktatóinak képzése, aztán következnek a többi tantárgyakéi.

A természettudományos tárgyak oktatói nem eléggé felkészültek arra, hogy az új információs és kommunikációs technológiákat a középiskolai képzésben alkalmazzák. Az IKT fejlődése rendkívül gyors. Van olyan kurzusok, melyek a számítógépen alapuló oktatási módszert alkalmazzák az egyetemeken és vannak olyan kurzusok is, melyek a leendő tanárokat készítik fel ezen a területen. A jövő tanárai számára azonban nincs egységesen kidolgozott koncepció.

A természettudományokat oktató leendő tanárokat az egyetemi képzés során mind elméletben, mind a gyakorlatban meg kell ismertetni az IKT nyújtotta lehetőségekkel. Az IKT ezen komplex megközelítése biztosíthatja az IKT integrálását a különböző tantárgyak tanítási/tanulási folyamataiba. Arra a következtetésre jutottunk, hogy a pusztán elméleti megközelítés nem elegendő ahhoz, hogy az iskolai gyakorlatban azt alkalmazzák.

A komplex megközelítést az Ostravai Egyetem Természettudományi Kara dolgozta ki. Táblázatunk azokat a lépéseket mutatja, amelyekkel a nappali képzésben részt vevő leendő tanárok, főleg fizika- és kémia tanárok felkészítését, gyakorlati képzését biztosítjuk.

A leendő tanárok felkészítésének módszere egyforma minden természettudományos tantárgy esetében. A kurzusokat ezért speciális laboratóriumokban tartjuk.

Fizikusok tartják a „Számítógép alapjai” című kurzust minden tantárgy esetén. A haladó kurzusokat olyan fizikus, kémikus specialisták tartják, akik jól ismerik az IKT-t. Ezen specialisták és a számítógépes szakértők között folyamatos az együttműködés. A haladó kurzusok, melyeken valóban használják a számítógépet a kísérleteknél, a hallgatók számára nagyon fontosak, mégpedig a következő okokból:

- gyakorlatszerzés a kísérletekben, igazi mérések, a méréseredmények értékelése és adatmentés;
- számítógép használata az automata ellenőrző rendszerekben;
- számítógépből és annak perifériáiból történő adatszerzés, feldolgozás és modellezés.

Az ehhez szükséges technikai háttérrel a fizika, kémia és biológia tanszékek együttműködésével teremtettük meg. A mérésre, ellenőrzésre és modellezésre használt rendszereket (például IP-Coach, ISES – Intelligens iskolai kísérletező rendszer) használjuk a leendő tanárok képzése során. A rendszerek, melyek magukban foglalják a fizika, kémia és biológia oktatást, Csehországban az összes középiskola rendelkezésére állnak. A számítógépeket guruló állványok-

Az IKT elemei	Gyakorlati megvalósítás
1. A számítógép ismeretének alapjai = kommunikálás a számítógéppel + a számítógép mint eszköz alkalmazása (alapvető felhasználói funkciók, szövegszerkesztő, táblázatkezelő, Internet)	„A számítógép alapjai” – gyakorlati kurzus minden hallgatónak
2. A számítógép mint segédeszköz a hallgatók számára	Laboratóriumi mérések, szemináriumok, dolgozatok elkészítésében
3. A számítógép mint ellenőrzőeszköz a hallgató tanulási folyamatában	Speciális tanító/tanuló programok használata egyéni tanuláshoz (prezentációk, gyakorlás, tesztek, a hallgató önellenőrzése)
4. A számítógép mint információforrás a hallgató számára	Az elkészített anyagok elektronikus publikálása (tanító/tanuló információk) Az Internet-szolgáltatások használata (e-mail, FTP, Telnet, Gopher, WWW)
5. Számítógéppel segített kísérletek	Számítógép segített kísérletek a laboratóriumi kurzusokon (fizika, kémia, biológia) a hallgatók számára Számítógép segített kísérletek – speciális kurzusok a leendő tanárok számára (fizika – „Középiskolás kísérletek kurzusa”, kémia – „A kísérleti munka technikája”) – a kísérletek didaktikai elemeinek hangsúlyozásával
6. Számítógép használata az előadásokon és szemináriumokon	A számítógép használata prezentációkhoz, modellezéshez, szimulációkhoz
7. Az IKT felhasználási lehetőségeinek bemutatása a középiskolákban oktatott természettudományos tárgyak (fizika, kémia, biológia) tanításában	„Számítógép segített tanítási/tanulási folyamat” elnevezésű kurzus (leendő fizika-, kémia- és biológia-tanárok számára)
8. A hallgatók kreativitásának fejlődése a tanítási/tanulási folyamat során és ennek eredményei a képzési programban (IKT)	Speciális munka elkészítése a „tanulmányi verseny”-re (évente rendezzük csak leendő tanárok számára) A szakdolgozat

ra helyeztük, így az igényeknek megfelelően könnyen mozgathatók.

Az IKT területén a fejlődés rendkívül gyors, de meg kell próbálnunk lépést tartani vele. A tanárok ugyan kötelezően elvégeznek egy informatikai kurzust, de sokan közülük nincsenek tisztában azokkal a lehetőségekkel, melyeket a számítógép kínál a tanítási/tanulási folyamatban. Az oktatók képzése mostanra megoldódott, és gyakorlati kurzusokon azt is elsajátítják, hogy egy-egy speciális esetben hogyan alkalmazzák a számítógépet.

Irodalom:

- MECHLOVÁ, E.–KRIÁFALUSI, D.–LISKA, M.: *Preparation and presentation of the multimedia programs for physics and chemistry*. University of Ostrava, Ostrava, 1997.
MECHLOVÁ, E.: *The True Experiments os Simulations? In New ways of Teaching Physics*. Board of Education, Ljubljana, 1997.
MECHLOVÁ, E.–KONÍCEK, L.: *The Evaluation Criterions of Multimedia Educational Programs*. In Scientific Pedagogical Publishing, áeske Budejovice. Pedagogicky software'98. 1998. 196–198 old.

Erika Mechlová–Dana Kriřfalusi

Hallgatói kutatási programok

A tehetséges hallgatók képzésének legjobb módja

A Petnicai Tudományos Központ (PTK) egyedülálló, iskolarendszeren kívüli oktatási intézet. A Központ minden évben 600 főiskolás diáknak nyújt lehetőséget tanulásra kutatási program keretében, 15 különböző tudományterületen.

A programokat az egyes hallgatókhoz igazítják, és minden hallgató részt vesz azokon a kurzusokon, melyek a saját kutatási programját érintik. A hallgatók a tanév során különböző kurzusokra jelentkezhetnek. Ezek a diákok általában saját iskolájuk legjobb diákjai, és a PTK szemináriumain való részvétel egyfajta megtiszteltetést és rangot jelent számukra. Minden szeminárium maximum 15 napig tart.

A Petnicában végzett program legfontosabb része a kutatási munka módszertanára, tudományos értekezésekre és előadásokra vonatkozik. A tanulás kutatáson keresztül (TKK) olyan modell, amely a következőket foglalja magában: a kutatás megtervezése hivatásos tudósok segítségével, adatkeresés, kísérletek, elemzés, az eredmények interpretálása és a program bemutatása. Minden hallgatónak készítenie kell a kutatási program végén egy beszámolót függetlenül attól, hogy a kísérletük eredményes volt-e vagy sem. Ezen beszámolók kutatási szintje kevésbé fontos, mint az a tény, hogy a programot teljesen befejezte-e valaki, vagyis nemcsak a kutatással magával végzett, hanem korrekt módon eleget tett az olyan „unalmas” követelményeknek is, mint amilyen a források keresése vagy a korábban már annyiszor kijavított szöveg újrjavítása.

16 éves fennállás és tapasztalat után beszélhetünk a tehetséges főiskolai hallgatók képzésének Petnica-modelljéről, egy olyan modellről, amely nemcsak olyan versenyekkel igazolta magát, melyen hallgatóink részt vettek (első lépés a Nobel-díj felé, például), hanem kitűnő hallgatók több száz kiváló munkájával is.

Ezek után jelszavunk a következő: hallok valamit – elfelejtem, látok valamit – ismer-

em, csinállok valamit – megértem. Ezek az ősi kínai szavak plasztikusan kifejezik a TKK lényegét.

Ösztönző környezet

Valaha egy „másodrangú tudós első osztályú kutatást tudott végezni, manapság viszont egy kiváló tudós sem végezhet még másodrangú kutatást sem”. Ez nyilvánvaló következménye annak a helyzetnek, amelyet a tudomány az utóbbi ötven évben elért. Ez többé nem kiválóság vagy ügyesség kérdése. A tudomány mindennapos emberi elfoglaltság. Világszerte tudósok milliói dolgoznak valamilyen nagy projekt kis részén, amely már eredményeket mutathat fel. Milliók közül csak néhánynak adatik meg a lehetőség, hogy kreatív legyen és kipróbálhassa tehetségét. A tudósok manapság a tudomány „munkásai”. Ez a kutatások költségeiből adódó lehangelő helyzet a legtöbb lelkesedést és jó szándékot megöli.

A Petnica Tudományos Központ olyan hallgatókat választ ki, akik érdeklődnek a tudományos kutatás iránt, megfelelően motiváltak és képesek megfelelni a követelményeknek. A lelkesedés és jó szándék azok a tulajdonságok, melyeket az ösztönző környezet ad. Ez maga a Központ. Ezenkívül csak három másik nélkülözhetetlen feltételnek kell megfelelni: nyitottnak, módszeresnek és kitartónak kell lenni.

A tanulás kutatáson keresztül olyan modell, amely a tudás megszerzésének két fontos elemét teszi lehetővé. Az egyik: lehetőség a „felfedezésre”. A felfedezésből származó eredmények ugyanolyan fontosak, mint az út, amely odáig vezetett. A fő kutatási irányvonal sok öröm és izgalom forrá-

sa. A felfedezés öröme nem a kutatás tárgyában vagy a végeredményben van, hanem a tudományos megközelítésben és ezek alkalmazásában. A TKK másik fontos eleme az a lehetőség, hogy új tudományos módszerekkel igazolhatunk már jól ismert tényeket vagy elméleteket. A hallgatók kutatási eredményei nem feltétlenül „számok”, melyeket eddig nem ismertünk. Új módszerek keresése a jól ismert régi adatok igazolására szintén izgalmas folyamat. Így a hallgató az első sorban lehet a professzionális kutatók között. Az új módszerek mindenki számára újak. A módszer alkalmazási területe az, ahol a speciális tudás és a különbség számít.

A hallgatói projektek meghatározásánál a következő feladatoknak kell eleget tenni:

- Meghatározni azt a kérdést és koncepciót, mely a tudományos kutatás fő irányát adja. A hallgatóknak fel kell állítaniuk egy tesztelhető hipotézist, és be kell mutatniuk a logikus kapcsolatot a tudományos koncepció és a kísérlet fajtája között.

- A tudományos kutatás megtervezése és irányítása. A tudományos kutatás megtervezése és irányítása inkább jelenti a vizsgálni kívánt terület és a rendelkezésre álló felszerelés bemutatását, a módszertani problémák felvetését és a forrásokból szerezhető tudományos ismereteket, mint magát a kutatást. A kutatás megkívánhatja a hallgatótól a kérdés pontos megfogalmazását, a módszer kidolgozását és az eredmények publikálását.

- Berendezések használata a kutatás javítása érdekében. A különböző felszerelések, például kéziszerszámok, mérőberendezések és számítógépek a PTK-ban a tudományos kutatás alapelemei. Képzési modelünk legfontosabb eleme a számítógépek használata az adatok gyűjtésében, elemzésében és megjelenítésében. A megfigyelés és a mérés a tudomány gyakorlati alkalmazásának központi elemei. A hallgatókat megtanítjuk a különböző mérőberendezések használatára, az összegyűjtött adatokat a hallgatók táblázatban rögzítik, majd számítógépek segítségével grafikonba szerkesztik. A számítógép használata nagyban segíti a tudományos kutatást: az információk gyűjté-

sét, a tervezést, a mérést, a hipotézis felállítását és az elemzést. Az adatok vizuális megjelenítése segíti a hallgatókat, hogy megértsék a kapcsolatot a jelenség és annak grafikai megjelenítése között.

- Tudományos magyarázatok és modellek felállítása, illetve felülvizsgálata logika és bizonyítás segítségével. A hallgatók kutatásának magyarázat vagy modell felállításában kell végződnie. A modell lehet fizikai konceptuális vagy matematikai. A kérdésekre adandó válaszok keresése során a hallgatóknak olyan eszmecsereket és vitákat kell részt venniük, melyek eredményeként a magyarázatukat felül kell vizsgálniuk. Ezen vitáknak tudományos ismereteken, logikán és a saját kutatásukból vett bizonyítékokon kell alapulniuk.

- Alternatív magyarázatok és modellek felállítása és elemzése. Ez a megközelítés erősíti azt a kritikai vitaelemző készséget, amellyel a meglévő tudományos ismeret felülvizsgálható, a bizonyítás mérlegre tehető és a logika is megkérdőjelezhető, így kiválasztható, hogy melyik magyarázat vagy modell a legjobb. Más szavakkal: bár lehet, hogy több elfogadható magyarázat van, ezek nem feltétlenül egyenértékűek. A hallgatóknak ezzel a tudományos kritikai módszerrel ki kell választaniuk a legelfogadhatóbb magyarázatot.

Miért fontos ez a hallgatóknak?

A „felnőtt kutatási programok elszomorító jellemzője az, hogy minden projektnek valamilyen célra kell irányulnia. A kutatási eredmények igazolják a projektbe fektetett tőkét. Senki nem foglalkozik a módszer szépségével vagy a szokatlan, új megközelítésekkel. Szerencsére a Petnicában tanuló hallgatókra ez nem érvényes. Ha valaki a felfedezés és a megértés öröme miatt kutat, akkor nincs szükség más kritériumra, mint a jól végzett munka okozta meglegedettségre.

A századvég tudománya lehetőséget ad professzionális kutatók érdeklődési körébe illeszkedő amatőr kutatásokra. Az amatőr kutatás „reneszánszában” a legfontosabb szerepet a számítógépes tudományok, külö-

nösen a kaoszelméletek, hálózatok, Internetes adatbázisok, intelligens rendszerlemzők és az alkalmazott statisztika megjelenése játssza. Ezeken a területeken a vizsgált rendszerek koncepciójának nem túl bonyolultak, éppen ezért nem kívánnak különösebben magas szintű tudást. Ez megteremt a lehetőséget arra, hogy a hallgatókat is be lehessen vonni a kutatásokba. A PTK-ban folyó hallgatói kutatási projektek negyven százalékka a fent említett területeken zajlik.

Európa ezen részén az egyetemeken lehetőségei a gazdasági helyzet miatt meglehetősen korlátozottak, ezért a hallgatói kutatási programok szinte kivitelezhetetlenek. Nagyon ritka az az eset, hogy a hallgatók a diploma megszerzése előtt publikálhatnak. A TKK kiváló lehetőség számukra, hogy a kreatív gondolatok életkorában megismerkedhessenek a kutatás ízével. A Petnicai Lapokban való publikálás követelményei csak formálisak, de az itt végzett, befejezett kutatások lehetőséget adnak más lapokban való publikálásra, alkalmanként neves tudományos folyóiratokban is. Mások számára, akik nem akarnak „csodagyerekek” lenni, ez kiváló lehetőség arra, hogy kreatív módon fejzezhessék ki önmagukat. Mindkét fajta hallgató elégedett az elért eredményekkel. A TKK mellékhatása a szélesebb körű általános tudás, hiszen a mostani kutatások komplex megközelítést és csapatmunkára való képességet kívánnak, az egészséges versenyszellem ezt megköveteli.

Miért fontos ez az oktatónak?

A Petnicai Tudományos Központ felszerelést és ösztönző környezetet nyújt a kutatáson keresztüli tanuláshoz. Minden mást a diákokra hagyunk. A kutatás minden területét a PTK munkatársai figyelik. Az ő feladatuk a tanácsadás, az útmutatás és az önzetlen segítség. Ezek szükségesek ahhoz, hogy a kutatási folyamat felgyorsuljon. Nem évek, csak néhány hét áll rendelkezésükre. A segítség azonban tényleg nem több, mint pusztán segítség. A kutatás teljes egészében a hallgató feladata. Különböző elvész az öröm. A hallgatók néha elvesznek a munkában, de ezért hívjuk ezt kutatásnak. „Ha tudnánk, hogy mit csinálunk, akkor nem hívnánk kutatásnak, igaz?”

A korábbi PTK hallgatók a szemináriumokon segítenek az új hallgatóknak. Néhány év alatt „vendég előadókká” válnak. Előadásokat tartanak és segítik a hallgatói programok kivitelezését. A PTK-nak pillanatnyilag 800 munkatársa van. Ha elég ösztönző környezetet teremtünk, ha kaput nyitunk a kreativitásnak, és ha egy csapatba gyűjtünk megfelelő számú lelkes embert, akkor a történet hosszú ideig tart majd. Mindenki szeret visszajárni és élvezni a kutatást, ahogy ezt tizenéves korukban tették, és így a stábnak sem lesz többé probléma. „A csoda” reprodukálja önmagát.

Nebojsa Bogdanović–Srdjan Verbić

Mentor Könyvesbolt

1071 Budapest, L v lde tőr 7.

Telefon: 343-1893

A Mentor Könyvesbolt k n l a

tank nyvek,

pedag giai, pszichol giai szakk nyvek, szakfoly iratok,

fejlesztő j r l k.

Nyitva tartás: h t f t l p n t e k i g 9 17 n t i g

Hogyan sajátították el a tanulók „Az élővilág és a környezet” témakör tananyagát?

Egy fogalomfejlődési vizsgálat tanulságai

Az a vizsgálat, amelyből a következő feladatok és adatok származnak, arra irányult, hogy felmérje a 6–16 éves tanulók hierarchikus rendszert alkotó biológiai alapfogalmainak (élőlény, növény, állat, ember, gomba) fejlődését (tartalmának gazdagodását, mélyülését, strukturálódását). A mérési eredmények és a belőlük levonható következtetések a tantervi és a vizsgakövetelmények kidolgozásával kapcsolatos munkálatokhoz is tájékozódási lehetőséget nyújthatnak, segíthetik a gyakorló pedagógusok oktatómunkáját.

A mérést 1995 májusában végeztem Szegeden és közvetlen környékén (10 általános iskolában és 4 gimnáziumban) a 2., 4., 6., 8. és a 10. évfolyamon. Több minta egyidejű mérésére azért volt szükség, mert a vizsgálat átfogta a kötelező iskolázás teljes időszakát. A felmérés sajátos módszere a fogalomrendszer fejlődésének elemzéséhez készített öt (a második évfolyamon csak négy) feladatlap-változatból álló feladatlaprendszer és a vizsgált fogalomrendszer többszemponútú elemzéséhez elkészített diagnosztikus térképvázlat (keret, séma, amely egy adott területen megmutatja a diagnosztikus elemzéshez szükséges mutatók szerkezetét és kiszámításuk módját). Egy-egy terület elemzése sokféle szempont alapján történhet, ezért ugyanazon területhez (például tantárgyi tudáshoz) különböző diagnosztikus térképvázlatok adhatók meg. Egy tárgy tartalmi elemzése során keletkező struktúra maga is lehet egyfajta diagnosztikus térképvázlat (Vidákovich, 1990; Zátonyi, 1991). Ezen mérőeszközöket a biológia tananyag elemzése, a vizsgált fogalmak tartalmának és struktúrájának feltárása után készítettem el. Az elsajátítandó (objektívált; külső; a tantervekben, tankönyvekben leírt) tudás célként megadott struktúrájának ismeretében lehetséges csak ugyanis a ta-

nulókban létrejött (szubjektívált; belső) tudás struktúrájának vizsgálata (Nagy, 1985).

E tanulmányban a diagnosztikus térképvázlat szempontrendszeréből kiragadtam egy aspektust, az élőlények és a környezet kapcsolatát, és ismertetem az e szempont szerint képzett feladatok eredményeit, valamint az azokból levonható következtetéseket. Rámutatok a tanulók által elsajátított, állandósult tudás feltárt hiányosságaira és azok lehetséges okaira. Sajnos e tanulmányban terjedelmi okok miatt a méréshez használt feladatok bemutatására nincs mód, így azok rövid ismertetésére szorítkozom.

Az élőlények és a környezet

Mivel a biológia az élővilággal foglalkozó tudomány („az élet tudománya”), a legáltalánosabb fogalma az élőlény. A fogalom tartalmát kevés számú tulajdonság (jegy) alkotja: életjelenségeket mutat, sejtjes szerkezetű, környezetétől elválaszthatatlan, a természetben közösségeket alkot (Németh és Szécsi, 1983). Terjedelmébe tartoznak a növények, állatok, az emberek, a gombák és a mikroszervezetek.

Az élőlény és a környezet kapcsolatának feltárásával az élőlény fogalom újabb szempontból való megközelítése (egy újabb ponton való leképezése) lehetséges.

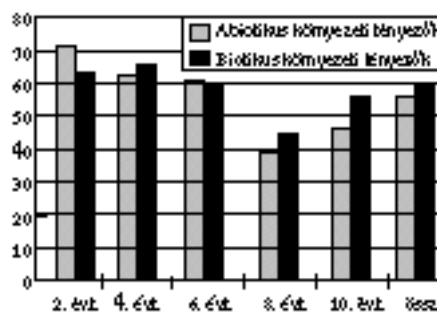
Az élőlények állandó kapcsolatban vannak a környezettel. Az élőlények nyílt rendszerek: anyagokat, energiát és információt vesznek fel és adnak le (anyagcserét folytatnak). A környezet a legtágabb értelemben mindaz, ami az élőlényt körülveszi, s ami létünket biztosítja: az élőlényeket vagy a tárgyakat körülhatároló tér (köznapi értelmezés). Szűkebb értelemben egy adott élőlényre ténylegesen ható (élettelen=abiotikus és élő=biotikus) tényezők (kényszerfeltételek) összessége az úgynevezett ökológiai környezet. Különbséget kell tennünk ökológiai környezet és környék között. A környék a lehetséges tényezők (a ténylegesen ható tényezők=kényszerfeltételek és a nem ható tényezők=potenciálisan ható tényezők) összessége. A környezet tehát élettelen és élő tényezőivel, az ökológiai tényezőkkel hat az élőlényekre, az élőlény használja ezeket a hatásokat, a környezet változásaihoz pedig tűrőképességének megfelelően alkalmazkodik. A tűrőképesség minden élőlény belső, öröklődő és a fajra jellemző tulajdonsága. Ez szabja meg, hogy a ható környezeti tényezőket milyen határokon belül képes elviselni, illetve azokra hogyan reagál. A tűrőképességi tartomány a környezeti tényezőknek az az intervalluma, amelyen belül az adott élőlény még életképes (a minimum és a maximum közötti intervallum; Szabó, 1991).

A tanítás céljaként kitűzött tudás

A tanulók által elsajátítandó tudás felértékeléséhez, tartalmi és strukturális elemzéséhez a tanterveknek a témakörrel kapcsolatos tananyagát, követelményeit, valamint a tanítás során használt tankönyveket célszerű áttekinteni. Ezekből a dokumentumokból összeállítható a vizsgálni kívánt tudás struktúrája. Az így feltárt tananyagstruktúra alapján készíthetők el a mérésre szánt feladatok, amelyek megoldásának teljesítményéből tudunk következtetéseket levonni a tanulók által elsajátított tudás minőségére vonatkozóan.

A tanulók által elsajátított tudás

A témakört két altémára tagoltam, melyek feladatainak összesített teljesítményét a vizsgált évfolyamokon az 1. ábra mutatja be. Az egyes évfolyamok teljesítményének megítéléséhez azonban minden esetben figyelembe kell venni, hogy a kérdések összeállításakor a tanulók ismereteinek bővülésére és mélyülésére is tekintettel voltam. Az alábbiakban részletesen tárgyalom az egyes feladatok megoldásának eredményeit és az azokból levonható következtetéseket.



1. ábra

A résztemakörök teljesítménye a különböző évfolyamokon

Abiotikus környezeti tényezők

A 2., 4. és 6. osztályosok egyik láncfeladatában (azaz olyan feladatban, amely az egyes feladatlap-változatokban több évfolyamon ugyanúgy vagy részben azonos módon szerepel) azt vizsgáltam, mennyire tudják a gyerekek a növények életben maradásához szükséges környezeti tényezőket (életfeltételeket) felsorolni (verbális reprodukció kapcsolás). (Ugyanazt a tantárgyi tartalmat különböző alkalmazási szinteken kérhetjük számon a tanulóktól: a felismerés vagy ráismerés szintjén, amikor a tanulónak csak rá kell ismernie a helyes válaszra, ki kell azt választania a megadott válaszlehetőségek közül; a kapcsolás szintjén, amikor a tanulónak saját magának kell megalkotnia a választ, aminek a memóriából való felidézését maga a kérdés vagy az utasítás segíti; a kivitelezés szintjén, amely például problémák, számolós feladatok megoldását, folyamatábrák, grafikonok készítését, elemzését jelentheti, és az értelmezés szint-

jén, amely a megfogalmazott megértést jelenti. Ez utóbbi mérése definíciók, törvények, szabályok, indoklások, bizonyítások számonkérésével történik, amikor a tanuló példákon keresztül, illetve magyarázó, értekező szövegek leírásával bizonyítja a megértést. Mind a négy szint esetében beszélhetünk az alkalmazás reprodukív (rutinszerű) és produktív (alkotó) szintjéről, illetve az absztrakciós szintek szerint szemléletes, verbális és formalizált alkalmazási szintekről (Nagy, 1992, 1993; B. Németh és Nagyné, 1999). A teljesítmények a különböző évfolyamokon (78%, 65%, 84%) jelzik, hogy a gyerekek többségének nem okoz problémát a kérdés megválaszolása. A 4. osztályosok teljesítménye valamivel alacsonyabb, mint a 2. osztályosoké, s a vártak megfelelően a 6. osztályosok teljesítménye a legmagasabb. A különböző életfeltételek felsorolásának gyakorisági sorrendje az egyes évfolyamokon a következő: 2. osztály: víz > levegő > talaj > fény > hőmérséklet; 4. osztály: levegő > fény > víz > talaj > hőmérséklet; 6. osztály: levegő > fény > víz > talaj > hőmérséklet. Láthatjuk, hogy az utóbbi két évfolyamon a sorrend ugyanaz. Lehet, hogy a 4. osztályosoknál a fejlődést a gyakorisági sorrend megváltozása jelenti. Ezt látszanak alátámasztani Kelemen László (1969) 6–10 éves korú gyerekek körében végzett felmérésének eredményei is. Az általa végzett vizsgálatban az egyes feltételek közül legtöbbször a vizet, a legkevesebben a levegőt említették. A kisebb gyermekek hajlamosabbak arra, hogy saját tapasztalataikból induljanak ki egy feladat megoldásakor. Azt szinte mindannyian tudják a 2. osztályosok közül, hogy a növényeket öntözni kell, mert különben elszáradnak, elpusztulnak, tehát szükségük van vízre (95%). Mindhárom évfolyamon az egyes feltételek közül legkevesebben a megfelelő hőmérsékletet nevezik meg.

A 2. és 4. osztályosok egy másik feladatában ugyancsak a növények életfeltételeit vizsgáltam, de a produktív kapcsolás szintjén. A feladat első részében a „Miért pusztult el a kísérlet során ez a növény?” kérdésre kellett válaszolniuk (a feladatban a kísérlet rajza szerepelt, a növényt egy üvegbúrával elzártuk a levegőtől). A 2. osztályosok

77%-os, a 4. osztályosok 54%-os teljesítménye mutatja, hogy a levegőt mint a növények életfeltételét a tanulók többsége a szemléletes produktív kapcsolás szintjén is helyesen nevezi meg. A 4. osztályosok teljesítménye ez esetben is visszaesést mutat a 2. osztályosokéhoz képest. A „Mi történne a szobanövényünkkel, ha hosszú ideig sötét helyen tartanánk?” kérdésre a 2. osztályos tanulók 71%-a, míg a 4. osztályosok 73%-a adott helyes választ és indoklást. A fényt mint a növények életfeltételét a verbális produktív kapcsolás szintjén is jól tudják a gyerekek.

Néhány feladatban az egyes élettelen környezeti tényezők szerepét vizsgáltam az élőlények szempontjából. A 2., 4. és 6. osztályosok egyik láncfeladatában a víz jelentőségére kellett két példát írni (reproduktív értelmezés szintje). A feladat teljesítménye az egymást követő évfolyamokon (62%, 72%, 94%) emelkedő tendenciát mutatott. Azt, hogy a víz élettér, élőhely a vízi élőlények számára, kevesebben tudták (42%, 61%, 89%), mint azt, hogy nélkülözhetetlen az életműködésekhez, vagy az élőlények testének nélkülözhetetlen anyaga (82%, 82%, 99%).

Egy másik láncfeladatban a 4., 6., 8. és 10. évfolyamokon a talajjal kapcsolatos kérdéseket tettem fel. Meg kellett határozniuk a talaj fogalmát (5%, 24%, 0%, 58%), és a 4., 6. és 8. osztályokban le kellett írniuk az élőlények szempontjából a talaj (71%, 81%, 0%), illetve a 10. évfolyamon a talajkolloidok jelentőségét (41%). A fenti teljesítményekből megállapítható, hogy a feladat első része (a fogalom meghatározása) nagyon nehéznek bizonyult. Az alsóbb évfolyamokon az alacsony teljesítményértékek azt jelzik, hogy ebben az életkorban a fogalmak definiálására még nemigen képesek a gyermekek. Ezen a szinten a „természetes” utánzásos (kontextusos-szituációs) fogalomtanulás felel meg az életkori sajátosságoknak, s a tankönyvekben is feleslegesek a nehézkes, a tanulók életkorának, előismereteinek nem megfelelő definíciók. A célnak nem kellően megfelelő definíciók elvesztik tanulásegítő, gyorsító hatásukat, néha pedig egyenesen akadályozzák a fogalom fejlődését (Nagy, 1995). Lehet, hogy ennek a következménye a 8. osztályosok 0%-os teljesítménye is. Az 5. osz-

tályban megtanult talaj definíciót teljesen ellefejtették 8. osztályra, mert valószínűleg meg sem tudták tanulni. Az új környezetismeret – környezetvédelem tankönyvcsalád 3. osztályosoknak íródott kötete tartalmazza a talaj definícióját. Nem valószínű, hogy meg tudják tanulni a gyerekek. A 10. osztályban már elfogadhatóbb teljesítmény született, hiszen ebben az évben újra tanulják e fogalmat. A talaj szerepét az élőlények életében többen írták le helyesen. Azt, hogy a talaj tápanyagot (táplálékot) biztosít az élőlényeknek, a 4. és a 6. osztályos gyerekek közül sokkal többen tudták (86%, 86%), mint azt, hogy élőhelyet nyújt számukra (55%, 76%). A 8. osztályosok teljesítménye ilyen szempontból nem értékelhető. A 10. osztályosok azt a kérdést kapták, hogy „Mi a talajkolloidok jelentősége?”. A talajkolloid fogalmát, jelentőségét 10. osztályban tanulták. Ehhez képest alacsonyan teljesítettek. Azt, hogy a talajkolloidok felületükön nagy mennyiségű anyagot (vizet, kationokat) képesek megkötni, a tanulóknak 61%-a tudta, de azt, hogy befolyásolják a talaj kötöttségét, már csak 20%-uk.

Azt is vizsgáltam, tudják-e, mely élettelen tényezők azok, amelyek minden élőlény szempontjából egyaránt fontosak, s melyek azok, amelyek a különböző élőlények szempontjából eltérő fontosságúak lehetnek. A 6., 8. és 10. osztályosok egyik egyszerű választás típusú láncfeladatában reprodukív felismerés szintjén kellett a tanulóknak számot adniuk a fenti ismeretek elsajátításáról. A 6. osztályosok 17%-a, a 8. osztályosok 21%-a, a 10. osztályosok 31%-a tudta kiválasztani a felsorolt válaszlehetőségek közül a helyeset (azt, hogy megfelelő hőmérsékletre és vízre minden élőlénynek szüksége van).

A 8. és 10. évfolyamon egy másik feladatban a produktív felismerés szintjén

kellett a tanulóknak ugyanerről a tudásról számot adniuk. A környezeti tényezőkkel kapcsolatos állításokról kellett eldönteniük, hogy igazak-e vagy hamisak. Érdekes módon ebben a feladatban a 8. osztályosok 92%-a, a 10. osztályosok 87%-a ismerte fel, hogy a „Víz nélkül minden élőlény elpusztul” állítás igaz. A 10. osztályosok 90%-a tartotta helyesen hamisnak „A talaj víztartalma az állatok számára közömbös” állítást. Azt, hogy „A megfelelő hőmérséklet valamennyi élőlény számára nélkülözhetetlen”, a 8. osztályosok 75%-a, a 10. osztályosok 85%-a tartotta igaznak. A levegő oxigénjével kapcsolatos állítások igazságértékét már nem ilyen egyértelműen tudták

jól eldönteni. Azt, hogy „A levegő oxigénjére a vízben élő élőlényeknek nincs szükségük”, a 8. osztályosok 87%-a, a 10. osztályosok 85%-a tartotta helyesen hamisnak. Ugyanakkor „A levegő oxigénje nélkül egyetlen élőlény sem élhet” állításról a 8. és 10. osztályosok közül is csak kevesen vélekedtek helyesen (28%, 47%).

Csak kevesen tudják,

hogy vannak anaerob élőlények is (például tetanusz baktérium), amelyek számára kifejezetten káros a levegő oxigénje. „Az élőlények számára legfontosabb a fény, mert enélkül elpusztulnának” állításról a 8. osztályosok 53%-a, míg a 10. osztályosok 80%-a állította helyesen, hogy hamis.

A 6. és 8. osztályosok egy másik feladatában az élőlények fennmaradásához nélkülözhetetlen környezeti tényezőket kellett a tanulóknak megnevezniük (reprodukív kapcsolás szintje). A vizet a 6. osztályosok 89%-a, a 8. osztályosok 93%-a nevezte meg, míg a megfelelő hőmérsékletet a 6. osztályosok 62%-a, a 8. osztályosoknak pedig mindössze 21%-a. Ha végignézzük a fent leírt adatokat, láthatjuk, hogy a teljesítmény a magasabb évfolyamokon általában na-

A feladat megoldásának 60%-os teljesítménye mutatja, hogy bár a tanítás során nagy figyelmet fordítanak e szempont érvényesítésére, mégsem tudják eléggé alkalmazni a gyerekek ezen ismereteiket a konkrét esetekben (például: hideg - tömött szőrzet - hiúz; fagyott talaj - felszín közelében szétágazó gyökerek - törpecserjék/fenyők; hideg - vastag szalonnaréteg - fókák).

gyobb, ami azt jelenti, hogy a tanulók közül egyre többen tudják a helyes választ.

Azt is megállapíthatjuk, hogy a bekezdés elején megfogalmazott kérdéssel kapcsolatban a tanulók tudása nem biztos. Míg az egyes állításokról (amelyek csak egy életlen környezeti tényezőre vonatkoznak) tudnak helyesen dönteni, addig egy egyszerű választásos feladatban, ahol az egyes válaszlehetőségekben egyszerre több tényező együttesen van felsorolva, már nem tudják kiválasztani az egyetlen helyes választ. Bizonytalanságuk oka lehet egyrészt az, hogy az élettelen környezeti tényezők jelentősége nem egyforma a különböző élőlények számára. (A víz minden élőlénynek egyaránt fontos, és a hőmérséklet valamennyi élőlény elterjedésére hatással van. A levegő oxigénje nélkül is csak kevés élőlény élhet. A fény a zöld növények táplálékkészítéséhez nélkülözhetetlen, a talaj viszont csak a szárazföldi növények egy csoportjának létfeltétele.) A Biológia II. gimnáziumi tankönyvben említés

szintjén sem szerepel a fenti információ a vonatkozó rész tárgyalásánál, így tudásuk elszigetelt információhalmaz marad. Az okok közt másrészt megemlíthető, hogy a tanítás során valószínűleg nem fektetünk kellő hangsúlyt ezen ismeretekre.

Vizsgáltam az élőlények szervezetének környezetükkel (az éghajlati tényezőkkel) és életmódjukkal való összefüggését is. A 6. osztályosok egyik feladatában a távoli tájak élőlényeiinek egy-egy környezeti tényezőhöz, illetve annak változásához való alkalmazkodását kértem számon a produktív kapcsolás szintjén: a környezeti tényező – testfelépítés – élőlény kifejezések közül a hiányzót kellett pótolni. A feladat megoldásának 60%-os teljesítménye mutatja, hogy bár a tanítás során nagy figyelmet fordítanak e szempont érvényesítésére, mégsem tudják eléggé alkalmazni a gyerekek ezen ismereteiket a konkrét esetekben (például:

hideg – tömött szőrzet – hiúz; fagyott talaj – felszín közelében szétágazó gyökerek – törpecserjék/fenyők; hideg – vastag szalonnaréteg – fókák).

Az élőlények testfelépítése és életmódja közötti összefüggést több feladatban is vizsgáltam. A 2. és 4. osztályosok egyik láncfeladatában a nagy fakopáncs, az arapapagáj és a bögőmajom ábráján kellett bekarikázni a kúszó, kapaszkodó életmódnak megfelelő testrészeket (produktív felismerés szemléletes szinten). Ez nem tananyag az alsó tagozaton, mégis a gyerekek közel fele oldotta meg jól a feladatot (56, 48%). A legtöbben a bögőmajom megfelelő testrészeit jelölték be helyesen (66, 61%). Ezek az adatok megerősítik azt a tényt, hogy napjainkban az iskolán kívüli ismeretszerzésnek is nagy sze-

repe van a gyermekek tudományos fogalmainak kialakulásában, fejlődésében. Az állatkerti séták alkalmával, az ismeretterjesztő irodalomból, a televízió adásaiból stb. rengeteget tanulhatnak a gyerekek. Az iskolai tanítás során lehet és kell is építeni a tanu-

Ha azt szeretnénk, hogy egy tétel bekerüljön a tartós memóriába, akkor nagyobb gondot kell fordítani jelentésének feldolgozására, mert a hosszú távú emlékezet reprezentációja a tételek jelentésén alapszik.

lók már meglévő ismereteire.

A 4. és a 6. osztály egyik láncfeladatában a nádas növényeinek (nád, gyékény) vízi életmódhoz való alkalmazkodására kérdeztem rá (produktív kapcsolás szemléletes szinten). A feladat azonos elemeinek teljesítménye a magasabb évfolyamon jelentős emelkedést mutatott (70, 83%). A 6. osztályosok közül sokan tudták, hogy e növények szára és gyökérzete hogyan alkalmazkodott a vízi életmódhoz. A negyedikesektől azt is megkérdeztem, melyik növény él a nádas mélyebb részein (produktív felismerés szemléletes szinten). Erre a kérdésre már csak kevesen tudtak jó választ adni (39%).

A 4. osztályban egy feladatban a ponty szervezetének a vízi életmódhoz való alkalmazkodását kellett leírni (produktív kapcsolás szemléletes szinten). A tanulók átlagteljesítménye 49%-os volt. A test-

alakra (45%), a légzőszervre (69%) és a kültakaróra (79%) vonatkozóan többen adtak helyes választ. Az oldalvonalat csak néhányan (5%) tudták megnevezni, de ez nem is tananyag a 4. osztályban. Ha ezt figyelembe vesszük, akkor a tanulók átlagteljesítménye e feladatban nem is tekinthető alacsonynak.

A 6., 8. és 10. osztályosok egyik láncfeladatában azt vizsgáltam, hogyan sajátították el a tanulók a környezeti tényezők és az élőlények életműködési közötti összefüggéssel kapcsolatos ismereteket. A 6. osztályosok feladatában fel kellett ismerni, hogy a bemutatott grafikonok közül melyik jellemző a tág tűrésű, melegkedvelő élőlényekre (reproduktív felismerés szemléletes szinten). Az elért 86%-os teljesítmény mutatja: a 6. osztályos tanulók többsége tudja, hogy a környezeti tényezők miként befolyásolják az élőlények élettevékenységét, tisztában van a tág tűrésű, melegkedvelő fogalmak jelentésével. A 8. és 10. osztályosok feladatában ugyancsak a tűrőképesség fogalmát vizsgáltam, csak konkrét példák esetében (produktív felismerés, illetve kapcsolás szemléletes szinten). A grafikonokat azonosítani kellett a tűrőképesség típusával és az élőlénnel, amelyre jellemző az adott tűrőképesség típus, majd ki kellett egészíteni egy, a felsorolt állatok tűrőképességével kapcsolatos hiányos mondatot. A feladat megoldásában a 8. osztályosok 36%-os, a 10. osztályosok 69%-os teljesítményt értek el. Ha a 6. osztályosok feladatának megfelelő item teljesítményét tekintjük csak a 8. osztályosoknál (43%), akkor látszik, hogy produktív felismerés szintjén sokkal nehezebb teljesíteni, mint reproduktív felismerés szintjén. A 6. osztályosok magasabb teljesítménye ezen túl még azzal is magyarázható, hogy a feladatban számon kért ismereteket a 6. osztályos biológia tananyag tartalmazza. 8. osztályra a gyerekek sokat felejtene. A 10. osztályosok emelkedő teljesítményét azzal magyarázhatjuk, hogy a 6. osztályban tanultakat ezen az évfolyamon ismétlik át és tanulják újra kis kiegészítéssel. Feltűnő azonban, hogy a 8. és a 10. osztályos tanulók közül csak néhányan tudták a hiányos mondatot helyesen kiegészíteni (25%,

18%). Ennek oka lehet, hogy nem tudják értelmezni kellően a függvényeket, illetve az általánosítás műveletére nem képesek a megfelelő szinten. A 10. osztályos tanulók rendkívül alacsony teljesítményénél azonban figyelembe kell venni azt is, hogy a Biológia II. tankönyv nem ugyanazt a fogalomrendszert használja a vonatkozó részeknél, mint a Biológia 6. tankönyv. Míg a 6. osztályos tankönyv szerint az élőlények tűrőképességük alapján lehetnek: tág tűrésűek vagy szűk tűrésűek, és hőigény szempontjából: melegkedvelők vagy hidegkedvelők, addig a II. osztályos tankönyvben az szerepel, hogy az élőlények hőtűrő képességük szempontjából tág hőtűrő képességűek és szűk hőtűrő képességűek csoportjára oszthatók, s ez utóbbiak lehetnek melegkedvelők vagy hidegkedvelők. A II. osztályos tankönyv a fentiek értelmében helytelenül kizárja, hogy a melegkedvelő élőlények tág tűrésűek lehessenek a hőmérséklettel szemben. Így nem csoda, ha ezt megtanulva nem értették a tanulók az adott feladatelemet. Az ismeretsajátítás szempontjából fontos, hogy a tankönyvek fogalmai egymásra épüljenek és segítsék (ne pedig akadályozzák) a tanulók fogalmainak rendszerbe épülését.

Biotikus környezeti tényezők

Az élőlények nemcsak az élettelen környezeti tényezőkkel, hanem egymással is sokoldalú, szoros kapcsolatban vannak. Az élő környezeti tényezőkkel kapcsolatos ismeretek fejlődését is vizsgáltam. A 2., 4., 6. és 8. osztályosok egyik láncfeladatában két-két példát kellett gyűjteni az élőlények (növény – növény, növény – állat és állat – állat) közötti kapcsolatokra (produktív kapcsolat verbális szinten). Ha a feladat összteljesítményét tekintjük az egymást követő évfolyamokon (38%, 50%, 66%, 49%), a 6. osztályig emelkedő tendenciát tapasztalunk. A 8. osztályosok teljesítménye, mint az több feladat megoldásánál tapasztalható volt, csökken a 6. osztályosokéhoz képest. Ha az egyes élőlények közötti kapcsolatokra írt példák eredményeit tekintjük (növény – növény: 30%, 45%, 74%, 46%; növény – állat: 48, 45, 62, 54%; állat – állat: 37%, 62%, 62%,

49%), akkor megállapítható, hogy a 6. osztályosok kivételével a többi évfolyamon a növény – növény közötti kapcsolatra való példagyűjtés okozta a legtöbb problémát. A növény – állat kapcsolatra a 2. osztályosok közül a táplálkozási kapcsolatokat említették legtöbbször. A 4. osztályosok főleg a megporzást hozták fel példaként. A 6. osztálytól kezdve újra a táplálkozási kapcsolatok domináltak. A 4. osztályosok (ahol az állat – állat közötti kapcsolatra) és a 6. osztályosok (ahol a növény – növény kapcsolatra írták a legtöbb példát) kivételével a legmagasabb teljesítmények a növény – állat kapcsolatra vonatkozóan születtek. A 4. osztályosok kivételével a többi évfolyamon a növény – állat kapcsolatra legtöbbször azt írták le, hogy a növényevő állatoknak táplálékként szolgálnak a növények. Kevesebben említik, hogy a növények bújóhelyet jelenthetnek az állatok számára, vagy az állatok terjesztik a növények terméseit, segítik azok beporzását, vagy az állatok pusztítják a növények kártevőit. A 4. osztályban ellenben az utóbb megemlített példák szerepeltek többségben. Az állat – állat kapcsolatra valamennyi évfolyamon a klasszikus példát említették a legtöbbször: a ragadozóknak zsákmányul szolgálnak a kisebb állatok. Egyéb kapcsolatok megemlítésére (például védik egymást stb.) jóval kevesebben törekedtek.

A gimnázium 10. osztályában a populációk közötti kölcsönhatások típusaival bővítik élő környezeti tényezőkkel kapcsolatos ismereteiket. Az egyik feladatban a produktív kapcsolat szintjén mértem fel ezzel kapcsolatos tudásukat. Példákat soroltam fel a különböző kölcsönhatási típusokra. A tanulók feladata a példák alapján a kölcsönhatási típusok megnevezése volt. Továbbá meg kellett nevezniük még két kölcsönhatási típust a fent említetteken kívül. Az átlagteljesítmény 62% volt. A felsorolt példák közül legtöbbször a parazitizmust (90%) és a szimbiózist (71%) ismerték fel helyesen. A zsákmányszerzésre (55%) és a kommenzalizmusra (48%) már jóval kevesebben ismertek rá. Nehézséget jelentett a hiányzó két kölcsönhatási típus (az

antibiózis vagy neutralizmus és a versengés) megnevezése is (52%, 53%). Meglepő, hogy a „róka megeszi a nyulat” példa alapján csak a tanulók alig több mint 50%-a tudta megnevezni a zsákmányszerzést mint kölcsönhatási típust, hiszen már az alsóbb évfolyamokon is többen említették ezt a példát az állat – állat közötti kapcsolatra. Tanulságként megfogalmazható, hogy az új ismeretek tanításakor fokozottabban kell alapozni a tanulók meglévő ismereteire, s ezekhez megfelelő módon kell kapcsolni az új ismeretelemeket.

A 8. és 10. osztályosok élettelen és élő környezeti tényezőkkel kapcsolatos ismereteinek rendszerbe épülését is megpróbáltam feltárni. A 8. osztályosok biztosan tudják, hogy „Az élőlények szoros kapcsolatban vannak az élettelen és az élő környezetükkel.” (85%), valamint, hogy „A táplálkozási kapcsolatok révén az élőlények között táplálékláncok alakulnak ki.” (94%) (produktív felismerés szintje). A 8. és 10. osztályosok egyik feladatában be kellett fejezni a környezeti tényezők elkezdett csoportosítását (produktív kapcsolat) (61, 77%), és meg kellett adni a „környezeti tényezők” kifejezés jelentését (reproduktív értelmezés) (12, 49%). A feladat első részében nyújtott tanulói teljesítményekből megállapítható, hogy a környezeti tényezőkkel kapcsolatos fogalmi alá- és fölérendeltségi rendszerben mennyire biztosak tanítványaink, mennyire alkotnak egységes rendszert az ezzel kapcsolatos fogalmaik. Amint látjuk, a fogalmak hierarchikus rendje a tanulók többségének tudatában már kialakult. A fogalmi rend megléte pedig azt jelenti, hogy a tanulók képesek egyes dolgokat általánosabb fogalmak alá rendelni, illetve általánosabb fogalmak alá egyeseket besorolni (Kelemen, 1969). A 10. osztályosok magasabb teljesítménye a tanulók fejlettebb rendszerezési képességével is magyarázható (Nagy, 1990), persze figyelembe kell venni azt is, hogy a 10. osztályban ismételten, részletesebben feldolgozva foglalkoznak a témával. Az ilyen ismétlés pedig nemcsak a felejtés mértékét csökkenti, hanem segítheti az ismeretek elmélyítését, fejlődését, gyarapodását is (Zátonyi, 1992). A feladat második részé-

ben a tanulók jóval alacsonyabb teljesítményt értek el, ami azt mutatja, hogy nincsenek tisztában a „környezeti tényezők” fogalommal.

Az életközösség, élőhely fogalmakkal kapcsolatos ismeretek fejlődését is vizsgáltam. A 2. osztályban az erdővel kapcsolatban találkoznak először ezekkel a fogalmakkal. A 2. és 4. osztályosok egyik láncfeladatában két mondat („Az erdőben élő növények és állatok alkotják az erdőt.....”; Az erdő ezeknek az élőlényeknek az.....”) kiegészítése volt a feladat (reproduktív kapcsolás szintje). Az élőhely fogalom elsajátítási szintje magasabb volt (72%, 60%), mint az életközösségé (57%, 33%). A kisebbek közül néhányan ezen tudományos fogalmak köznapit megfelelőit használták: élőhelye – otthona, életközösségét – lakóit. Ezeket a válaszokat is elfogadtam. A 4. osztályos tanulók alacsonyabb teljesítménye a felejtéssel magyarázható.

A 6. és a 8. osztályosok egyik láncfeladatában az életközösség fogalmának helyes meghatározását kellett kiválasztani a válaszlehetőségek közül (reproduktív felismerés szintje). Mindkét évfolyamon nagyon alacsony teljesítmények születtek (24%, 18%), pedig a 6. osztályban tanulták a pontos meghatározást. A lehetséges válaszok közül több mutatott különböző szempontból hasonlóságot a jó válaszhoz, s ez lehetett a helytelen választás oka. Ha a gyerekek értelmesen (a fogalmak tartalmi, terjedelmi jegyeire odafigyelve) tanulnák meg a definíciókat, akkor ez ritkábban fordulna elő. Ha azt szeretnénk, hogy egy tétel bekerüljön a tartós memóriába, akkor nagyobb gondot kell fordítani jelentésének feldolgozására, mert a hosszú távú emlékezet reprezentációja a tételek jelentésén alapszik (*Atkinson és munkatársai*, 1995). A 10. osztályosoktól a reproduktív kapcsolás szintjén kértem az életközösség fogalmának meghatározását. A 34%-os teljesítmény az előző évfolya-

mokéhoz hasonlóan alacsonynak tekinthető, hiszen a 10. osztályban újratanulják, kibővítik a 6. osztályban e fogalommal kapcsolatban tanultakat.

Egy másik feladat megoldásának teljesítményéből kiderül, hogy a 8. és a 10. osztályos tanulók nagyon jól tudják, hogy az élővilág egyedei nem egyenletesen oszlanak el a Föld felszínén (83%, 92%), hanem csoportokban, kisebb-nagyobb közösségekben élnek (8. osztály: 92%), különböző hierarchikusan egymásra épülő szerveződési szinteket alkotnak. Ilyen egyed feletti szerveződési szintek a populáció, társulás és a bioszféra.

A populáció fogalmával 8. osztályban foglalkoznak először. Az egyed fogalom 7. osztályban, a faj fogalma pedig 6. osztályban kerül bevezetésre. A faj fogalmát úgynevezett késleltetett fogalomalkotás út-

ján sajátítják el a gyerekek, tehát a 6. osztálytól kezdve fokozatosan történik a fogalmi jegyek kialakítása. A gimnázium 10. osztályában gazdagnak e fogalmak.

A 8. és 10. évfolyam egyik feladatában arra voltam kí-

váncsi, hogyan tudják értelmezni a populáció, faj és egyed egymáshoz való viszonyát (produktív felismerés szemléletes szinten). A 8. osztályosok 58%-os, a 10. osztályosok 27%-os teljesítményt értek el. A fent leírtakat figyelembe véve a 10. osztályosoktól magasabb teljesítményt várnánk. Úgy látszik, nincsenek még tisztában az említett fogalmak terjedelmi viszonyaival.

A társulások közül az alsóbb évfolyamon az erdővel foglalkoznak (persze ekkor még nem mondják ki, hogy az erdő társulás). Megtanulják, hogy az erdő a növények és állatok életközössége, melyben a legjellemzőbb élőlények a fák.

A 2., 4. és 6. osztályosok egyik láncfeladatában a lombos erdő megfelelő szintjeihez kellett besorolni a megnevezett élőlényeket (reproduktív felismerés szemléletes szinten). Az elért teljesítmények (66%,

*Az élőlények és a környezet
elválaszthatatlan kapcsolatának
sokoldalú bemutatásával
a biológiatanárok elősegíthetik
a tanulók környezettudatos
magatartásának, életvitelének
kialakulását.*

80%, 56%) a 4. osztályosoknál ugrásszerű fejlődést, míg a 6. osztályosok esetében visszaesést mutatnak. Megállapítható, hogy a 2. és 4. osztályosok életkori sajátosságaihoz igazodik ez a tananyagrészt, könnyen elsajátítható számukra. A 6. osztályosok teljesítményének csökkenése valószínűleg azzal magyarázható, hogy ők az életközösségeket már „magasabb” szinten tárgyalják, s nem jött létre megfelelő kapcsolat a már meglévő és az új ismereteik között. E miatt a feladat megoldásához szükséges információ felidézése (előkeresése a tartós memóriából) nem minden tanulóknál működött sikeresen.

A gyerekek a 6. osztályban azt is megtanulják, hogy a társulás (életközösség) kialakulásának alapja az élőlények közötti sokrétű kapcsolat, az egymástól való függőség, az egymásra való rászorultság. Szerkezete, felépítése attól is függ, hogy milyen élettelen környezetben helyezkedik el, s e környezet hatásaihoz milyen populációk tudnak alkalmazkodni.

Vizsgáltam ezekkel kapcsolatos ismereteik fejlődését is. Néhány feladatban a tápláléklánc, tápláléklánc-hálózat, táplálékszint fogalmakkal kapcsolatos tudásukat mértem. A 6. osztályosok egyik feladatában a lombos erdő felsorolt élőlényei közül a termelő szervezeteket (45%), egy másik feladatában pedig a felsorolt állatok közül az elsődleges fogyasztókat kellett kiválasztani (50%). A tanulók teljesítményéből látszik, hogy a 6. osztályosok közül sokan nem tudják eldönteni, hogy egy adott élőlény melyik táplálékosztályhoz tartozhat egy életközösségben.

A 10. osztályosok egy hasonló jellegű feladatban nyújtott 78%-os teljesítménye azonban jelzi, hogy 16 éves korig jelentős fejlődés következik be ezen ismeretek elsajátításában.

A 10. évfolyam egyik részfeladatában a biológiai produkció fogalmának meghatározását kértem a tanulóktól. A teljesítmény mindössze 7%-os volt. A Biológia II. tankönyvben alkalmazott tananyagelrendezés is hozzájárulhatott ahhoz, hogy a tanulók nem tudták kellő szinten elsajátítani ezeket az ismereteket. Ugyanis a Biológia II. tan-

könyv az ökológia alapvető fogalmainak tisztázása és a klasszikus értelemben vett abiotikus környezeti tényezők tárgyalását követően foglalkozik az anyagforgalom, energiaáramlás és a biológiai produkció kérdéseivel. Megkérdőjelezhető, hogy mindezek az élőlényközösségekben, illetve a bioszférában lezajló folyamatok tárgyalhatók-e a populációs kapcsolatok, a táplálékláncok és táplálékhálózatok ismerete nélkül. Az anyagforgalom, a biogén elemek körforgása és az energiaáramlás ugyanis az élőlényközösségekben a táplálékosztási szerkezet (trofikus struktúra) és annak működése révén valósul meg a termelők (növények), a fogyasztók (állatok) és a lebontók (baktériumok, gombák, bizonyos állatok) táplálékosztási kapcsolatai révén (Szabó, 1991). A tananyag egészen belül, egy-egy témakör vagy kisebb tananyagrészt feldolgozásában is meghatározó lehet a sorrend és ebből adódóan a tananyag egymásraépíthetősége (Zátonyi, 1991).

A társulások változásaival kapcsolatos ismeretek elsajátítását is ellenőriztem a 10. évfolyamon. Az aspektus fogalmát csak néhány tanulóknak sikerült helyesen meghatározni (29%) (reproduktív kapcsolás). A „Meddig tart a szukcesszió egy adott területen?” reproduktív értelmezés szintű kérdésre a tanulók 50%-a válaszolt helyesen.

A bioszféra fogalmával kapcsolatos reproduktív kapcsolás szintű feladatelemek megoldásának teljesítményei (a földi élet legmagasabb szerveződési szintjének megnevezése: 65%; a bioszféra fogalmának meghatározása: 64%) még elfogadhatóak. Napjainkban, amikor a természetes, illetve természetközeli társulások gyors és nagymérvű leromlási folyamataival kell szembenézni, szinte létkérdés a szukcessziós történetek megismerése, s ezt a tanítási-tanulási folyamatban szem előtt kell tartani.

Összegzés

Napjainkban, amikor a globális környezet természetes egyensúlya felborult, egyre nagyobb igény mutatkozik környezetünk védelmére. Be kell látni, hogy azáltal, hogy a környezetünkre vigyázunk, ma-

gunkra is vigyázunk. Az élőlények és a környezet elválaszthatatlan kapcsolatának sokoldalú bemutatásával a biológiatanárok elősegíthetik a tanulók környezettudatos magatartásának, életvitelének kialakulását. A környezeti nevelés a Nemzeti Alap-tanterv (1995) egyik közös követelmény-területe, át kell hatnia az iskolai oktatás valamennyi elemét.

A fenti célkitűzés megvalósítását segítheti e tanulmányban bemutatott diagnosztikus vizsgálat eredményeinek figyelembe vétele a tanítás során.

Mi az, amire ügyeljünk?

Nagyobb hangsúlyt kell fektetni annak tudatosítására, hogy az élettelen környezeti tényezők jelentősége nem egyforma a különböző élőlények számára: vannak, amelyek minden élőlény szempontjából egyaránt fontosak, s olyanok, amelyek a különböző élőlények szempontjából eltérő fontosságúak. Nyomatékosan fel kell hívni a figyelmet arra, hogy a megfelelő hőmérséklet minden élőlény számára egyaránt fontos.

Az élőlények szoros kapcsolatának bemutatásakor a nem táplálkozási jellegű kapcsolatok formáira is kellő hangsúlyt kell helyezni. Az iskolában elhelyezett élősá-roknak (akváriumnak, terráriumnak) e témakör ismereteinek elsajátításában is fontos szerepe van.

Tisztázni kell a témakör fogalmainak tartalmi és terjedelmi jegyeit. Nem elégséges a definíciók lediktálása, bemagoltatása. Értelmi feldolgozás nélkül azok tartós megőrzésére nem számíthatunk. Az alsóbb évfolyamokon a „természetes” utánzásos fogalomtanulás felel meg az életkori sajátosságoknak, s a tankönyvekben is feleslegesek a nehézkes, a tanulók életkorának, előismereteinek nem megfelelő definíciók. Az összefüggések felismertetése, tudatosítása, megértetése is rendkívül jelentős az ismeretek rendszerbe épülése szempontjából. Mi magunk is törekedjünk az ismeretek rendszerben történő közvetítésére!

Tudomásul kell venni, hogy napjainkban az iskolán kívüli ismeretszerzésnek is nagy szerepe van a gyermekek tudományos fogalmainak kialakulásában, fejlődésében. Az iskolai tanítás során építeni lehet és kell is

a tanulók már meglévő ismereteire, s ezekhez megfelelő módon kell kapcsolni az új ismeretelemeket.

Az ismételés nemcsak a felejtés mértékét csökkenti, hanem segíti az ismeretek elmélyítését, fejlődését, gyarapodását is. Különösen igaz ez akkor, ha ugyanannak az anyagnak a tárgyalása más szempontból, kicsit kiegészítve, elmélyítve történik.

Az ismeretelsajátítás szempontjából fontos, hogy a tankönyvek fogalmai egymásra épüljenek és segítsék a tanulók fogalmainak rendszerbe épülését. A tananyag egészén belül, egy-egy témakör vagy kisebb tananyagrészt feldolgozásában is meghatározó lehet a sorrend és ebből adódóan a tananyag egymásra építettsége. Ezt vegyük figyelembe a tankönyvek választásánál, illetve az azokban lévő tantárgyi tartalmak tanításánál!

Irodalom

- ATKINSON, R. L. és munkatársai: *Pszichológia*. Osiris – Századvég Kiadó, Budapest, 1995.
- B. NÉMETH MÁRIA–NAGY LÁSZLÓNÉ: *Alapműveltségi Vizsga. Részletes vizsgakövetelmények és a vizsgáztatás eszközei, módszerei. Biológia és egészségtan*. Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged, 1999.
- KELEMEN LÁSZLÓ: *A tanulók gondolkodása 6–10 éves korban*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1969.
- NAGY JÓZSEF: *A tudástechnológia elméleti alapjai*. OOK, Veszprém, 1985.
- NAGY JÓZSEF: *A rendszerezési képesség kialakulása*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1990.
- NAGY JÓZSEF: *Egységes és differenciált vizsgakövetelmények, egységes és differenciált értékelés*. Pedagógiai Diagnosztika, 1992. 1. sz. 15–27. old.
- NAGY JÓZSEF: *Értékelési kritériumok és módszerek*. Pedagógiai Diagnosztika, 1993. 2. sz. 25–49. old.
- NAGY JÓZSEF: *Segítés és pedagógia. Kísérlet a nevelés mibenlétének újraértelmezésére*. Magyar Pedagógia, 1995. 3–4. sz. 157–200. old.
- NAGY LÁSZLÓNÉ: *Néhány biológiai alapfogalom fejlődése 6–16 éves korban*. Egyetemi doktori disszertáció, József Attila Tudományegyetem Bölcsészettudományi Kar Neveléstudományi Tanszék, Szeged, 1996.
- MŰVELŐDÉSI ÉS KÖZOKTATÁSI MINISZTERIUM: *Nemzeti Alaptanterv*. Korona Kiadó, Bp., 1995.
- NÉMETH ENDRE–SZÉCSI SZILVESZTER: *Fogalomalkotás – meghatározás – összehasonlítás a biológia oktatásban*. Tantárgypedagógiai Közlemények, 1983. 47–60. old.
- SZABÓ MÁRIA: *Az ökológiai szemléletmód*. Iskolakultúra, 1991. 1–2. sz. 22–26. old.
- VIDÁKOVICH TIBOR: *Diagnosztikus pedagógiai értékelés*. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1990.

ZÁTONYI SÁNDOR: *Diagnosztikus eredményvizsgálat. Iskolakultúra*, 1991. 1–2. sz. 5–14. old.

ZÁTONYI SÁNDOR: *Ismeretszerzés és felejtés. Pedagógiai Szemle*, 1992. 9. sz. 30–37. old.

Felhasznált tankönyvek, munkafüzetek és egyéb segédkönyvek

ASZTALOS GYULÁNÉ: *Biológia 6. az általános iskola 6. osztálya számára*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1994.

ASZTALOS GYULÁNÉ: *Biológia 6. munkafüzet*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1994.

BEREND MIHALY–SZERÉNYI GÁBOR: *Biológia II. Állattan – Ökológia*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1994.

CZAKÓ KÁLMÁN DÁNIEL: *Biológia – Csillagfény, porszem, csipkebokor*. Győr-Moson-Sopron Megyei Pedagógiai Intézet és Kísérleti Regionális Fejlesztési Központ, Győr, 1991.

FAZEKAS GYÖRGY (szerk.): *Biológia I. Középiskolai összefoglaló*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1993.

JÁMBOR GYULÁNÉ–MÉSZÁROS REZSŐNÉ–NAGY KÁROLYNÉ–PLESKÓ ANDRÁS–TÓTH ÁGNES–VIZVÁRI ALBERTNÉ: *Környezetismeret az általános iskola 4. osztálya számára*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1992.

JÁMBOR GYULÁNÉ–MÉSZÁROS REZSŐNÉ–NAGY KÁROLYNÉ–PÓSA LAJOS–TÓTH ÁGNES–VIZVÁRI ALBERTNÉ: *Környezetismeret az általános iskola 5. osztálya számára*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1994.

KOVÁCS ISTVÁN: *Biológia 7. az általános iskola 7. osztálya számára*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1994.

KOVÁCS ISTVÁN: *Biológia 7. munkafüzet*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1994.

LÉNÁRD GÁBOR: *Biológia II. a gimnázium II. osztálya számára*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1994.

MARTOS PÁLNÉ–B. TÓTH FERENCNÉ: *Környezetismeret munkafüzet az általános iskola 3. osztálya számára*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1992.

MESTER MIKLÓSNÉ: *Környezetismeret – Környezetvédelem 2. osztály*. Apáczai Kiadó, Celldömölk, 1993.

MESTER MIKLÓSNÉ: *Környezetismeret – Környezetvédelem 4. osztály*. Apáczai Kiadó, Celldömölk, 1994.

NÉMETH ENDRE: *Biológiai összefüggések, logikai vázlatok*. Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged, 1993.

OLÁH ZSUZA: *Biológia I*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1994.

PIRISI JÁNOSNÉ: *Környezetismereti munkafüzet az általános iskola 1. osztálya számára*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1986.

PIRISI JÁNOSNÉ–SZÉKELY RÓBERTNÉ: *Környezetismereti munkafüzet az általános iskola 2. osztálya számára*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1991.

TOMPÁNÉ BALOGH MÁRIA: *Környezetismeret – Környezetvédelem 1. osztály számára*. Apáczai Kiadó, Celldömölk, 1995.

TOMPÁNÉ BALOGH MÁRIA: *Környezetismeret – Környezetvédelem 3. osztály*. Apáczai Kiadó, Celldömölk, 1993.

VICTOR ANDRÁS: *Biológia 8. az általános iskola 8. osztálya számára*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1994.

VICTOR ANDRÁS: *Biológia 8. munkafüzet*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1994.

Nagy Lászlóné



Természettudományos tévképzetek iskolai vizsgálata

Az utóbbi időben számos tanulmány hívta fel a figyelmet arra, hogy természettudományos oktatásunk színvonala nem kielégítő (például Nahalka, 1999), és már a nemzetközi összehasonlításokban is kimutatható tanulóink teljesítményeinek romlása (Vári és Krolopp 1997; Vári, Andor, Bánfi, Bérces, Krolopp, Rózsa 1998). Különböző vizsgálatok eredményei szerint a problémák egyik oka az, hogy az oktatás során nem kap kellő figyelmet a tanulók természetes, iskolán kívüli ismeretszerzésének folyamata, előzetes tudása, és még sok év tanulás után is megmaradnak hibás elgondolásaik, jelen vannak a tévképzetek.

Felmérésünkkel arra keressük a választ, hogyan lehet a kutatási eredményeket az iskolai gyakorlatban alkalmazni, és a szakirodalomból megismert feladatlapokkal, illetve elemzési eljárásokkal a tanulók hibás elgondolásait felmérni.

Felmérésünk elméleti háttere és kutatási előzményei

A JATE Pedagógiai Tanszéke átfogó vizsgálatának (Csapó, 1998), amely egyrészt az iskolában megszerzett tudás értékelésére, mérőeszközök, tesztek kidolgozására, másrészt a képességek szerkezetének és fejlődésének feltárására irányult, egyik szintjét képezte a tartós tudás alkalmazásának felmérése. Ebben a tudás minőségének jellemzésére szolgáló tesztekkel, feladatokkal azt elemezték, hogy a tanulók tudása mennyire elmélyült, megalapozott és összefüggő, mennyiben alkalmazható új helyzetekben. A tévképzetekre vonatkozó feladatlap (a „Természettudományos gondolkodás” címmel) az iskolai tudás érvényességének egyik aspektusát, a gyerekek tudásának és a tudomány eredményeinek összhangját vizsgálta.

A tévképzetek a gyerekek (és felnőttek) tudásába tartósan beépülő hibás elképzelések, a jelenleg elfogadott tudományos nézettekkel össze nem egyeztethető fogalmak, fogalomrendszerek, a környezet egyes jelen-

ségeiről alkotott hamis modellek, amelyek már megszilárdultak és gyakran a tanításnak is ellenállnak (Korom, 1998).

A tévképzetekkel kapcsolatos kutatások kibontakozását több, a pedagógiában és a pszichológiában bekövetkezett változás segítette. A pedagógiában az egyik legfontosabb az a pragmatikus hatás, amely a hétköznapi életben hasznosítható tudás közvetítését tartja az iskolai képzés fő feladatának (Csapó, 1998). A pszichológiában két fő paradigma eszközrendszere és modelljei szolgálnak kiindulópontként. Az egyik az értelmi fejlődés Piaget-i elmélete, a másik a kognitív pszichológiának a megismerésre vonatkozó tételei (Csapó, 1992).

A tévképzetek az iskolai képzés előtt és az oktatás során is létrejöhetnek. A gyerekek születésük pillanatától fogva folyamatosan érzékelik a világot, egy idő után pedig tudatosan is törekszenek a környezetük megismerésére. Az információikat elsősorban közvetlen tapasztalataikon keresztül szerzik, de sok ismeretet társaikkal, illetve a felnőttekkel való kapcsolatuk révén gyűjtenek be. Az iskola megkezdése előtt főként a környezetükből szerzett tapasztalataik alapján úgynevezett naiv elméleteket alkotnak a természeti jelenségek megértéséhez. Mivel fogalmi rendszerük egyenként változó, ugyanannak a jelenségnek nagyon sokféle egyéni interpretálása lehetséges. A gyerekek magukkal viszik az

iskolába naiv elméleteiket, egyéni megismerési módszereiket, amelyek sokszor gátolják az iskolában tanított ismeretek elsajátítását. Az olyan fogalmak, mint a mozgás, erő, energia, anyag, tápanyag megértése nagy gondot okoz a diákoknak és gazdag forrásai a tévképzeteknek, hiszen eltérő a hétköznapi és a tudományos használatuk. Ha a pedagógus nem néz szembe ezzel a problémával, akkor e fogalmak megértése leküzdhetetlen akadályt fog jelenteni a tanulási folyamat során. Tehát a tévképzetek nemcsak az iskolai képzést megelőzően születhetnek, hanem megjelenésüket az oktatás is kiválthatja, ha nincs összhang a már meglévő és az új információ között. Nem jöhet létre megértés, ha a tanulók fogalmi rendszerében az adott témával kapcsolatban hibás fogalmak, téves kapcsolatok vannak, vagy teljesen hiányoznak azok az előismeretek, amelyekre alapozni lehetne (Korom, 1997).

A tévképzetek feltárása meglehetősen bonyolult feladat, hiszen nagyon nehéz eldönteni, hogy egy rosszul értelmezett fogalom mögött mélyen gyökerező tévképzet húzódik-e meg, vagy csak a tárgyi tudás hiányáról van szó. A tévképzetek azonosítására irányuló vizsgálatokban ezért olyan alapfogalmakra kérdeznék rá a kutatók, melyeknek az oktatás végeztével a rögzült tudás részévé kell válniuk. Ezt a tudást nem felejtjük el, hanem részét képezi a természettudományos műveltségünknek. A cél tehát nem az ismeretek egyszerű visszakérdezése, hanem az alapfogalmak megértésének, alkalmazásának vizsgálata. Ezért a feladatok ezúttal nem a megszokott iskolai köntösben jelennek meg, hanem úgy, hogy egyszerű, hétköznapi jelenségek magyarázatát igénylik a tanulóktól (Korom és Csapó, 1997).

Vizsgálatunk céljai a következők:

- néhány alapvető fizikai és kémiai fogalom megértésének felmérése;
- a diákok egyéni nézeteinek, fogalmainak feltárása, a természettudományos tantárgyak tanulásának megkezdései;
- a diákok tévképzeiteinek azonosítása, valamint változásainak mérése a természettudományos képzés hatására;

– a szakirodalomban gyakran azonosított két tévképzet („egy tárgyat azért látunk, mert meg van világítva”, „a mozgás magába foglal egy erőt”) előfordulásának vizsgálata a magyar diákok körében;

– a tévképzetek összefüggéseinek felderítése olyan változókkal, mint amilyen az iskolai teljesítmény vagy az egyes tantárgyakkal szembeni attitűd.

A vizsgált minta, módszerek, eredmények

A tanulók tévképzeiteinek vizsgálatára szolgáló „Természettudományos gondolkodás” című feladatlapot (Korom, 1998) két debreceni általános iskola két-két hetedik osztályában és egy földesi általános iskola hetedik osztályosai között töltöttük ki (1. táblázat). A feladatlap kitöltésén túl a háttérváltozók közül a matematika, a fizika, a biológia és a földrajz tantárgyak osztályzatait kérdeztük meg a gyerekektől.

Mintanagyság (fő)	146
Lányok aránya (%)	47
Osztályzatok átlaga (matematika, földrajz, biológia, fizika)	3,6

1. táblázat A minta jellemzése

A felmérésünk módszereiben (feladatlap, tanulók válaszaiknak értékelése) megpróbáltuk követni a korábbi kutatást (Korom, 1998).

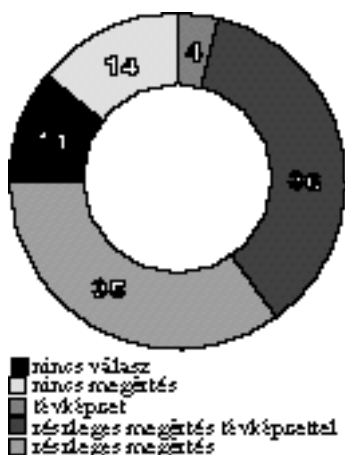
Az első feladatban (Miért érezzük a benzin szagát és a cukorét nem?) a diákok 95%-a tudta a helyes választ az adott kérdésre, ám pontos magyarázatát nem tudták adni a jelenségnek. Igen alacsony volt a részleges megértést mutatók aránya is (14%), minden tanuló válaszában a párolgás mint kulcsfogalom jelent meg, nem utaltak a párolgás okára, a két anyag szerkezeti különbségére. A „részleges megértés tévképzetrel” kategóriába eső diákok (11%) a párolgást említették, ám tévképzetre utaló okokat sorakoztattak fel (például töménysége, halmazállapota miatt párolog a benzin). Igen magas volt a tévképzetes válaszok száma, a tanulók több mint egyharmada ilyen válaszokat adott. Leggyakrabban előforduló tévképzeiteik:

– „Azért a benzin szagát érezzük, mert il-
latkeltő anyagokat tartalmaz.”

– „Azért, mert a benzinnek nagyobb a
sűrűsége.”

– „Mert a benzin szaga erősebb és el-
nyomja a cukorét.”

A tanulók 36%-a mivel csak a tapasztalat megismétlésével vagy nem a tárgyhöz tartozó válasszal reagált, nem mutatott megér-
tést, 4%-a pedig nem tudott választ adni a
kérdésre.



1. ábra

Az első feladat

nyitott kérdésére adott válaszok arányai

A második feladat esetében, amely arra a kérdésre keresett választ, hogy a tartályban levő levegő vagy víz nyomható-e össze, a tanulók 48%-a helyes választ adott (a levegő nyomható össze). A zárt kérdésre a tanulók közel fele helyes választ adott, ám teljes megértésre utaló magyarázatot csak a tanulók 2%-a nyújtott. Részleges megértés 12%-ban jelent meg, részleges megértés tévképpzel pedig összesen 18%-ban. A mintában szereplő tanulók közül a részleges megértést tanúsítók legtöbbször azzal indokolta a levegő összenyomhatóságát, hogy „nagy a távolság a levegő részecskéi között”. Igen magas volt a tévképpzel választok aránya (43%), és igen különböző válaszok születtek. A három gyakrabban előforduló tévképpzel választ:

– „Sem a vizet, sem a levegőt nem lehet összenyomni, mert egyik sem szilárd anyag és egyiket sem lehet megfogni.”

– „Sem a vizet, sem a levegőt nem lehet összenyomni, mert minden anyag meghatározott térfogatú.”

– „Sem a vizet, sem a levegőt nem lehet összenyomni, mert mindkettő sűrűsége túl nagy/kicsi.”

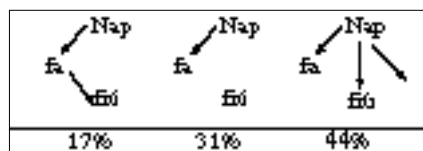
A tanulók 17%-a nem értette meg a feladatot, és 8%-uk semmilyen választ nem adott.



2. ábra

A második feladat nyitott kérdésére adott válaszok arányai

A harmadik feladatban a fény útját nyilakkal kellett jelölni, és megmagyarázni, hogy hogyan teszi lehetővé a napfény azt, hogy a fiú lássa a fát.

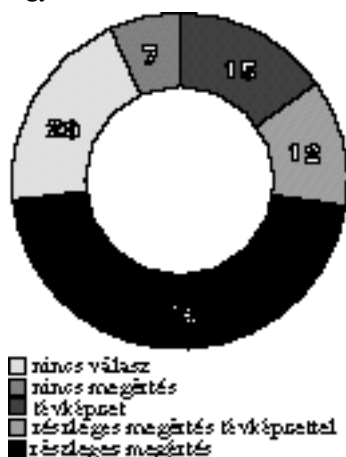


3. ábra

A leggyakrabban előforduló rajzok és arányaik

A tanulók 17%-a helyesen rajzolta be a nyilakat. Az első három leggyakoribb rajz (közte a helyes válasz) az, amelyet a korábbi kutatásoknál is leggyakrabban megfigyeltek.

A tanulók összességéből 8% teljes megértésre utaló választ adott, 19%-uk részleges megértést tanúsított, 21%-uk részleges megértést tévképzettel, 29%-uk tévképzetes választ adott. Leggyakoribb tévképzet, amellyel találkozhatunk: „Mert ha a fiú felé süt a Nap, akkor a szemébe süt, és így nem láthatja a fát.” A szakirodalomban gyakran említett tévképzet „egy tárgyat azért látunk, mert meg van világítva” egyikét esetben fordult elő a megkérdezett tanulók magyarázataiban.



4. ábra

A negyedik feladat nyitott kérdésére adott válaszok arányai

A negyedik feladatban a kérdés az volt, hogy „Ha egy 20°C hőmérsékletű szobában álló fa- és fémhasábot megérintünk, melyiket érezzük hidegebbnek?” A megkérdezett tanulók 83%-a helyes választ adott a zárt kérdésre. Saját korábbi tapasztalataik alapján valószínűleg könnyen kiválasztották a felsorolt lehetőségek közül a megfelelőt. A helyes magyarázatot azonban a mintában szereplő tanulók egyike sem tudta. Részlegesen helyes választ (7%), részlegesen helyes választ tévképzettel a tanulók 20%-a adott; a fém jó hővezető tulajdonságát felismerték és megemlítették, ám azt, hogy elvezeti a hőt, már nem említették. A tévképzetes válaszok aránya 46%.

A leggyakrabban előforduló tévképzetek:

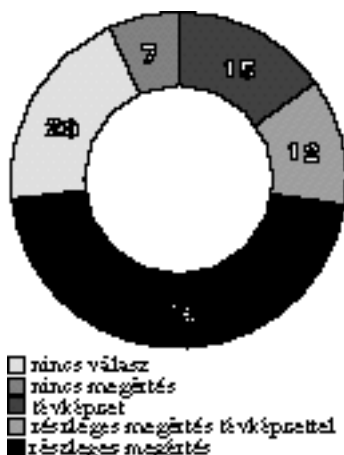
– „Mert a fémnek nagyobb a sűrűsége, ezért hidegebb.”

– „Mert a fa megtartja a hőt a részecskéi elrendeződése miatt.”

– „A fém hidegebb, mert részecskéi nehezebben veszik át a levegő hőmérsékletét.”

– „A fém azért hidegebb, mert hamarabb lehül.”

Igen magas volt azoknak az aránya, akik nem adtak választ (15%), és a tanulók 12%-a nem értette a problémát.



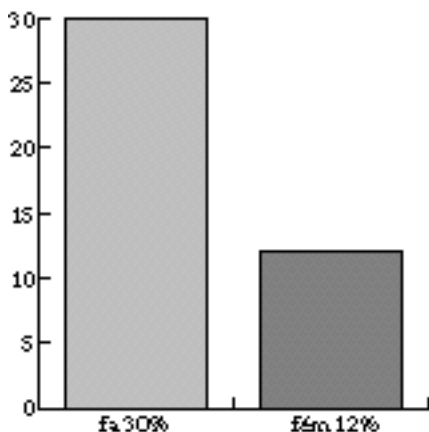
5. ábra

Az ötödik feladat nyitott kérdésére adott válaszok arányai

Az ötödik feladatban az előző feladványban szereplő két hasáb hőmérsékletét kellett megbecsülni. A tanulók igen kis százaléka (3%) járt sikerrel. Helyes magyarázatot (mindkét hasáb hőmérséklete 20°C, mert átvették a szobahőmérsékletet) a megkérdezetteknek 1%-a tudott adni, részleges megértést 2% mutatott, 42% volt a tévképzetes válaszok aránya (leggyakoribb a fém sűrűségére, tömörségére való hivatkozás volt), 9%-uk nem értette meg a feladatot, 43%-uk pedig nem tudta megindokolni a két hasáb hőmérsékleti értékét.

A hatodik feladatban egy feldobott érme útját ábrázolja az ábra, amelyen a diákoknak be kellett rajzolniuk az érmére ható erőket. Ez a feladat a korábbi tapasztalatokhoz hasonlóan igen nehéznek bizonyult a tanulók számára. Helyes választ a tanulók 16%-a adott, 66%-uk nem rajzolt be nyílakat, 32%-uk nem tudott magyarázatot adni.

Teljes megértésre utaló válaszokat nem adtak a diákok, részleges megértésre is igen kevesen jutottak, mindössze a tanulók 8%-a. A részleges megértésre tévképzettel, valamint tisztán tévképzetes válaszra jutók aránya igen magas, az előbbi 21%, az utóbbi 24%. A tévképzetes válaszok aránya így összesen több mint 40% (leggyakrabban izomerőre, feldobó erőre, tolóerőre hivatkoztak), a tanulók 15%-a nem értette meg a feladatot, 32%-uk pedig nem tudott magyarázatot adni.



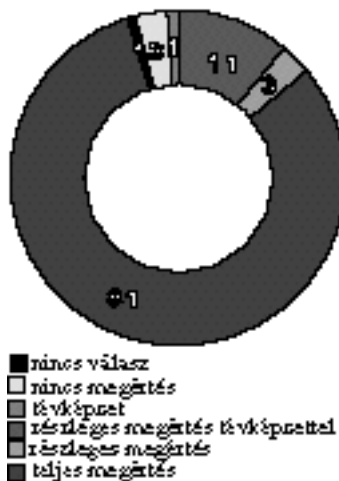
6. ábra

A fa és fém hőmérsékletét helyesen megbecsülő tanulók százalékos aránya



7. ábra A hatodik feladat nyitott kérdéseire adott válaszok arányai

A hetedik feladatban a diákoknak a víz és az étolaj viszkozitása közötti különbséget kellett megmagyarázniuk. A zárt kérdésre a tanulók 93%-a tudta a helyes választ, valószínűleg a mindennapi tapasztalatokból kiindulva, azonban pontos magyarázatot nem tudtak adni, még részleges megértésre utaló választ sem. A tévképzetes válaszok aránya nagyon magas, 81%-os volt. A leggyakrabban előforduló tévképzet („az étolajnak nagyobb a sűrűsége, ezért nehezebben folyik ki, mint a víz”), amely párhuzamba hozható a korábbi kutatások eredményeivel.



8. ábra A hetedik feladat nyitott kérdéseire adott válaszok arányai

Összegzés

A vizsgált csoport eredményeit összegezve az első, a negyedik és a hetedik feladatban 80% feletti a zárt kérdésekre adott helyes válaszok százalékos aránya, ezek azok a feladatok, amelyekben a mindennapi tapasztalatok jól hasznosíthatóak (benzin–cukor, fém–fa, étolaj–víz), ám pontos magyarázatot nem tudtak adni a tanulók. Legnehezebbnek az ötödik és hatodik feladat bizonyult, nagyon alacsony volt a zárt kérdésre helyesen válaszolók aránya (3%–16%), és sokan semmilyen magyarázatot nem tudtak adni a jelenségre (32%–43%).

A megkérdezett diákok esetében, hasonlóan a korábbi kutatásokhoz, tapasztalható

volt, hogy a tanulók gyakran az adott feladatban szereplő anyagokat jellemezve, általuk fontosnak tartott tulajdonságaikat kiemelve igyekeztek tudományos magyarázatot adni.

Helyes válasz

1. feladat	95
2. feladat	48
3. feladat	17
4. feladat	83
5. feladat	3
6. feladat	16
7. feladat	93
Átlag	51

2. táblázat

A zárt kérdésekre adott helyes válaszok százalékos aránya feladatonként

Feladat	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	Átlag
Nincs válasz	4	8	12	15	43	32	11	18
Nincs megértés	36	17	11	12	9	15	3	15
Tévképzet	35	43	29	46	42	24	81	42
Részleges megértés tévképzettel	11	18	21	20	3	21	1	14
Részleges megértés	14	12	19	7	2	8	3	9
Teljes megértés	0	2	8	0	1	0	1	2

3. táblázat

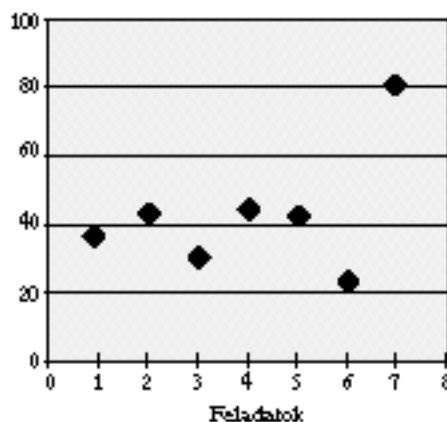
A nyitott kérdésekre adott helyes válaszok százalékos aránya feladatonként

A tévképzetek aránya minden feladat esetében 30–40% körül mozgott, kivétel a hetedik feladat, ahol a 80%-ot is meghaladja. Ez azt bizonyítja, hogy a hetedikesek még lényeges mértékben támaszkodnak saját naiv elképzeléseikre, bár az is igaz, hogy a teszt által vizsgált fogalmakat még nem tanulták részletekbe menően.

Az eddigi kutatásokból kitűnik, hogy a magyar diákok kiváló természettudományos tudása elsősorban iskolai, elméleti tudás, amely az iskola falain túl, az ott megszokottól eltérő helyzetekben alig hasznosul. Mivel viszonylag kevés diák választ természettudományos képzettséget igénylő pályát, a fiatalok többsége korlátozott hasznát veszi az iskolában tanultaknak.

A pedagógusok, diákok és szülők által is gyakran hangoztatott vélemény, hogy az egyébként igen magas színvonalú természettudományos tananyag gyakran túl absztrakt, a gyerekek számára nehezen érthető, a

gyakorlathoz, a mindennapokhoz nehezen kapcsolható. A diákok sokszor csak nagy nehézségek árán tudják megtanulni, memorizálni a különböző definíciókat, formulákat, szabályokat. Az a tény pedig, hogy csak megtanultak, de nem értettek meg bizonyos anyagrészeket, általában nem derül ki, hiszen az iskolai rutinfeladatokban jól visszaadják a megtanult ismereteket. A tanulók többsége azonban elbizonytalanodik, amikor az iskolában tanultakat hétköznapi jelenségek magyarázatához kellene felhasználnia (Csapó és B. Németh, 1995). Ekkor inkább a hétköznapi tapasztalatokon alapul, gyakran hibás, a tudományos nézeteknek ellentmondó ismereteiket használják az iskolában szerzett tudásuk helyet (Korom, 1998). A korábbi kutatások eredményei és az általunk végzett vizsgálat eredményei is megerősítik a szakirodalomban közölt tényeket, és felhívják a figyelmet arra, hogy a vizsgált diákok körében valós problémát jelentenek a megtanult, de meg nem értett ismeretek.



10. ábra Tévképzetek százalékos aránya feladatonként

Irodalom

- B. NÉMETH MÁRIA: *Iskolai és hasznosítható tudás*. In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai tudás*. Osiris Kiadó, Budapest, 1998
- CSAPÓ BENŐ: *Kognitív pedagógia*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1992
- CSAPÓ BENŐ (szerk.): *Az iskolai tudás*. Osiris Kiadó, Budapest, 1998.

CSAPÓ BENŐ: *Iskolai tudás és vizsgák.* Új Pedagógiai Szemle, 1998. 2. sz., 51–60. old.

CSAPÓ BENŐ–B. NÉMETH MÁRIA: Mit tudnak tanulóink az általános és a középiskola végén? Új Pedagógiai Szemle, 1995. 8. sz. 3–11. old.

KOROM ERZSÉBET: *Az iskolai tudás és a hétköznapi tapasztalat ellentmondásai: természettudományos tévképzetek.* In: Csapó Benő (szerk.) *Az iskolai tudás.* Osiris Kiadó, Budapest, 1998

KOROM ERZSÉBET: *Naiv elméletek és tévképzetek a természettudományos fogalmak tanulásában.* Magyar Pedagógia, 1997. 1. sz. 19–21. old.

KOROM ERZSÉBET–CSAPÓ BENŐ: *A természettudományos fogalmak megértésének problémái.* Iskolakultúra, 1997. 2. sz. 12–20. old.

NAHALKA ISTVÁN: *Válságban a magyar természettudományos nevelés.* Pedagógiai Szemle, 1999. 5. Sz. 3–22. old.

VÁRI PÉTER–KROLOPP JUDIT: *Egy nemzetközi felmérés főbb eredményei (TIMSS).* Új Pedagógiai Szemle, 1997. 4. sz.

VÁRI PÉTER–ANDOR CSABA–BÁNFI ILONA–BÉRCES JUDIT–KROLOPP JUDIT–RÓZSA CSABA: *Monitor '97.* Új Pedagógiai Szemle, 1998. 1. sz.

**Juhász Erika
Márkus Edina**

A kémiatankönyvek mint a tévképzetek forrásai

A tévképzetek kialakulásában jelentős szerepet játszanak a tankönyvek is. A következőkben olyan tanulói tévképzeteket mutatok be, melyek elsősorban a kémiatankönyvekből erednek. Ismeretes, hogy az utóbbi években Magyarországon több, mint egy tucat új alapszintű kémiatankönyv jelent meg. Ezek a színes, érdekes tankönyvek nagyon vonzóak, de alaposabb vizsgálatuk során kiderül, hogy legalább annyi módszertani hibát tartalmaznak, mint a régiek.

A tanulók kémiai tévképzeiteinek egy igen jelentős hányada kötődik a kémiai fogalmak háromszintű értelmezéséhez. Az anyag háromszintű értelmezése – a makroszkopikus szint, a szubmikroszkopikus (részecske) szint és a szimbólumok szintje –, valamint az alapvető kémiai fogalmak háromszintű kezelése a tanulók számára nehezzé és elvonttá teszi a kémiát. (1) A tapasztalat azt mutatja, hogy kémiai tanulmányaik kezdetén a tanulók többsége nem képes ezen három szint egyidejű kezelésére. Tankönyveink azonban erre nincsenek tekintettel.

A következőkben először néhány olyan kémiai tévképzetet mutatok be, amelynek kialakulása ezzel a háromszintű értelmezéssel kapcsolatos. (A tanulmány az Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok támogatásával készült.)

A „fizikai változás” és „kémiai változás” fogalmak keveredése

A magyar kémiatankönyvek szinte kivétel nélkül a fizikai és kémiai változás, valamint a fizikai és kémiai tulajdonság megkülönböztetésével kezdik a kémia tárgyalását. Ugyanakkor minden kémiatanár tapasztalhatja, hogy a tanulók az oktatás valamennyi szintjén, az általános iskolától a felsőoktatásig keverik ezeket a fogalmakat. Mi lehet ennek az oka? Az alapszintű kémiatankönyvek többsége megpróbálja definiálni a kémiai változást, valahogy ekképpen: „Kémiai változásnak nevezzük azt a változást, amely során új anyag keletkezik.” A tankönyvi magyarázatok és példák egyes helyeken az új anyagot mint új tulajdonságú anyagot (makroszintű értelmezés) tárgyalják, más helyen viszont új részecske megjelené-

séről (szubmikro szint) beszélnek. Ez a két-szintű értelmezés azonban nem mindig esik egybe. (2) Szép példa erre az oldás. A legtöbb tankönyv szerzője zavarban van, amikor a sók vízben való oldását kell minősítenie. A bevezető kémiakönyvekben az oldás általában mint fizikai folyamat szerepel, de olykor, néhány oldallal később ennek el-
lentmondó kijelentéseket is találunk.

Néhány példa: „A keverékek szétválasztása alkotórészeinek fizikai tulajdonságai alapján, fizikai változásokkal történik. Ilyen tulajdonságok például az összetevők... oldhatóságának ...különbsége.” Korábban pedig „kémiai tulajdonságok: ...pl. oldhatóság” (3) „Fizikai változás: ...pl. oldás”, (4) de „ha az anyagból a vízben való oldás során ionok keletkeznek, akkor a vizes közegben elektrolytikus disszociáció játszódik le, pl. $\text{NaBr}(\text{aq}) \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ (heterogén reakció)”. (5) Ez a kettősség tükröződik a következő tankönyvi megfogalmazásokban is: „Az anyagi változások között vannak olyanok, amelyek sem az egyik (fizikai változások), sem a másik (kémiai változások) csoportba nem illenek bele, mivel ezekben a folyamatokban megváltozik a halmaz szerkezete, de nem változnak meg a részecskék. Például a halmazállapot megváltozást vagy az oldódást nem tekinthetjük sem tisztán fizikai, sem tisztán kémiai folyamatnak, mivel ezekben a folyamatokban megváltozik a halmaz szerkezete, de nem változnak meg a részecskék. Az oldódás és a halmazállapot-változás a fizikai és a kémiai változás közötti határterülethez tartozik. A halmaz szerkezetének a megváltozását fizikai-kémiai változásnak nevezzük.” (6) „Vannak fizikai oldatok, mint pl. a sós víz, a cukros tea. Ezeknél az oldatoknál fizikai változásokkal ... visszanyerhető a feloldott szilárd anyag. Ha oldódás közben újjáépít anyag keletkezik, kémiai oldatról beszélünk. Ezeknél az oldatoknál fizikai változásokkal nem választhatók szét az eredeti alkotórészek.” (7); „Megkülönböztetünk fizikai és kémiai oldódást. ... Fizikai oldódáskor új elsődleges kémiai kötés nem alakul ki, az oldott anyag tulajdonságait az oldatban is felismerhetjük.” (8) A középiskolás tankönyvek már árnyaltabban fogalmazzák: „Az anyag tulajdonságait két csoportba oszthatjuk: fizikai és kémiai tulajdonságokra. ... olyan tulajdonságokat is ismerünk, amelyek mindkét csoportba besorolhatók. Így például valamelyik sónak vízben való oldhatósága az illető só fizikai tulajdonságai közé tartozik. Ugyanakkor azonban a sónak vízben való oldhatósága az illető só fizikai tulajdonságai közé tartozik. Ugyanakkor azonban a sónak vízben való oldásakor a sós felépítő részecskék és a vízmolekulák között számottevő kölcsönhatás jön létre. Ennek a kölcsönhatásnak létrejötté már a só kémiai tulajdonságai közé tartozik.” (9); „Vannak olyan fizikai folyamatok, melyek több tekintetben hasonlóak a kémiai reakciókhoz. Például az oldódás, párolgás, olvadás, szublimálás alkalmával valamilyen új szerkezetű és tulajdonságú anyag keletkezik, ugyanúgy, mint a

reakciók során. Amikor nátrium-kloridot vízben oldunk, a nátrium-klorid kristályrácsa felbomlik és új kapcsolatok jönnek létre az oldatban. A nátrium- és kloridionok hidrátburkot alakítanak ki maguk körül. Új tulajdonság is jelentkezik. A tiszta víznek és a nátrium-klorid kristálynak egyaránt kicsi az elektromos vezetőképessége, a belőlük keletkező oldat viszont jól vezeti az áramot.” (10); „Az gyakran egyértelműen eldönthető, hogy egy átalakulás kémiai vagy sem. Sokszor azonban ennek megítélése is nézőpont kérdése. A nátrium-klorid oldódását például felfoghatjuk úgy, hogy az anyagnak csak az állapota változik meg: a vegyület szilárd állapotból oldott állapotba megy át. Más következtetésre jutunk, ha figyelembe vesszük, hogy szerkezeti változás is történik: a kristályos anyag szerkezete megszűnik és a rácspann kötött ionokból hidrátált ionok lesznek. Sok szempontból célszerű az oldatban szabadon mozgó Na^+ , illetve Cl^- ionok összességét külön-külön anyagnak tekinteni. A szilárd NaCl ugyancsak külön (más) anyag. Az oldódás során tehát egy anyagból két másik keletkezik.” (11)

További problémát jelent, hogy tankönyveink az exoterm kémiai folyamatokkal el-
lentétben – melyeket valódi kémiai reakcióval, például az égéssel szemléltetnek –, az endoterm kémiai reakciókat valamilyen só (általában KNO_3 vagy NH_4Cl) vízben történő oldásával szemléltetik. Ne csodálkozzunk tehát azon, hogy tanulóink jelentős része ötévi kémiatanulás után is azt hiszi, hogy például a KCl oldása vízben egy kémiai reakció.

Az 1999-es központi kémia érettségi-felvételi feladat-sorának javítása során kiderült, hogy a felvételizők közel egyharmada szerint a KCl és a víz kölcsönhatása kémiai változás. A legtöbben, a hibásan válaszolók 75%-a a következő reakcióegyenletet írta fel: $\text{KCl} + \text{H}_2\text{O} = \text{KOH} + \text{HCl}$. Érdekes, hogy ezek a tanulók ilyen módon értelmezik a KCl -oldatok semlegességét: „mivel a reakció során a KOH és a HCl azonos anyagmennyiségben keletkezik, ezért az oldat semleges”. (Ebben az érvelésben további tévképzetek is felbukkannak, miszerint savas az az oldat, amely savat tartalmaz, és lúgos az, amely bázist tartalmaz, illetve a közömbösítés során mindig semleges oldatot kapunk. (12)

A régi és a legújabb tankönyvek szerzőinek azon igyekezete, hogy a kémiai tanulmányokat a fizikai és a kémiai változás fogalmának bevezetésével indítsák, azért is érthetetlen, mert már húsz évvel ezelőtt világosan megfogalmazták, hogy ezeket a fogalmakat pusztán a csoportosítás kedvéért nincs értelme definiálni.

„A kémiatanításban korábban (1978 előtt!) éles határt voltak a kémiai és a fizikai változások között, s még sokakban él ez a régebbi csoportosítás. ... Csupán egyszerű példákat is kiválasztva, könnyű belátnunk, hogy a kémiai és a fizikai változások között korántsem lehet éles határt vonni. ... Összefoglalva: nincsen értelme annak, hogy csupán a csoportosítás kedvéért fizikai és kémiai változásokat különböztessünk meg. ... A természetben lejátszódó folyamatok rendszerint összetettek, így általában nem alkalmasak arra, hogy a tanulás kezdetein közvetlen példaként szolgáljanak az alapfogalmak bevezetésére.” (13)

Egy nemrégien megjelent, meglehetősen provokatív hangú közlemény azt mutatja, hogy ez a probléma nem sajátosan magyar jelenség, a nyugati tankönyvek szerzői sem tudják elképzelni a kémia bevezetését ezen fogalmak nélkül. (14)

Az „elem” és „atom” fogalmak keveredése

A másik gyakori tévképzet, amely kapcsolódik a kémia három szintjéhez, az atom- és az elemfogalmak keverése. Ennek kialakulása több okra vezethető vissza. Az egyik ok mindenekelőtt a periódusos rendszer jelenlétében rejlik. A periódusos rendszer (ahogy azt a neve is mutatja) eredendően az elemeket rendszerezi hasonló tulajdonságaik alapján (makroszintű jelentés), ma azonban alapvetően az elemek atomjait tartalmazza elektronszerkezetük kiépülése alapján (szubmikroszint). Ez a kettősség kezdettől fogva jelen van a kémia tankönyvekben, és ez rendkívül zavarólag hat a tanulóira.

„Az elemek azonos rendszámú atomokból álló anyagok. Mengyelejev és kortársai számára az elemek meghatározott tulajdonságú anyagokat jelentettek. Ma a kémikusok a periódusos rendszert elsősorban az atomok elektronszerkezetének megállapítására használják. Az elemek periódusos rendszere az atomok periódusos rendszerévé alakult. A jelentés megváltozott, de az elnevezés = (az elemek periódusos rendszere) maradt. ... Ez zavarhatja a tanulókat, és azt sugallja nekik, mintha az ‘elem’ megnevezést az ‘atom’ szinonimájaként lehetne használni.” (15)

Noha a problémát nálunk is észlelték, igazából nem tulajdonítottak neki nagy jelentőséget.

„A 70-es évek elejéig Magyarországon – legalábbis az oktatásban – egyeduralgó volt az ún. rövid periódusos rendszer, vagyis a Mengyelejev-féle elrendezés. ...

Ma, az elektronhéjak kiépülési rendszerének ismeretében sokkal világosabbnak, érthetőbbnek tartjuk a nyújtott periódusos rendszert. ... Vitás kérdés, hogy az atomok vagy az elemek periódusos rendszerét használjuk-e. A kérdés azonban fölösleges(?!), hiszen a periódusos rendszer ‘kockáiban’ fölüntetett adatok részben az elemre, részben annak egy-egy atomjára vonatkoznak.” (16)

Megjegyzem, hogy az új tankönyvek között található olyan is (17), amelyben a periódusos rendszer kétszer szerepel, egyszer mint az elemek periódusos rendszere, később pedig mint az atomok periódusos rendszere. A két rendszer formai azonossága, valamint a hozzá fűzött magyarázatban az elemek és az atomok szintjének keveredése azonban a szokásos tévútra vezeti a tanulókat.

„A periódusos rendszer az elemek rendszere. A periódusos rendszer eredetileg csak 63 elemet tartalmazott. Az elmúlt száz évben az anyagszerkezeti kutatások eredményeként kiegészült. A periódusos rendszer a kémikus számára ma is alapvető munkaeszköz, számotokra az atomok közötti eligazodást segítő térkép lesz.” (17)

Az „atom” és „elem” fogalmak keveredését okozhatja a vegyjelek mint szimbólumok kettős jelentése. A vegyjel egyszerre jelenti az elemet (makroszint), valamint az atomot (szubmikroszint) is.

„A vegyjel az elem és az atom kémiai jele. Így például az Fe vegyjel jelöli a vas nevű elemet és a vasatomot is.” „A vegyjel az elem nevét és egy atomját jelöli. A H jel tehát a hidrogénelemet jelképezi, és egy hidrogénatomot jelöl.” „Mivel az elemek azonos atomokból épülnek fel, ezért a vegyjel nemcsak az elem, hanem az atom kémiai jele is. ... Tehát az elemeket és atomjaikat is vegyjellel jelöljük.” (18)

Tovább bonyolítja a helyzetet a vegyjel mennyiségi jelentésének többszintű értelmezése.

„Az elemek 1 molját is a vegyjellel jelöljük. A Fe vegyjel a következőket jelenti: vas, 1 vasatom, 1 mol vas, $6 \cdot 10^{23}$ db vasatom, 56 g vas.” (19)

Tévképzet forrása lehet az elemmolekulák reakcióinak következtelen jelölése is. Tankönyveink a két- vagy háromatomos elemmolekulák (pl. H_2 , O_2 , N_2 , Cl_2 , O_3) reakcióit általában molekulaképlettel írják fel (pl. $2H_2 + O_2 = 2H_2O$), a háromnál több ato-

mos elemmolekulákból álló elemek reakcióit viszont vegyjelükkel jelölik (pl. $S + O_2$ az $S_8 + 8O_2 = 8SO_2$ helyett).

Az „elem” és „atom” fogalmak keveredése számos esetben a tankönyvi szövegben is tetten érhető.

„Az atomok meghatározott számban molekulákat képezhetnek, pl. a kén kémolekulákból, a jód jódmolekulákból áll.” (20)

Látható, hogy az állítás első része az atomok és a molekulák kapcsolatáról szól, a második rész viszont az elemek és a molekulák kapcsolatát tárgyalja.

A „hő” és „hőmérséklet” fogalmak keveredése

Ezen két fontos fizikai fogalom keveredése (például „az oldáshő az a hőmérséklet...”) visszavezethető egyrészt a tanulók fogalmi fejlődésére (az extenzív és intenzív mennyiségek fogalmának kialakulatlanságára), valamint szemantikai okokra is (hasonlóan a „mol” és a „molekula” fogalmakhoz). Ezt a tévképzetet azonban számos kémia tankönyv erősítheti.

Az alapszintű kémia tankönyvekben az exoterm és endoterm folyamatok fogalmát általában a következő három témakör egyikénél vezetik be: halmazállapot-változások, oldás, kémiai reakciók. Az utóbbi kettő esetén a fogalmakat olyan kísérletekkel szemléltetik, amelyekben az energiaváltozás (a hőelnyelés, ill. a hőfelszabadulás) minden esetben hőmérséklet-változással (hőmérséklet-csökkenéssel, ill. hőmérséklet-emelkedéssel) jár együtt.

A tankönyvek által indukált tévképzetek nem jelentéktelen hányada a tankönyvi ábrák számlájára írható. Egy tanulmány szerint a görög természetismeret tankönyvekben az anyag részecsketermészetével foglalkozó ábrák mintegy 86%-a tévképzetet okozhat. (21) A magyar kémiatankönyvekben található ábraanyagból most mindössze két példát mutatok be.

Az oldódás sebességének és az oldódás mértékének keveredése

Ismeretes, hogy a hétköznapi nyelvhasználatban a „jól oldódik” kifejezést – a tudo-

mányos nyelvhasználattal ellentétben – kétféle értelemben is használjuk, egyrészt az oldódás mértékének kifejezésére („sok oldódik”), másrészt az oldódás sebességének jellemzésére („gyorsan oldódik”). A kétféle jelentés keveredése figyelhető meg a következő ábrán, amely egy 6. osztályos természetismeret tankönyvben található.

A fejezet címe: „Oldékonyság, oldatok”. Alcím: „Miben oldódik?” Az ábrán egy anya és kislánya dolgoznak a konyhában. A kislány salátalé készítésével foglalatoskodik. Eközben így szól: „Mama! Az ecetben olyan lassan oldódik(!) a cukor!” Mire a mama válasza: „Először a vízben oldd fel a cukrot, mert abban jól oldódik(!), azután tölts bele ecetet!” (22)

Oldatkészítésénél a térfogatok additívítása

Nagyon sok magyar általános és középiskolai tanuló gondolja, hogy oldatok készítésekor az oldat térfogatát ki lehet számolni egyszerű összeadással. Ezt a tévképzetet erősítheti a következő, egyik 7. osztályos kémia tankönyvünkben szereplő ábra.

Az ábra az oldatkészítést szemlélteti, pontosabban 100 g 10 tömeg%-os oldat készítését. Az ábra egyik részében láthatjuk a 10 g szilárd oldandó anyagot egy óraüvegen kimérve, a másik részében pedig 90 g oldószert egy mérőhengerben. A probléma az, hogy az oldószert egy beosztással ellátott mérőhengerben található, és – szerencsétlen módon – a folyadék szintje a 9-ik jelig ér. (23) Sok tanuló azt gondolja, hogy ha a 10 g szilárd anyagot hozzáadjuk a 90 g folyadékhoz, akkor a folyadékszint a 10-ik jelig fog emelkedni.

Számos esetben a fogalomkialakítás során az általánosítás hiánya okozza a tévképzetet. Példa erre a tömegszázalék fogalma. A kémia tankönyvek például a tömegszázalékot az oldatok tárgyalásánál vezetik be, és általában a következőképpen definiálják:

$$\text{tömeg\%} = \frac{\text{oldott anyag tömege}}{\text{oldat tömege}} \cdot 100$$

Ezért nagyon sok tanuló csak az oldatokkal kapcsolatos számításokban tudja használni a tömegszázalék fogalmát. Ráadásul néhány helyen a kristályvizes sók oldásával, kiválásával kapcsolatos feladatoknál a következő megjegyzést találjuk:

„A számítások során a kristályvíz tartalmú vegyületeket ‘szilárd oldatoknak’ is tekinthetjük, melyek határozott, állandó tömeg%-ban tartalmazzák az ‘oldott anyagot’.” (24) „Több eset jelzi, hogy a kristályvíz tartalmú anyagok ‘szilárd oldatként’ való kezelése – számítási feladatokban – nem vált még általános gyakorlattá. Pedig ezzel a módszerrel jelentős időt, leírás esetén helyet és időt takaríthatnánk meg.” (25)

Látható, hogy ebben az esetben a tömegszázalék fogalmának általánosítása helyett az oldat fogalmának általánosítása történik.

Egy sajátosan magyar tévképzet

Néhány esetben az új fogalom kialakításakor alkalmazott eljárás nem megengedhető általánosítása okoz tévképzetet. Ilyen a tanulóknak a sebességi egyenlet és a sztöchiometriai egyenlet kapcsolatával összefüggő tévképzete, ami bizonyítottan annak következménye, hogy a magyar nyelvű kémia tankönyvek kétharmada az egyensúlyi állandót és a tömeghatás törvényét kinetikai alapon vezeti be. (26)

Az itt bemutatott néhány példa is mutatja, hogy a (magyar) kémia tankönyvekben nagyon sok olyan kijelentést, magyarázatot, ábrát és szemléltetést találunk, melyek alkalmasak tévképzetek kialakítására. Úgy tűnik, hogy a kémia tankönyvek szerzői nincsenek tekintettel a pedagógia, a pszichológia és a kémia–didaktika legújabb eredményeire.

„Sajnos a kémia oktatásával kapcsolatos kutatások a 20. században nagyon kis hatást gyakoroltak a kémia tanítására. A tankönyvekben az utóbbi négy évtizedben végrehajtott változtatásokat nem a tudományos kutatások eredményei vezérelték. Noha a kémia oktatásának kutatásával foglalkozó szakemberek lényegében minden jelentősebb tévképzetet feltártak, ami a bevezető kémiakurzusok anyagához kapcsolódik, a tanárok 90%-a vagy egyáltalán nem ismeri azokat, vagy nem használja a kialakulásukat megelőző eljárásokat az oktatás során” – írja a már idézett Gabel.

Ezzel szemben a kémia tudomány legújabb eredményei meglepő gyorsasággal jelennek meg a tankönyvekben. Például a nyolcvanas évek végén felfedezett fullerének (a szén harmadik kristályos mó-

dosulatai, pl. C₆₀) a kilencvenes évek elején kiadott tankönyvekben már szerepelnek. Ezek a tények is bizonyítják, hogy a magyar kémiaoktatás még nem tudott túl lépni a kémia tudomány eredményeit bemutató, annak felépítését, logikáját követő szinten. (27)

Jegyzet

- (1) GABEL, D.: *Improving teaching and learning through chemistry education research: a look to the future*. Journal of Chemical Education, 1999. 4. 548. old.
- (2) BROSNAN, T.: *When is a chemical change not a chemical change?* Education in Chemistry, 1999. 56. old.
- (3) MARÓTHY M.-NÉ: *Kémia 12–14 éveseknek*. Konsept Kiadó, Bp. 19. és 9. old.
- (4) NADRÁINÉ HORVÁTH K.–VARGA I.-NÉ: *Kémia I.* Nemzeti Tankönyvkiadó, Bp., 1996. 121. old.
- (5) NADRÁINÉ HORVÁTH K.: *Kémia III.* Nemzeti Tankönyvkiadó, Bp., 1998. 177. old.
- (6) KECSKÉS A.-NÉ–ROZGONYI J.-NÉ–KISS ZS.: *Kémia 8. (Általános iskola)* Nemzeti Tankönyvkiadó, Bp., 1998. 14. old.
- (7) BONIFERT D.-NÉ–HALÁSZ T.–MISKOLCI J.-NÉ–MOLNÁR GY.-NÉ: *Természetismeret 6. (Fizika és kémia)* Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged, 1997. 90. old.
- (8) GYÖRBÍRÓ K.: *Általános kémia*. Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1994. 95. old.
- (9) KÖRÖS E.–PINTÉR I.-NÉ: *Kémia (Gimnázium I. osztály)*. Tankönyvkiadó, Bp., 1976. 9. old.
- (10) BOKSAY Z.–GARAI K.–TÓTH G.: *Kémia a szakosított tantervű gimnáziumok IV. osztálya számára*. Tankönyvkiadó, Bp., 1967. 13. old.
- (11) BOKSAY Z.–TÖRÖK F.–PINTÉR I.-NÉ–BALÁZS L.-NÉ: *Kémia a gimnázium I. osztálya számára*. Tankönyvkiadó, Bp., 1982. 110. old.
- (12) SCHMIDT, H.-J.: *A label as a hidden persuader: chemists' neutralisation concept*. International Journal of Science Education, 1991. 4. 459. old.
- (13) BALÁZS L.: *A kémiai folyamatok tanítása*. In: *Az általános iskolai kémiatanítás korszerűsítésének története*. (Szerk.: Balázs L.) OPI Pedagógus Továbbképzés Könyvtára, Bp., 1978. 72. old.
- (14) BOROSNAN, T.: *When is a chemical change not a chemical change?* Education in Chemistry, 1999. 2. 56. old.
- (15) SCHMIDT, H.-J.: *Does the periodic table refer to chemical elements?* In: *Book of Abstracts*. 4th European Conference on Research in Chemical Education. York, 1997. 45. old.
- (16) VICTOR A.: *Az anyagszerkezet tanítása*. In: *Az általános iskolai kémiatanítás korszerűsítésének története*. Szerkesztette: Balázs L. OPI Pedagógus Továbbképzés Könyvtára, Bp., 1987. 57. old.
- (17) ZSUGA J.-NÉ: *Kémia 12–13 éveseknek*. Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1997. 79. és 116. old.

- (18) KECSKÉS A.-NÉ-ROZGONYI J.-NÉ: *Kémia 7. (Általános iskola)* Nemzeti Tankönyvkiadó, Bp., 1997. 71. old. ZSUGA J.-NÉ: *Kémia 12–13 éveseknek.* Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1997. 77. old. SIPOSNÉ KEDVES É.-PÉNTEK L.-NÉ-HORVÁTH B.: *Kémia 7. (Kémiai alapismeretek)* Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged, 1997. 110. old.
- (19) KECSKÉS A.-NÉ-ROZGONYI J.-NÉ: *Kémia 7. (Általános iskola)* Nemzeti Tankönyvkiadó, Bp., 1997. 76. old.
- (20) ZSUGA J.-NÉ: *Kémia 12–13 éveseknek.* Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1997. 29. old.
- (21) KOULAKIDIS, V.-HATZINIKITA, V.-KOKKOTAS, P.-VLACHOS, I.: *The particulate model of matter: a pedagogical analysis of science textbooks.* Uők: *The role of the pictorial representations of the particulate nature of matter in understanding the relevant concepts included in science textbooks.* In: *Book of Abstracts.* 4th European Conference on Tesearch in Chemical Education, York, 1997. 37. old.

- (22) BALÁZS L.-NÉ: *Természetismeret. Kémia 11–12 éveseknek.* ELTE Radnóti M. Gyakorlóiskola–Kékes Kiadó, Bp., 1993. 35. old.
- (23) DEÁK GY.: *Kémia a 13 éves korosztály számára (7. osztály).* Apáczai Kiadó, Celldömölk, 1997. 8. old.
- (24) VILLÁNYI A.: *Ötösöm lesz kémiából (Példatár).* Calibra Kiadó, Bp., 138. old.
- (25) KOVÁCS F.: *Számoljunk egyszerűbben, könnyebben: alkalmazzuk gyakrabban a tömegtörtet!* A kémia tanítása, 1999. 1–2. 23. old.
- (26) TÓTH Z.: *Egy kémiai tévképzet nyomában (Az egyensúlyi állandó bevezetésének lehetőségei és problémái).* Iskolakultúra, 1999. 2. 108. old.
- (27) NAHALKA I.: *Irányzatok a természettudományos nevelés második világháború utáni fejlődésében.* Új Pedagógiai Szemle, 1993. 1. 3. old. Uő.: *Válságban a magyar természettudományos nevelés.* Új Pedagógiai Szemle, 1999. 5. 3. old.

Tóth Zoltán

Releváns fizikát mindenkinek! Társadalmi témák a fizikában

Fejlett ipari társadalmak csakis akkor lehetnek sikeresek, ha polgárai rendelkeznek természettudományos műveltséggel. Így minden állampolgár nevelésének tartalmaznia kellene „releváns természettudományt”. Egy ilyen releváns természettudományt tanító kurzusnak komplexnek kellene lennie szakmai helyett, s magába kéne foglalnia a természettudomány kulturális és társadalmi hatásainak összefüggéseit. Én 1976 óta tartok ilyen típusú előadásokat. Ez az „aktív tanulás” olyan társadalmi témákat tárgyal, melyeket egy-egy ilyen kurzus érinthet. A példák között van az általános felmelegedés, a szállítás, az exponenciális növekedés, az áltudomány, a kockázati tényezők, a nukleáris fegyverek, a nukleáris energia, a technika értékelésének és az energia jövőjének kérdése. (Könyvalakban: Art Hobson: „Fizika: fogalmak és kapcsolatok”; Prentice Hall Publishing Company, második kiadás 1999.)

Az általános természettudományos műveltség

A széles körű és aggasztó természettudományos műveletlenség ténye mindenki számára ismert. David Goodstein fizikus és pedagógus szerint „az amerikai lakosság körülbelül 95 százaléka járatlan a természettudományokban, a természettudományos műveltségnek nevezett fogalom bármely racionális definíciója alapján.”

Számos pedagógus gondolja úgy, hogy minden állampolgárnak természetudományosan tanultnak kell lennie. A Természettudományt minden amerikai-
nak című tanulmány szerint, melyet a Tudományos Haladásért Amerikai Egyesülete (American Association for the Advancement of Science, AAAS) támogat, az egyetemes természettudományos műveltségre kényszerítő indokok egyike a következő:

„Az, hogy a jövő mit tartogat az egyén, a nemzet és a világ számára, nagyban függ attól a bölcsességtől, amellyel az emberek a természettudományt és a technikát használják...”

A természettudomány és a technika életgazdagító lehetősége addig nem érzékelhető, amíg a társadalom egésze nem érti a természettudományokat, a matematikát és a technikát, és nem tudja elsajátítani a természettudományos gondolkodást; természettudományosan művelt népesség hiányában jobb világra aligha van kilátás.

A Union of Concerned Scientists (az Elkötelezett Tudósok Egyesülete), az Egyesült Államokbeli természettudósok egyik társadalmi szervezete, amely az emberiség előtt álló környezeti és biztonsági fenyegetések elhárításán dolgozik, a közelmúltban figyelmet keltő nyilatkozatot fogalmazott meg, amely a természettudomány fontosságát hangsúlyozza. A nyilatkozatot több ezer kiemelkedő természettudós írta alá, köztük a világ természettudományi Nobel-díjasainak többsége. A „Világ Tudósainak Figyelmeztetése az Emberiségnek” többek között a következőket mondja:

„Az emberiség és a természeti világ az összeomlás felé közeledik... Ellenőrzés hiányában számos jelenlegi szokásunk... annyira megváltoztathatja az élővilágunkat, hogy az képtelen lesz fenntartani életünket. Alapvető és sürgős változások sürgősen szükségesek, ha el akarjuk kerülni az összeomlást, amely felé jelenleg haladunk.

Mi alulírottak, a világ természettudományos közösségének vezetői, ezennel az egész emberiséget figyelmeztetjük az előttünk álló jövőre. Nagy változásra van szükség földünk gondozásában, ha el akarjuk kerülni, hogy emberek tömegesen szenvedjenek és ha ezen bolygónkat mint otthonunkat nem akarjuk helyrehozhatatlanul megcsonkítani.”

Meglepően könnyű, mulatságos és hasznos egy társadalmilag és kulturálisan hasznosíthatatlan természettudományos előadást hasznosíthatóvá alakítani. E dolgozat egy egyetemi szintű, nem természettudományi hallgatónak szánt bevezető fizika-előadás tanítási elveit vázolja, és speciális példaként a tárgyalható társadalmi témák egyikét mutatja be: a szállítást és energia-felhasználást.

Általános alapelvek bevezető kurzusokhoz

Fontos alapelv minden bevezető fizika előadáshoz természettudományi és nem természettudományi hallgatónak egyaránt, hogy a fogalmak előbbre valók, mint a számítások. Számos tanulmány megmutatta, hogy a hallgatók a hagyományos fizika kurzusokon csak azt tanulják meg, hogy bizonyos alapvető típusfeladatokat hogyan kell megoldani, anélkül, hogy ténylegesen elsajátítanák azokat a fizikai fogalmakat, amelyek az előadás lényegét képezik. A képletek megjegyzésének és rutin számítások elvégzésének pusztá képessége helyett a fogalmi megértésnek kellene a központban lennie. Egy gondos oktató még a legelvontabb modern természettudományos témát is képes nem szakmai, fogalmi, de szabatos nyelven kifejezni úgy, hogy a nem természettudományos felkészültségű emberek is megérthessék.

Akad azonban jó néhány olyan képesség, amely mindenki számára nélkülözhetetlen és elérhető: grafikonok értelmezése, valószínűségi következtetés, becslés, a tíz hatványai és az arányosságok például. Tapasztalatom szerint minden hallgató kifejlesztheti és alkalmazhatja e képességeket egy természettudományos előadáson anélkül, hogy a központi fogalmaktól elválasztaná azokat.

Az interaktív foglalkoztatást mostanában a bevezető kurzusok fontos technikájaként ismerik el. Neveléssel kapcsolatos vizsgálatok szerint a hagyományos oktatás, amelynek keretében a hallgatók passzívan figyelnek, meglepően csekély valódi tanulást eredményez. Ezzel szemben azok a tanítási stílusok, amelyek révén a hallgatók aktívan vitatják meg egymással a kérdéseket, aktívan dolgozzák ki a válaszokat, és interaktív kapcsolatban vannak az oktatóval, jóval hatékonyabbak a valódi megértésben.

A legtöbb természettudományos bevezető előadás túl sok anyagot próbál felölelni. Így nagyon fontos a tartalom csökkentése. Mit hagyjunk ki? A megoldás abban rejlik, hogy tegyük fel a kérdést fordítva, „Mit tartalmazzon?” és

csak az előadás speciális céljainak megfelelő témákat ölelje föl, még számos „hagyományos” kérdés kihagyásával is.

Modern és filozófiai témák

Habár a legtöbb bevezető előadás elsődlegesen a klasszikus elméletekhez kapcsolódik, speciálisan a newtoni mechanikához, az embereknek érteniük kell a jelenkori természettudományos nézeteket is. Habár a kvantum és relativisztikus fizika képezi az alapot az univerzum megértéséhez közel egy évszázada, számos bevezető előadás még napjainkban sem igen említi. Így jó néhány hallgató befejezi a főiskolát anélkül, hogy rájönne, van néhány tátongó rés az $F=ma$ képletben, nem említve az idő, a távolság, a tömeg, a sugárzás, az anyag, az energia, a folytonosság, az észlelés, az okság, a hely és maga a fizikai valóság klasszikus nézetével kapcsolatos helytelen elképzeléseket. A hallgatónak ritkán van elképzelésük korunk vitathatóan központi természettudományos elméletének, a kvantumelméletnek a lényegéről.

A fizika előadások és könyvek tele vannak a huszadik század előtti fizikával, így nehéz eljutni a modern fizikához. A megoldás egyszerűen csak annyi, hogy hagyjuk ki a klasszikus témák nagy részét. Például az előadásomból kihagyom a következőket: lendület, impulzus, impulzusnyomaték, forgatónyomaték, merev testek forgása, tömegközéppont, nyomás és deformáció, folyadékok, gáztörvények, fajhő, hang, elektromos potenciál, elektromos ellenállás, Ohm törvénye, körfolyamatok, Faraday törvénye, váltakozó áram, geometriai optika, visszaverődés, törés, tükrök, lencsék, színek.

Évszázadokon át a természettudomány filozófiai feltételezései nagy hatással voltak kultúránkra. Például az a newtoni elgondolás, hogy minket egyetemes természeti törvények irányítanak inkább, mint a királyok, jelentős mértékben formálta az amerikai függetlenségi harc intellektuális alapjait. Így tehát nyomós érvek állnak rendelkezésre a természettudományos műveltséget adó előadásokon, amellel, hogy hangsúlyozzuk a filozófiai vonatkozásokat.

Nyissunk az osztályon belül vitát olyan kérdésekről, mint a természettudományos tudás lényege, a materializmus, az élet eredete, a technika és az etika kapcsolata, természettudomány és vallás, és a kvantummechanika lényege. A természettudományos módszertan a legjelentősebb természettudományhoz kapcsolódó filozófiai téma. Számos természettudományi szakos pedagógus hangsúlyozza, hogy ennek kellene a természettudományos műveltség középpontjában lennie, mert a ma emberének a közérdekű döntéseket megfigyelésre és racionális gondolkodásra kell alapoznia – a természettudomány módszereire –, nem pedig hagyományra, a hatalomra vagy babonás hiedelmekre.

Társadalmi témák

Az embereknek képeseknek kell lenniük arra, hogy intelligensen véleményt alkossanak a természettudományokhoz kapcsolódó társadalmi kérdésekről, másképpen az ipari demokrácia nem lehet sikeres. Ahhoz, hogy ezt a társadalmi célt elérjük, elegendő a társadalmi témák egy jellegzetes csoportját beépíteni egy teljesen hagyományos fizika-kurzusba. Ezt egyszerű megtenni túl sok idő felhasználása nélkül úgy, ha néhány olyan társadalmi témát használunk példaként, amelyek jól magyarázzák az általános fizikát. Így a társadalmi témák nagyban helyettesíthetik azokat a hagyományos kérdésköröket, melyek oly sok időt vesznek igénybe az inkább szakmai kurzusokon. Alkalomadtán egy órarészlet az általános felmelegedésről, tíz perc a szállításról, vagy egy cikk egy friss újságból, csodákat tehet.

A társadalmi témák igen motiváló tanítási eszközök, és különös jelentőségüket az adja, hogy a hallgatókra még jóval a vizsgák után is hatással vannak. Ezek a témák nagy részben természettudományt rejtenek, olyan természettudományt, melyet a hallgatók nagy valószínűséggel meg akarnak tanulni, mert látják ezek kapcsolatát saját életükkel.

Az 1. táblázat olyan fizikával kapcsolatos társadalmi témaköröket tartalmaz, melyek egy bevezető fizika-kurzus részét képezhetik, annak a leírásával együtt, hogy

Témakörök	Hova illeszthető be	Mennyi időt szánok rá az előadásomon
Energiafogyasztás az USA-ban	Energia, termodinamika	10 perc
Szállítás és energia-felhasználás	Energia, termodinamika	20 perc
Fosszilis üzemanyagok	Energia, termodinamika	10 perc
Gőz-elektromos erőművek	Energia, termodinamika	20 perc
Az ózon általános méretű csökkenése	Elektromágneses spektrum (ultraibolya)	50 perc
Általános felmelegedés	Elektromágneses spektrum (infravörös)	50 perc
Földön kívüli élet („SETI”)	Speciális relativitás	90 perc
Áltudomány, a külön teremtés elmélete	Radioaktív kormeghatározás (földtani korok), vagy SETI	10 perc
A radioaktivitás biológiai hatásai	Atomfizika	30 perc
Kvantitatív kockázati tényező	Atomfizika (a sugárzás biológiai hatásai)	10 perc
Atomfegyverek	Maghasadás, fúzió	30 perc
Atomenergia	Maghasadás	50 perc
Az újrahasznosítható energiaforrások	Energia, termodinamika	30 perc
Energia hatékonysága / megőrzése	Energia, termodinamika	20 perc

1. táblázat

Társadalommal kapcsolatos témakörök, melyek előkerülhetnek egy bevezető fizika-kurzuson

melyik téma természeténél fogva hova illeszkedik, s hogy valójában mennyi időt szánok az adott témákra az előadásomon.

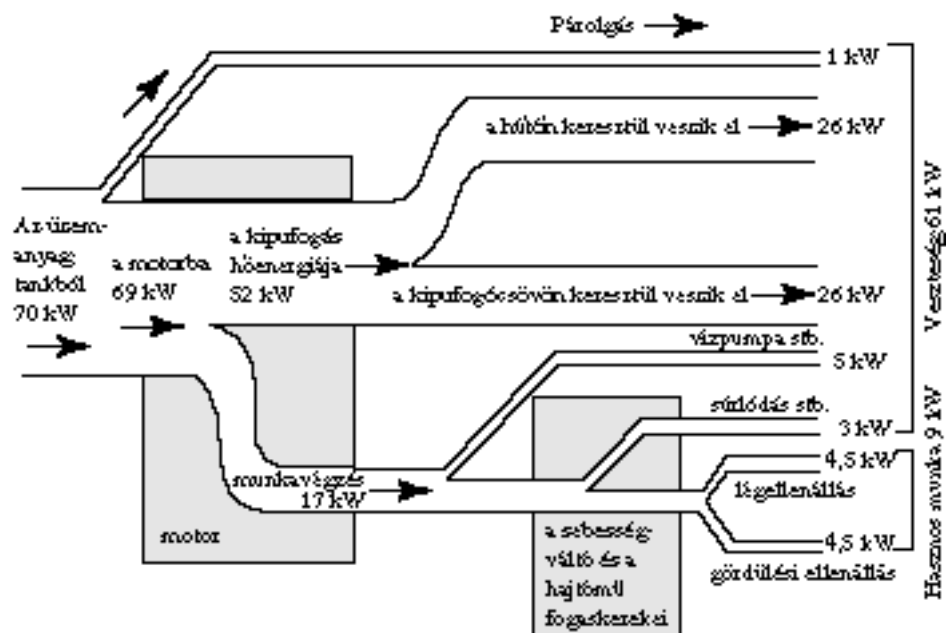
Ne gondoljuk azonban azt, hogy egy társadalomilag releváns fizika-kurzuson nagyon sok témát kell érinteni az 1. táblázatból. Ellenkezőleg, próbáljunk meg először csak egy vagy két témát beilleszteni az előadásunkba, majd aztán gondolkodjunk el új témák későbbi beillesztésén. Ezek a témák beilleszthetők vagy kitörölhetők bármely bevezető órán attól függően, hogy mennyi idő áll rendelkezésre, és hogy milyen a hallgatók és a pedagógusok érdeklődési köre.

Ezen témakörök közül néhány ellentmondásos. Például sok vallásos fundamentalista ellenzi a biológiai evolúció elméletét. Azt szeretnék, hogy a „creationism” elméletét (a külön teremtés elméletét, vagyis azt a hitet, hogy a fajok, és főképpen az emberek külön teremtés „szülöttei”, és hogy a Földet csak néhány ezer évvel ezelőtt teremtették) is tárgyaljam mint az evolúciónak egy elfogadható alternatíváját. Az ilyen ellentmondásos kérdések kezelésére az a módszerem, hogy mindig a természettudományos konszenzust tanítom, aztán azokat a bizonyítékokat, amelyek ezt az elfogadott álláspontot támasztják alá (ilyen például a radioaktív bizonyíték a Föld 4,6 billió éves korát illetően).

Példaként: a szállítás és az energia tárgyalása

A szállítás legtöbb energiát felhasználó és a környezetre legnagyobb hatással levő módja a gépkocsi. Figyelemfelkeltő feladatként, mely jól demonstrálja az egyszerű számítások egyszerű becslés hatásosságát. Kérjük meg a hallgatókat, hogy mondják el, szerintük egy hagyományos autó milyen hatásokkal használja fel az energiát, abból a tényből kiindulva, hogy kalorimetriai vizsgálatok szerint egy liter benzin elégetésével körülbelül 35 millió joule (J) energia szabadul fel. További adatként: egy átlagos autó egy liter benzinnel megközelítőleg 12 km-t tesz meg 80 km/h sebességgel. A válasz: körülbelül 70 kW – ennyit használ el 700 darab fényes 100 W-os villanykörte! És mindezt állandó sebességgel számolva kaptuk. A gyorsítás ötszörösére növeli az energiaigényt.

Az 1. ábra egy hagyományos autó energiaátalakítását mutatja. Ilyen „energia folyamatábra” igen hasznos a fizikai folyamatok megmagyarázásában. Ránézésre leolvashatjuk belőle az energia két fontos törvényét: az energia-megmaradást (ami a termodinamika első főtételével azonos), és a termodinamika második főtételét. Megmaradása miatt az energia szemléltethető folyadékként, mely ugyan formáját változtatja, de a



1. ábra

Egy autópályán, állandó sebességgel haladó autó energia-felhasználása

mennyisége megmarad: az átalakításba bekerülő energia mennyisége megegyezik a kikerülő energia mennyiségével.

Az 1. ábra a termodinamika második főtételét is jól mutatja, a mechanikai energia szinte teljes egészében hővé történő alakításával, még a „motor”-ral jelölt részben is, ahol az energiának csak egy kis része fordítódik mechanikai munkavégzésre.

Mivel energiaforrásaink végesek, és az energia felhasználása szennyezést okoz, a berendezések „energia-hatásfokának” kérdése társadalmi szempontból igen fontos. A második főtételnek megfelelően minden gépnek a hatásfoka, mely hőt használ fel munkavégzésre, 100%-nál kisebb. Számokkal az „energia hatásfoka” (az elvégzett munka elosztva a teljes energia-felhasználással) nem lehet több, mint $(T_1 - T_2)/T_1$, ahol a T_1 és T_2 a kezdeti és a végső hőmérséklet Kelvinben. Egy általános esetben $T_1 = 600\text{ K}$ és $T_2 = 300\text{ K}$, így ez a maximális hatásfok 50%. Valójában az 1. ábrán jelölt adott motor hatásfoka csak $17/69 = 25\%$. Még rosszabb, hogy a „teljes hatásfoka”

egy átlagos autónak, miközben utasait szállítja, csak $9/70 = 13\%$, körülbelül $1/8$. Más szavakkal, minden 8 liter benzintől, melyet az autóba tankolunk csak 1 liter az, amely ténylegesen mozgatja az autót!

De itt még nincs vége a történetnek, mert az emberek célja a szállító járművekkel nem pusztán az, hogy a jármű mozogjon, hanem az, hogy embereket szállítson. Ezért egy másik, a társadalom szempontjából jobban megfelelő mértéket kell keresnünk a hatásfokra. Megőrizve azt a gondolkodást, hogy egy gép hatásfoka a gépből kinyert „hasznos eredmény” osztva a gépbe táplált összes befektetéssel, definiálhatjuk az „utasszállító hatásfokot” mint a megtett utas-kilométer (az utasok száma megszorozva a megtett kilométerrel), osztva felhasznált energiával megajoule-ban (MJ). Ez a definíció már összehasonlíthatóvá teszi a különböző szállítási módokat (2. táblázat).

Sőt még különböző állatok és gépek utasszállító hatásfokát is össze tudjuk hasonlítani, csak ebben az esetben szükségünk van egy olyan hatásfokot mérő mennyiségre,

mely a különböző állatok igen különböző testtömegét is figyelembe veszi. Tehát a hatásfokunkat kilogramm (az utasoké) • kilométer / MJ-ban mérhetjük (3. táblázat).

	utas•km/MJ
Bicikliző ember	18,0
Gyalogló ember	5,0
Városok közti vonat	1,7
Városi busz	0,9
Autó (4 elfoglalt hely)	0,7
Utasszállító repülőgép	0,4
Autó (átlagosan 1,15 elfoglalt hely)	0,2

2. táblázat
A különböző emberi szállítási módok
utasszállító hatásfoka

	kg•km/MJ
Bicikliző ember	1100
Átlagos hal	600
Ló	500
Gyalogló ember	300
Átlagos madár	200
Városok között közlekedő vonat	100
Városi busz	55
Kolibri	50
Autó (átlagosan 4 fő)	40
Utasszállító repülőgép	40
Légy, méh	20
Autó (átlagosan 1,15 fő)	12
Egér	5

3. táblázat
Állatok és gépek utasszállító hatásfoka

Nemcsak az ember alkotta szállító eszközök, hanem az egész élővilágban is kiemelkedően a leghatékonyabb utasszállító a bicikliző ember. Ennek két alapvető fizikai indoka van: először is a bicikli keréken gurul, amely a tehetetlenség törvénye miatt (Newton első törvénye) forgásba hozva hosszú ideig úgy is marad. Másodszor a bicikli a leghatékonyabb a kerekes járművek, az autók, buszok, vonatok és repülőgépek közül a termodinamika második főtétele

miatt: hőerőgéppel működő járműveknek eleget kell tenniük a második főtétel hatásfokra vonatkozó szigorú feltételeinek.

A járművek rakományt is szállíthatnak. A teherszállító hatásfok egy alkalmas mérteke a teher tömege kilogrammban megszorozva a megtett kilométerrel, osztva az energiával MJ-ban (4. táblázat).

	kg•km/MJ
Vasút (teher)	3100
Teherautó (nehéz)	490
Repülő (teher)	74

4. táblázat
Teherszállító hatásfok

A vasút hatszor hatékonyabb, mint a teherautó, és negyvenkétszer hatékonyabb, mint a repülőgép (4. táblázat). Mítöbb: embereket szállítva a vasút hatásfoka kétszer nagyobb, mint a buszé, négyszer nagyobb, mint a repülőgépe, és nyolcszor nagyobb, mint az autóé (2. táblázat). Alapvető fizikai magyarázata van ennek is. Az összes jármű munkáját lég- vagy gördülési ellenállással szemben végzi (1. ábra). A vonatok lecsökkentik a légellenállást azzal, hogy viszonylag kicsi a homlokfelületük, miközben nagy terhet mozgatnak. A gördülési ellenállás abból a hőből ered, amelyet a gumi belsejében levő levegő összenyomódása okoz, miközben a gumi egyes részei a talajhoz érnek. Acélkerekek acélsíneken nem okoznak ilyen veszteséget. A vonat „jól gurul”. A bicikli is „jól gurul”, ha kemény, nagynyomású a kereke, amit a tapasztalt biciklisták is tanúsíthatnak.

Ipari demokráciák nem működhetnek természettudományosan művelt lakosság nélkül. A releváns természettudomány nem csak a természettudomány, hanem bolygónk érdekében is nélkülözhetetlen.

Art Hobson

Évkönyv

Evkönyvet ad ki az Országos Köznevelési Tanács 1998-ról. Ezzel a sokoldalú, a tanács tagjainak különböző álláspontját rögzítő tanulmánykötettel teljesíti az OKT törvényes kötelezettségét az „éves jelentés” közreadását illetően.

Új könyvek a század kihívásairól

Pataki Ferenc könyvének címe: A tömegek évszázada. Kiadója az Osiris. Kónya Anikó és munkacsoportja jegyzi az Akadémiai Kiadó kötetét. Címe: Kollektív, társas, társadalmi... Csányi Vilmos a magatartástudományok más eszközével tekint az emberiségre: Az emberi természet című kötetében. Kiadója a Vince Kiadó. Soros György könyvét a Scholar kiadó adta ki. Címe: A globális kapitalizmus válsága. Veszélyben a nyílt társadalom.

Reformok és pedagógiák

Varvasovszkyné Velsz Dóra humánus könyvét Debrecenben adták ki. Zeneterápia és gyógypedagógia a kötet címe. Súlyosan és halmozottan sérültek intézményeiben végzett fejlesztő munkát a szerző. A magyar Németh András és a holland Skiera professzor közös kötetben tekintette át a reformpedagógiai törekvéseket. Reformpedagógia és az iskola reformja a kötet címe. Kiadója a Nemzeti Tankönyvkiadó.

Koldusok és királyfiak

A századelő szociális tükrét rajzolja meg az a szöveggyűjtemény, melyet Léderer Pál, Tenczer Tamás, Ulicska László szerkesztett, s kiadója az Új Mandátum. „A tetetésnek minden mesterségeiben jártasok...” Koldusok, csavargók, veszélyeztetett gyermekek a modern kori Magyarországon – így a kötet alcíme. Jankó Judit a szerkesztője az Iskolai szociális ismeretek című kötetnek, kiadója a Comenius. Princesz Mária – az OKKER számára – szerkesztett szöveggyűjteményt a Mentális és viselkedészavarok pszichológiájáról. Ugyancsak az OKKER adta ki Kósáné Ormai Vera könyvét az iskolapszichológiáról, Horányi An-

nabella és Hoffmann Gertrúd kézikönyvének címe: Pszichológiai és pedagógiai szolgálat a Nevelési Tanácsadóban. Bácskai Erika és Gerevich József könyvének címe: Ifjúság és drogfogyasztás. Kiadta a Drogmegelőzési és Módszertani Ambulancia Budapesten. Anita Werner egyszerűen „A tévé-kor gyermekeinek” nevezi a mai nemzedéket, ez a Nemzeti Tankönyvkiadónál megjelent kötet címe. Gazsó Ferenc és Laki László kötetét, az OKKER kiadó, Esélyek és orientációk – Fiatalok az ezredfordulón címmel adta ki.

Bábok ünnepe

50 éve, 1949-ben nagy társadalmi és nemzetközi figyelem mellett alakult meg a Budapest Bábszínház jogelődje, az Állami Bábszínház. A műkedvelő mozgalom korábbi legjobbjaiból alakult társulat mindvégig hű maradt küldetéséhez, a magyarországi bábjáték egyetemes fejlődésének szolgálatához, egyúttal a mindenkori közönség igényes művészeti táplálásához. A jubileumot új bemutató köszönti. Garas Dezső rendezte Az ember tragédiáját bábszínpadra. Felújítják az eltelt évtizedek sikerdarabjait, így a Misi Mókust, a Petruskát, a Varázsfuvalót, a Diótörőt, a Csodálatos mandarint. Az ünnepet kísérő konferencia díszvendége a lengyel Jurkowski, a nemzetközi bábszövetség, az UNIMA tiszteletbeli elnöke, a tanácskozáson a követők, a sok vihart megélt magyarországi bábszínházak igazgatói. A Bábszínház csarnokában kiállítás nyílik.

Kalmár Ágnes:

Évszázadok játékai mesterkezekből

A Szorakatenusz állandó kiállítása a Játékmúzeumban.

Az évről évre újabb kincsekkel bővülő gyűjteménynek csupán töredékét mutatják be két tágas teremben, azonban muzeális játékaink legszebb, legértékesebb darabjai láthatók itt, közöttük pedig az egyre gazdagabb egyéniségével kibontakozó hazai játéktörténet tárgyainak sora. Igaz, sem a késő-középkor játékkészítő háziiparának, sem pedig a játékok nagyipari gyártásának nem

alakulhattak ki elsöprő méretű képviselői, azonban a játékos, felfedező, alkotó ember annál gazdagabb sokféleségében mutatkozik meg találmányaiban, mint Kempelen Farkas sakkozó automatája egyedi iparművészeti remekeiben, Apafi Mihály ébenfa-be-rakásos ostáblajátékán, MNM, a kézműiparosok mesterremekein, s mindez együtt a különböző korok népi játékaiban, csont- és agyagjátékok a középkor egyes szakaszaiból, a középkori Buda ásatásának műkincsei vagy Visegrád dobókockát is készítő csontműves céhe és a falusi ember életét leképező játékvilág az őt körülvevő anyagokból. S ezt a reánk hagyományozott játékkultúrát színesítik egyes vidékek vásári-búcsús játéakai, melyeknek vidékenként állandósult típusai szintén a népi játékokból rögzültek, formája, szín- és motívumvilága pedig a nép díszítő művészetéből merített.

A hazai játéktörténet hiányzó láncszemeit irodalmi művek leírása, az azokat értelmező, díszítő képek, metszetek vagy éppen a képzőművészeti alkotások pótolják számunkra. (Comenius Orbis Pictus művében éppen 10 játékot ábrázoló metszetet közöl a 17. század második feléből.)

Igen gazdag tárháza mindez a játéktár-
gyak világának, melyből korunk embere újból és újból merít, még akkor is, ha a játékok kivitelezésében vagy azok működtetésében egyre újabb – az élet igényeinek, minőségének megfelelő – technikai bravúrokat alkot.

Ennek az örökségnek gazdag szeptetét mutatja be az országos gyűjtőkörű játékmúzeum újjárendezett állandó kiállítása, és itt mindenképpen meg kell jegyezni, hogy so-
kan nem reméltük e nem oly régen szerve-
ződött gyűjteménytől, hogy 15 esztendő le-
forgása alatt ilyen gazdag tárgy-együtteseket
őrző múzeummá válik. Természetesen helyet
kapott benne sok olyan játékszer is, amely a
középkortól alakuló európai kereskedelem
nyomán a Kárpát-medencébe is eljutott.

Németország (Berchtesgaden, Sonneberg),
Csehország (Krouna, Debova), Lengyelor-
szág (Kielce), Oroszország (Zagorszk) leg-
többször búcsús kegytárgyakat, ajándéko-
kat készítő faragó központjai a 18. szá-
zadtól kezdve egyre nagyobb mértékben
foglalkoztak apró, festett játéktárgyak ké-

szítésével, s hamarosan kialakultak az egyes
vidékekre jellemző játékok sajátos formái. Az
árusításukkal foglalkozó hálózatok vámmen-
tesen hordozhatták a hátukon elférő tárgya-
kat az e célra könnyű fából kialakított szer-
kezeten. Tudjuk, hogy játékaik messze föld-
re eljutottak, így Magyarországra is. Egy
18. században utazó hölggy írja leírásaiban –
éppen a berchtesgadeni játékok kivitelével
kapcsolatban –, miszerint a kis magyarok
vágya a táncoló paripa, míg a belga gyerme-
kek vaskos parasztlóvakat, az olaszok pedig
kordét keresnek a fájátékok között.

Magyarországon is készítettek eladásra
játékokat céhes kereteken belül (például
visegrádi csontműves céh), de ezt követő
iparosodás elmaradt. Ennek egyik oka min-
den valószínűség szerint a német játékipar
Európát uraló elterjedése volt. Játékkészí-
tő ipariskoláink az 1870-es években alakul-
tak, elsősorban az erdőkben gazdag része-
ken, így a Felvidéken, Kárpátalján és Er-
délyben. Az itt készült játékokból legjobb
esetben is csupán rajzok, esetleg fényképek
maradtak ránk, reméljük, hogy külföldi
(szlovák, ukrán, román) gyűjtemények nem
keveset őriznek belőlük.

A Szókraténusz gyűjteményének legré-
gibb időkből származó darabja a „miniatűr
Lottójáték”, gót betűvel írott, nyomtatott
szabállyal, nemes fából esztergált számko-
rongokkal, rézből préselt játékpénzekkel, az
1780-as évekből. Nem sokkal fiatalabb az a
német kifestőlap, fametszet, mely korábban
(1820 körül) igen nagy ritkaságnak számított,
s a vele való játék oly kivételes esemény-
számba ment, hogy gazdája többször lemos-
ta vizes szivaccsal a már színes lapot, hogy
ismét átélhesse a kifestés nem mindennapi él-
ményét. A játékbabák gazdag történetének
késői darabjai a festett fa- és viaszbabákat,
papírmaséféjú figurákat felváltó „hölgyek”,
a később annyira elterjedt porcelánféjú ba-
bák első hírművei az 1850-es évekből. Ele-
gáns nőket formáznak korhű viseletben, fe-
jük festett fényes porcelán, modellált vagy
valódi hajjal, a legfinomabb kesztyűből
varrott, keményre tömött testtel.

Ezek azok az évek, melyekben az iskolai
oktatás és szemléltetés eszközeinek tárházát
kialakította: közöttük a ma puzzle néven

közismert mozaikrejtvény-játékot a térképészetben, a diavetítő őset, a Laterna Magicát vagy Mágikus lámpácskát, és a nagy múltú táblás társasjátékok témáját is az oktatás-nevelés szolgálatába állította. E játékok mindig újra alakuló megjelenési formái, a kor igényei szerint változó szabályai hitetik el sokszor velünk új keletű voltukat.

A 19. század második fele nem pusztán az iskolai szemléltetés fejlődésének, de a szépen illusztrált gyermekkönyv megjelenésének kora. Ez volt az idő, amikor elsőként az angol iparművészet figyelme az élet eddigi ismeretlen részletei s annak kellékei felé fordult. A gyermekek játécai, könyvei, ruhái és szobájának gondos kialakítása egyaránt az igényes tervezők feladata lett. Hazánkban is művészek és művészetelmélet-írók vállalták a hazai színvonalas játékipar megteremtését, sőt a gyermekek teljes környezetének kialakításával foglalkoztak (Nádai Pál: *A gyermek*, I–II., 1911). Legnagyobb a rangos gyermek-könyvművészet megszületésével teremtettek (Kozma Lajos, Lesznai Anna és Kner Izidor gyomai könyvnyomdájának tipográfiája). Ennek ékessége Karinthy Frigyes: *Zsuzsa Bergen-góciában* című könyve Kozma Lajos könyvdíszével és szöveg közti pasztelljeivel (1921), mely az 1921-es Gyermekművészeti Kiállítás első díjának nyertese lett.

Ezekben az évtizedekben főként kisebb műhelyekben készültek hazai játékszereink, közöttük nem kevés nemzetközi szinten is rangot vívott ki magának. Egyedi és rendkívül gazdag kialakításuknál fogva értek el sikert a viseltes, iparművészeti babák, valamint Grabowiczky Leon kőbányai műhelyének „Grabóka” fantáziánéven forgalomba került, fából készült, színes alapon élénk indaszalagokkal ékesített mesterfigurái. Az igényesen alakuló hazai játékkészítés felfelé ívelő útját a háborúk törték meg. Figyelemreméltóak a Pénzverde által készített elektromos játékvasutak, melyek közül kétféle készlet került forgalomba az 1950-es években.

Mindezek mellett Magyarországon is árusították az Európát meghódító játékszereket: Richter-kőépítőszekrényeit, Märklin elektromos vasútkészleteit és építőjátékait, Lehmann felhúzzható pléhjárműveit, Steiff

plüss- és filcfiguráit, hogy csupán a legnagyobbakat említsem.

A városi játékok egyre bővülő tárháza mellett mindig kevesebbet találunk a hagyományos falusi játékszerekből. Mégis székelyvarsági gyermekjátékok bőséges, 1922-ben gyűjtött együttesét mutatjuk be új kiállításunkon. Az egyes vidékeken, tájegységekben kialakult játékok készítésének módja sokszor ma is él közöttünk. Magyar Pálné (Őcsény-Sárköz) hasonló hitelességgel készíti a hagyományos háromlábú babát, mint 100 évvel korábbi elődei, megfelelően kiválasztott orgona ágra formálva, arcát tüllel borítva, az eredeti viselet darabjait hűségesen lekicsinyítve.

Vitéz Istvánné (Hajdúnánás) és Győri Mihályné (Somogyudvarhely) gyermekkorának csuhéból készült játékeit őrizte meg emlékezetében s örökölte tovább a ma kézművességgel foglalkozó fiatal nemzedéknek. Vásári és búcsús fájátékokat – mint a zarándoklatra utaló kislepke, görbe bot és gereblye – még napjainkban is készítenek a Mátraverebély-Szentkúthoz (Palócföld búcsújáró helye) közeli Hasznoson, ahol nemzedékek óta nyújtott megélhetést a fából készült kegytárgyak, ajándékok és játékok előállítása. Az általában ismert kereplő, csatogós lepke, talicska, bölcső és lovas kocsi tartoznak még a játékkínálat tárgyai közé, ezeket igazán jellegzetessé csupán a meghatározott színezés teszi.

A kiállítás kiemelkedő mesterremekei azok a tárgyak, melyek az igazinak hűséges, kicsinyített másai. Ilyen Pusztai László lakatosnak a 19. század utolsó évtizedében készített, zománclapokkal díszített gyönyörű és használható játéktűzhelye, vagy a számunkra ismeretlen nyugalmazott tengerész tölgyfából készült, óraszerkezettel működő hajómodellje, melyet gyermektulajdonosa Szegeden, az Anna-kút melletti drogéria kirakatából választotta 1937-ben, ahol még két másik pompás darab várt vevőre. Ezen egyedi daraboknak külön ékességei, hogy keletkezésük, létrejöttük is legtöbbször vadregényes, titkos történet. Egyik legfrissebb szerzeményünk Somogyi Miklós és öccse, Géza által készített vasútmodell-együttes. Az elmúlt száz év

hazai vasúti kocsijainak, híres gőzmozdonyainak kicsinyített, oly részletes figyelemmel elkészített darabjairól van szó, amely ipartörténeti emlékként is ritkaság. Híres gyűjtemények tartják számon a Somogyi-kocsikat, melyekkel 30 éven át készítjük, Somogyi Géza és az iskolai tanítás után hozzá betérő helyi gyerekek is játszottak.

Cigányság

Új könyvek a roma kisebbség neveléséhez: a Tanítók kiskönyvtára sorozat 9. kötetében Kovalcsik Katalin szerkesztésében jelent meg terjedelmes tanulmánykötet. Tanulmányok a cigányság társadalmi környezete és kultúrája köréből. A sorozatot három kiadó jegyzi: az Oktatási Minisztérium, az Iskolafejlesztési Alapítvány és a Budapesti Tanítóképző Főiskola. A kaposvári Csokonai Tanítóképző Főiskola sorozatában Beás nyelvkönyv, szótár is megjelent. Emeljük ki ezúttal Bódi Zsuzsanna Cigány népismeret című, szembeszökően gazdag tematikus irodalomjegyzékkel kísért kötetét.

Erkölsfilozófia

Kaposvárott ötödik alkalommal rendezték az erkölsfilozófiai konferenciát. Ezúttal a művészeti értékközvetítés problematikája is társult a tematikához. A korábbi konferenciák anyaga kötetben hozzáférhető. Végső szavak, illetve A világ feltételei címmel jelent meg az 1995-ös és a 1997-es konferencia valamennyi előadása szerkesztett változatban.

Mitológia '9

Kilencedik kiadását jelenteti meg az Amfipressz Kiadó a jeles ókortudós, Trencsényi-Waldapfel Imre népszerű munkájának, a Mitológiának.

A játék mint mentalitás a 21. század küszöbén

Nemzetközi játékszociológiai konferencia Kecskemét, 1996. október 16–19.

Az elhangzott előadások rövid összefoglalóival ajánljuk szíves figyelmükbe a magyar és angol nyelvű kötetet, mely a Magyar Soros Alapítvány Modellintézménye

(1997–1999) program részeként kerül kiadásra.

Csepeli György: Élet és játék

Az élet és a játék kontextusainak egyik különbségét abban látom, hogy az élet tétterhes, míg a játék tét nélküli döntéseket tesz lehetővé. A másik különbséget az életesemények irreverzibilitásában látom, mellyel szemben a játék eseményei reverzibilisek.

Élet és játék mindazonáltal nem különül el. A játék az, ami az élet lehetne, ha mernénk élni a szabadsággal, mely emberi létünk eredendő meghatározatlanságának folyománya. Ha az életből lehet játék, a játékból is lehet élet, mely a játékkal ellentétben nem ad lehetőséget a szabadságra. Szenvedély, beszűkülés a következmény. Az élet és játék határai áthágásának különös esete, a másik életével üzőtt manipulatív játék. Fenti téziseket irodalmi példák segítségével világítom meg.

Lukácsy András: A játék mint utópia

A fejtegetésben abból indulok ki, van-e közös motivációja gyermek és felnőtt játéknak. Ha mindketten művelik, kell lennie ilyeneknek...

A játék – világepítés. Nemcsak a története bizonyítja ezt (játéktáblák mint világmépábrázolás, a játéktér mint életút: születés–halál motívumok stb.), hanem éppen aggályos berendezettsége miatt is. Ha igaz az a tétel, hogy a játék a gyerek számára kis világ: világegyetem gyerek szinten, kell ilyen motívumnak lenni a felnőttek körében is.

Az én válaszem: a játék rendezett világ. A gyermek számára oly módon, hogy birtokolni még nem tudott felnőtt-világot leképezni a maga szintjére, a felnőtt számára úgy, hogy az ideálisan működni nem tudó világot megteremti a maga keretei között. Jobb híján a gyermek eszközeivel, ha tetszik infantilisán, de mindenképpen rendezetten.

Dessewffy Tibor: A játék szerepe és lehetőségei a posztmodern korszak határán

Max Weber a modernitást a világ varázstanításaként írta le, olyan vasketrecként, ahol a racionalizáció és a bürokrácia gyar-

matosítják életünk minden más szféráját, ahol is nem marad hely sem romantikus érzelmeknek, sem pedig a játéknak. Ez a ki nyilatkoztatás, mióta csak elhangzott, a viták középpontjában áll...

Sokan, mint például Zygmund Bauman is, a világ ezen „újraelvarázslását” tartják a posztmodern kor egyik meghatározó sajátosságának. Ennek az új varázsnak sokféle módzatával találkozhatunk nap mint nap – egyebek mellett a tömegkultúra különféle válfajaiban. Az előadás azokat a társadalmi változásokat igyekszik bemutatni, amelyek meghatározzák a játékoság terét és lehetőségeit a késő (vagy poszt) modernitásban.

Györgyi Erzsébet: Figyelő, játészó, dolgozó gyermek. A kultúra elsajátításának módja hagyományos társadalmakban.

Az előadás a felnőttek játékkultúráját, az élet folytatásához szükséges képességek elsajátítását veszi vizsgálat alá hagyományos kultúrákban, különösen a magyar parasztság elmúlt 100–150 éves gyakorlatában. Ebben az időszakban a kultúra átadásának intézményei viszonylag szerény részt vállaltak az életre való felkészítéséből, ugyanakkor maga a követendő életmód sokkal megfigyelhetőbb, áttekinthetőbb volt a felnövekvő nemzedék számára, mint a magasabb fejlettségű társadalmakban, például abban, melyben élünk. A kultúra elsajátításának egyik jelentős módja a családi és gyermek-, illetve ifjúsági közösségekben játszott játék volt.

Kérész Gyula: Játék és erőszak

Bizonyos humán játékok ellen gyakori vád, hogy erőszakot szülnek, mindenekelőtt a játékegyverek, hadijátékok, sportjátékok, szerencsejátékok és legújabban a video- és játéktérmi játékok. A továbbiakban ezeket az egyszerűség kedvért erőszakjátéknak nevezem, jöllehet egyik sem egyenmű játékokat foglal magában (...), azonkívül a legtöbb empirikus vizsgálat szerint még az agresszívebb típusú játékok sem vezetnek önmagukban erőszakos cselekményekre, bár kétségtelenül jobban felhasználhatók (pl. játékpisztoly bankrabláshoz), mint a békésebb játékok... A szerző a játék és az erőszak

kapcsolatával foglalkozó kutatások történeti áttekintésén túlmenően maga is végzett esettanulmányokat olyan csoportokban, amelyek nézetei és gyakorlata az erőszakjátékokkal kapcsolatban pregnánsan eltér (például Jehova tanúi és katonatisztek családja).

Mérő László: Védőbeszéd a számítógépes videojátékok ügyében

Intellektuális körökben divattá vált csempülni a videojátékokat. Mint minden popkultúrát, ezt is könnyű a magas komolyság világából lenézni, megvetni... Jelen konferencia tematikájában olvastam: „számítógépes játékkultúra = tradícióvesztés + sematizmus?” Gyanúm, hogy a kérdés költőinek volt szánva. Én a videojáték-ipar látványos felfutásában nem elsősorban a tradícióvesztést látom (ahogy a moziéban sem), hanem épphogy egyfajta új tradíciórendszer születését. Ez azon generációk majdani tradíciója lesz, akiknek már nem okoz nehézséget beállítani a videójukat egy holnapi film automatikus felvételére, vagy kinyitni egy automatikus WC ajtót... A videojátékok kialakították a maguk újfajta szociális kereteit is. Ma már aligha tekinthetők az embereket egymástól elidegenítő, elmagányosító tevékenységnek. Kezdenek kialakulni a klasszikusai is, és talán érdemes őket előítélet nélkül, felkészülten elemezni.

Csányi János: Játékosok és játékok az Internet hálójában

Az Internet hatása a tudományra és a társadalomra ma, a 21. század küszöbén legalább akkora, mint az Ipari Forradalomnak volt. Sokak szerint a tagadhatatlan előnyükön túl súlyos problémákat is felvetett az információs forradalom: a személyes kommunikáció beszűkülését, elmagányosodást, zavarokat a túl sok és túl gyors információ feldolgozásában, újfajta szenvedélybetegségek kialakulását stb., amelyek az egyedi számítógép-használattal hatványozottan jelentkeznek... Az előadásban megpróbálom felvillantani azokat az új lehetőségeket, amelyeket az Internet a játékos ember számára nyújthat és azokat a pozitív és negatív

hatásokat, amelyek az Internet használatának során jelentkezhetnek.

Nagy László: Csendes dühöngés táblajáték ügyben

Ez évben (1996) mintegy 40 alkalommal tartottam logikai és táblajáték bemutatókat. Nem tudom, remélhetem-e, hogy az ezeken résztvevő kb. 5000 fő „játékos” nem reprezentálja a hazai (játék) kultúrát. A tapasztalatok számomra megdöbbentők... Az okok között: reklámról, piacosodásról (vagy inkább prostitúcióról, egészen a hatalomig, a demokráciáig... Kapcsolódóan, de nem eldöntve, hogy ok vagy okozat: a kereskedelem játékkínálatairól, a nürnbergi játékiállítás látottairól, a hazai és külföldi gyártókról... Táblajátékokról, mint az intelligencia legnagyobb találmányáról: túl a közhelyen (mármint, hogy „logikusan gondolkodni” ... itt a közhely vége!), megtanulni nyerni és veszteni, szabályokat elfogadni, esélyegyenlőséget átlátni, fair play...

Tunyogi Erzsébet: Sérült kisgyermekek korai fejlesztése játékkerápiával

A játékkerápia elsőként a gyermek és szülei közötti feszültség feloldására törekszik. A csecsemők szüleit megtanítjuk azokra az alapvető kommunikációs és testi játékokra, amelyek nélkül harmonikus emocionális és biológiai fejlődés nem képzelhető el. A szülőben igyekszünk feloldani a gyermekével szemben érzett taszítást: a sérült gyermek világra hozásakor elszenvedett tragikus megrázkódtatást. A legsérültebb csecsemő is arc- és testmozgásokkal válaszol szülei kommunikációs kezdeményezéseire, ha kiegyensúlyozott lelkiállapotban van, biztonságban érzi magát, és érzi szülei erre irányuló bátorítását.

Zsigmond Győző: A játékos nyelvi verseny megszervezéséről és lehetőségeiről az oktató–nevelő munkában

A játékos nyelvi versenyeknek az oktató–nevelő munkában betöltött szerepéről, lehetőségeiről szól a szerző. Országos versenyek irányításában, szervezésében, levezetésében, valamint nyelvi–irodalmi játé-

kok, rejtvények, feladatok készítésében való jártasságát igyekszik kamatoztatni. Kitér a nyelvi–irodalmi játékok hozzájárulására a kreativitás fejlesztéséhez.

Siklaki István: Játékok és játszmák (A társas érintkezés pragmatikai játéka)

A nyelv elsajátítása párhuzamos a társas viszonyok játékszabályainak elsajátításával. Ennek során alakulnak ki azok a készségek, amelyek a felnőtt érintkezés finomságaira képessé tesznek, amelyek jelentős mértékben mutatnak olykor játékos, olykor komolyabb, játszma jellegű vonásokat. Előadásomban néhány olyan gyerekjátékra, szójátékra mutatok rá, amelyek a későbbi felnőtt játékos–komoly szópárbajok előhírnökei és elsajátításuk eszközei. Eric Berne nyomán a játszmák szociálpszichológiai mozzanatait idézem föl és erre is hozok gyerekek társas szerepjátékaiból példát. A Berne-féle játszmakoncepció pragmatikai elemzését adom, azaz megmutatom, milyen nyelvi kommunikációs stratégiák útján válósulhatnak meg.

Gabnai Katalin: Drámajátékok gyerekekkel és felnőttekkel

Pityergők és berregők között töltjük mindennapjainkat, nem ritkán az internet hálójába gabalyodva. Mégis – vagy tán éppen ezért – a legnagyobb élmény a másik emberrel való személyes találkozás maradt. Csak éppen az ehhez kellő formákat felejtettük el. Az idősebb nemzedék tagjai valaha volt közösségi rituálék rongyait rakosgatják nosztalgizva, az ifjabbak már nevet sem igen tudnak adni hiányérzetüknek, mely a hétköznapi interakciók felszínességéből és formaszegénységéből fakad. Személyes találkozásaink kommunikációs kultúrája elkopott, újra pedig a nagy rohanásban nemigen telik. Életben maradásunk vagy előrejutásunk circuszi próbálkozások sorozatán múlik, lessük egymást, mint az artistát a nézők az ősi várakozás feszültségével: hátha eléri! ... és még inkább: hátha leesik! Hátha!

Csapó Anna: Játék–munka–művészet

Meggyőződésem, hogy a játék emberré válásunk, ember mivoltunk, valamint a vi-

lág megértésének kulcsfogalma. Filozófiai kategória. Nem csupán a céltételező munka, hanem az a kíváncsiság, amely a játék véletleneinek, sőt luxusának tért engedett és enged, emel ki minket az állati sorból; tehet minket ma is szabadabbá, emberebbé. Alapvető szemléletváltást hirdetek tehát, amely a komolytalan, így a tudomány területéről száműzött játékot felemeli, mi több, annak illanó természetét kutatva kiindulópontként kezeli.

Pálffy László: A szerencse és játék image változásai

A szerencse és az ember kapcsolatát istenítették és emberi törvények irányították. A bibliai idők előtt kezdetben a szerencse és játék még csak sorshúzás formájában kapcsolódott össze. Később, a római korban külön istene lett a szerencsének és külön a sorsnak. (Görögöknél a szerencse istennője: Tükhe, a rómaiaknál: Fortuna, a sors római istennője a „Dicke”). A 3–4 ezer évvel ezelőtti európaiak gyakori döntésképtelen helyzetükben ezeket az isteneket szólítva sorsot húztak, kockát vetettek, így választottak az egyes oldalakhoz társított lehetőségek közül, és így a „kocka el van vetve” döntés megszületett...

Voigt Vilmos: Mi hagytuk el vagy ő hagyott el minket? Vannak-e még játékaink?

Manapság alaposan megváltozott a játék (és a csak annak nevezett „játék”) értelme és státusa. Hol arról olvasunk, hogy a magyar sport milyen mértékben más, mint korábban volt, hol új meg új „tiltott” játékokat lepleznek le (legutóbb az éjszakai autós gyorsulást, „ágyúgolyó”-futamokat). Számítógépeink beépített kártya-programját azok is használják, akik egyébként még írógépként sem kezelik e komputereket. Super Mario ugrásai és kéményszökellései jobban ismertek az ifjúság körében, mint a ludasjáték vagy a Lu-

das Matyi. Van-e még játékunk? Van-e még időnk és pénzünk játszani?

Egon Schmuck: Egy komplex ludotéka modellje és ennek lehetőségei a játék és játékszer kutatásban

A Tanítóképző Főiskola által létrehozott modellnek három fő feladatot kell teljesítenie: 1. Szolgáltatás a gyermekek számára (játékszerek kölcsönzése, játék a létesítményben, játékok javítása irányítással, játékok cseréje, játékkészítés a gyermekek által, vásárlás és eladás, játékerápia). 2. Kutatás és fejlesztés (a létesítmény továbbfejlesztése érdekében, a játékok és játékszerek területén folytatott kutatás). 3. Játékra és játékszerekre irányuló képzés és továbbképzés (főiskolai hallgatók képzése, nevelők és tanárok képzése, képzési ajánlás szülők és idősek részére). A kutatások súlypontjai: játszóhely kutatás, játékszer kutatás és fejlesztés, játékszerek vizsgálata.

Lars-Erik Berg: Játékszerek, valamint az identitás és interakció szenzációs kettőssége

Mit nevezünk jó játéknak? Válaszom a kérdésre szociálpszichológiai és interakciós jellegű. Az egyén személyiségfejlesztéséhez szorosan hozzátartozó fogalom a játék és játszás. A játszásra való képességünket soha nem veszíthetjük el, ha megtörténne, az élet meghatározó aspektusa is megszűnne. Az interakcióban fontos az idő és a történelmi fejlődés. Az Ego érzékeli a másik személyből iránta kiváltott impulzusokat, és egyúttal arra is képes, hogy vizsgálja önmagát ebben az interakciós folyamatban.

Junior Achievement

Az 1919-ben alapított Junior Achievement® mára a világ legrégebbi, legnagyobb és leggyorsabban fejlődő, nem profitorientált oktatási szervezet lett, amely a világ 103 országában működik és az utóbbi 5 év során megduplázta tanulói létszámát.

A Junior Achievement® Magyarország alapítványt 1993-ban hozta létre üzletemberek egy csoportja. A JAM a magyar oktatási rendszerhez illeszkedő, átfogó, a hétköznapi élet problémáira választ adó közgazdasági, vállalkozási ismeretekkel látja el diákjait, előtérbe helyezve az üzleti élet gyakorlati problémáit. Négy év alatt az ország 19 megyéjének több, mint 140 iskolájában, óvodájában, 3500 általános- és középiskolás diák, óvodás tanul tananyagaink alapján.

A JAM programok célja az üzleti élet és az oktatás közötti kapcsolatrendszer kialakítása, amelyen keresztül a „tantermek” és a „vállalatok” között együttműködés jöhet létre. Célunk, hogy a külföldi oktatási anyagok magyar viszonyoknak megfelelő adaptálása által a diákok és tanáraik körében egyfajta üzleti gondolkodásmódot teremtsünk meg. A NAT követelményeinek megfelelő oktatási programunk által a diákok olyan szaktudásra tehessenek szert és fejlődjenek azon készségeik, amelyek felkészítik őket arra, hogy felelős tagjai és hatékony munkatársai legyenek, mind a társadalomnak, mind pedig leendő munkahelyüknek.

A JAM tantárgyait felkészített tanárok üzletemberekkel együttműködve oktatják országszerte. A lelkes tanári gárda sikereinek alapja, hogy a folyamatos felkészítés mellett elméleti és gyakorlati példákkal színesített tankönyvekkel látjuk el őket, melyet az iskolai oktatás során sikeres vállalati tanácsadók előadásai egészítenek ki. A diákok fantáziát látnak a programban, megvalósíthatják terveiket, kipróbálhatják önmagukat tanári és tanácsadói irányítás mellett.

A Junior Achievement tananyag-csomagjai

„Én és a világ” 1–4. évfolyam (Mi magunk, Mi családunk, Környezetem, Városom). Általános iskolai program, amelynek első részét óvodáknak is ajánljuk. A program elkészítése és adaptálása során arra törekedtünk, hogy a gyerekek egy-egy meseszerű történeten keresztül játszva ismerkedhessenek meg az alapvető közgazdasági fogalmakkal. A történetek bemutatását, a tanultak rögzítését poszterek, egyszerű, de ötletes segédeszközök, ábrákkal, képekkel tűz-

delt füzetek segítik, felkeltve a kisdíjak érdeklődését a téma iránt.

Gazdasági gyakorlatok 7–8. évfolyam. A tanári, tanácsadói irányítás és a munkafüzet segítségével a JAM diákok betekintést nyerhetnek a gazdasági rendszerek világába, ismereteket szerezhetnek a pénzügyi tervezésről, a tőzsdéről, a megtakarítások/befektetések fontosságáról és a kereslet–kínálat viszony alakulásáról.

Üzleti gyakorlatok 8–9. évfolyam. Az üzleti gyakorlatok című tananyag átfogó közgazdasági szemléletet nyújt és fontos gazdasági fogalmakat vezet be. Ez a rugalmas program a pénzügy, a vállalkozásszervezés feltételeit, a kereslet–kínálat törvényét, a pénz szerepét mutatja be. A tananyag tartalmaz egy pályaválasztással és álláskereséssel kapcsolatos részt is.

Alkalmazott közgazdaságtan középiskolás diákok részére. A tananyag által a diákok összetett képet kaphatnak a gazdaság működéséről, az állam és a vállalatok felépítéséről, a bankrendszerekről, a vállalkozás lényegéről.

A program részei:

- elméleti tananyag, tankönyv segítségével
- gyakorlati ismeretek, munkafüzet példáival,
- számítógépes gazdaság szimulációs program (MESE),
- diákvállalkozás.

GLOBE. Ez egy fél éves, középiskolásos részére készült program, amely az alkalmazott közgazdaságtan tananyagot egészíti ki. A program keretében a diákvállalkozások külkereskedelmet folytatnak a világ különböző pontjain működő diákvállalkozásokkal.

A JAM tanárképzési tréningje

Az akkreditált tanárképzés négy célra összpontosít:

- a gazdasági ismeretek tanításához szükséges üzleti szemlélet kialakítása, felerősítése a tanároknak;
- a JAM tananyagainak ismertetése, tananyagok oktatásának, számítógépes szimuláció alkalmazásának gyakorlása;
- diákvállalkozás programrész alkalmazása a gyakorlatban;

– együttműködés a vállalati szakemberekkel.

Orientációs tréningeink során a tanárokat tájékoztatjuk a JAM programról, annak felépítéséről, tananyagairól és az együttműködési lehetőségekről.

Posztgraduális tréningeink keretében kerül sor a JAM tananyagok ismertetésére, a 80 órás elméleti és gyakorlati foglalkozások során. A képzésbe sikeres üzletembereket is bevonunk.

Követő tréningeket évente két alkalommal tartunk a közgazdaságtant, vállalkozástant a JAM tananyagai alapján már tanító tanárok részére.

A JAM szabadidős rendezvényei

Nyári táborunkban diákjaink ismert vállalatok szakembereivel találkozhatnak.

A MESE verseny a számítógépes és közgazdasági szimulációs gyakorlathoz kapcsolódó rendezvényünk, ahonnan az első 8 csapatot a számítógépes világbajnokságra is benevezjük.

A legjobb JAM diákoknak lehetőségük van arra, hogy kijussanak a Junior Achievement International által szervezett Nemzetközi Diáktáborokba. Célunk, hogy a JAM diákok és tanárok bekerüljenek a nemzetközi junioros hálózatba.

A Diákvállalkozások Kiállítása és Vására keretében a diákvállalkozások valódi vásáron mutathatják be és értékesíthetik saját készítésű termékeiket.

Zabhegyező – Gyerekanimátorok Egyesülete

Kiemelkedően közhasznú szervezet

Az Egyesület bemutatása

Animátornak azt a személyt nevezzük, aki másokat pozitív aktivitásra készítet. Gyerekanimátoroknak – ennek megfelelően – azokat hívjuk, akik tanítási órán kívül gyerekekkel foglalkoznak, hogy segítsék őket szabadidejük hasznos és értelmes eltöltésében.

A Zabhegyező – Gyerekanimátorok Egyesülete 1991 júniusában alakult, gyerekekkel nem hivatásszerűen foglalkozó fiatalok szak-

mai szervezeteként. A tagság kétharmada húsz évnél fiatalabb és csak néhányan idősebbek huszonöt évnél.

Az Egyesület alapelve a nyitottság, ennek megfelelően: egyrészt elhatározása alapján minden gyerekekkel foglalkozó fiatal beléphet a szervezetbe, másrészt a rendezvényeken való részvételnek nem feltétele az egyesületi tagság. Ezen alapelv megvalósításának érdekében az Egyesület jó kapcsolatokra törekszik minden hazai gyerek- és gyerekkérdeklő szervezettel.

A Gyerekanimátorok Egyesülete szakmai együttműködési szervezet, amelynek céljai:

- fiatalok felkészítése gyerekfoglalkozások vezetésére,
- gyerekanimátorok továbbképzése,
- módszertani anyagok terjesztése,
- gyerekanimátorok közötti kapcsolat- és információszervezés,
- hozzájárulni a magas színvonalú gyerekanimátor-kultúra kialakulásához és elterjedéséhez,
- közös rendezvények szervezése gyerekanimátorok, illetve azok gyerekközösségei számára,
- részvétel más szervezetek gyerekprogramjainak megvalósításában.

Az Egyesület rendezvényeinek költségét – a résztvevő gyerekek és fiatalok anyagi helyzetére és a fiatalok által végzett, nem honorált önkéntes munka nagy arányára való tekintettel – pályázati támogatásokból fedezi. Az Egyesület a társadalmi szervezetek költségvetési támogatására hivatott országgyűlési pályázati alapról kap működési támogatást.

Egyesületünk 5 éve folyamatosan játszóházat működtet a budapesti Káposztásmező II. lakótelepen. A csoport tagjai rendszeresen vezetnek foglalkozásokat a Szünidő nyitórendezvényén, a Margitszigeti Atlétikai Stadionban is.

Az Egyesület stratégiai partnere diákügyekben az Országos Diák Unió.

Az Egyesület működése

Az Egyesület legfőbb döntéshozó szerve – a közgyűlés – pályázatok közül választja ki rendezvényeit, amelyek megvalósítását

programigazgatóként azok javasloi vezetik. A programigazgató olyan egyesületi tag, akit a közgyűlés felhatalmaz az adott programon belül érvényesülő kizárólagos döntési joggal és felelősséggel.

Helyi animátorcsoportjaink rendszeresen rendeznek gyerekfoglalkozásokat, klubokat. Részt vesznek az egyesületi gyerekprogramokon, saját nyári táborokat szerveznek, ők alkotják a Nyárázó Egyesületi Tábor résztvevőinek többségét. A helyi csoportok közti információáramlást és koordinációt a Helyi Csoportok Fóruma látja el.

Az Egyesület programjai szakmai színvonalának egységesítése és emelése céljából, kidolgozta és bevezette az Egyesületen belüli általános képzési és vizsgarendszert.

Zabhegy néven rendszeresen megjelenik tájékoztatónk, amely tagjaink mellett partnereinkhez is eljut, információkat tartalmaz rendezvényeinkről, pályázatokról, olcsó szálláshelyekről, táborhelyekről.

Az Egyesület tagja a Gyermek és Ifjúsági Érdekegyeztető Tanács (GYIÉT) gyerek- és ifjúsági érdekű szervezetek tárgyalódelegációjának, megfigyelőként tagja a Gyermekérdekek Magyarországi Fórumának és együttműködik több tucat ifjúsági és ifjúsági érdekű szervezettel.

Az Egyesület tagjai az alábbi gyerek és ifjúsági célokért tevékenykedő szervezetek munkájában vesznek részt mint delegáltak:

- MaHolnap periodika szerkesztőbizottsága,
- Mobilitás Ifjúsági Szolgálat Tanácsadó Testülete,
- Nemzeti Gyermek és Ifjúsági Közalapítvány Kuratóriuma,
- Zánkai Gyermek és Ifjúsági Centrum Oktatási és Üdültetési Közhasznú Társaság Felügyelő Bizottsága,
- Zánkai Gyermek és Ifjúsági Centrum Oktatási és Üdültetési Közhasznú Társaság Tanácsadói Testülete,
- Pest Megyei Gyermek és Ifjúsági Alapítvány Kuratóriuma.

Székhely: 1142 Budapest, Alsóór u. 9/b.
Postacím: 1399 Bp., Pf. 701/200
Bankszámlaszám: 10102086-68635002-00000002

Adószám: 19669467-2-42

Honlap: www.c3.hu/-zabhegy
E-mail: zabhegy@c3.hu

Konferencia a Normafánál

A Pest megyei Pedagógiai Intézet hagyományos normafai konferenciájának közepontjában az egyén és közösség viszonyának pedagógiai értelmezése áll. Szót kapnak a hagyományos és „modern” nevelésközpontú iskolák.

Múltunk öröksége

A „Múltunk öröksége” Alapítvány a gyermekmozgalmak haladó hagyományainak ápolására vállalkozott. Nyárvégi rostallói konferenciáján arról váltottak szót a szakemberek: vajon milyen lesz a gyermekmozgalmak helyzete az elérkező 21. században.

A KOMA a művészetpedagógiáért

A KOMA kuratóriuma szerződésben bízta meg az Academia Lid et Artis művészetpedagógiai egyesületet, hogy a közalapítvány hírlevele számára készítsen ajánlót, illetve kritikai szakirodalmi szemlét a művészetpedagógia legújabb kiadványairól, módszertani innovációiról.

Fekete István száz éve

A Tüskevár írójának századik évfordulójára készülnek az irodalom és a természet barátai. Dombóvárrott, a Molnár György Általános Iskola gyermekközösségei évek óta szerveznek programot az író emlékére. A centenáriumi évben széles körű társadalmi kezdeményezésben kívánnak készülni az évfordulóra, megannyi szakmai szervezettel, érintett egyesülettel, társasággal együtt országos konferencián kívánnak dialógust kezdeményezni az író hagyatékának jegyében a környezeti és az irodalmi nevelés lehetséges összefüggéseiről. A konferencia jelképes értelmű munkacíme jelzi a progresszív pedagógiai kötődést: a Tüskevár mint a nevelés színtere. A program ideje: 2000. április.

Valaki felelős

Ez a címe a Szent Ignác Szakkollégium októberi konferenciájának, melynek témája az „egyházak és a civil társadalom felelőssége az ifjúság neveléséért”. A konferenciára a vendéglátók a legszélesebb ökumené nevében hívtak előadókat és résztvevőket, így például a Regnum Mariánum, az Opus Dei, a REFSz, az IDF, a Fidelitas, a Cserkészlet mellett szót adnak az úttörőmozgalom szóvivőjének is.

Gyermekirodalom

Komáromi Gabriella tankönyvet írt a magyar gyermekirodalom történetéről. Kiadója a Helikon. Több egyetemen és főiskolán iktatták tantervbe a gyermekirodalmat mint önálló, a pedagógia és az irodalom mesgyéjén elhelyezkedő diszciplínát.

Gyermekvédelem

Az ismert szerzőpár, Csizmár Gábor és Bíró Endre új jogszabály-feldolgozó és értelmező „kapcsoskönyvvvel” jelentkezik. Herczog Mária a lektora és a Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó adja ki A szociális munka és a gyermekvédelem jogi kézikönyve című „kapcsoskönyvet”.

Kárpátalja

Pornói Imre és Szabó József a szerkesztői annak a kötetnek, melyet a Szabolcs-Szatmár-Bereg megyei Pedagógiai Intézet adott ki a magyar iskola ezer éveire emlékezvén. Szemelvények Kelet-Magyarország és Kárpátalja iskolatörténetéből a kötet címe.

Besenyőtelek

25 évvel ezelőtt, az elsők között, kísérleti státusszal avatták a Heves megyei Besenyőtelken a község általános művelődési központját. A jeles évfordulón az alapítók méltatták a negyedszázad előtti innováció jelentőségét, a fiatalabb ÁMK-k köszöntötték az „úttörőt”, a község igényes népünnepelesen ünnepelte önmagát.

Tanfolyam

magyartanároknak

A Magyartanárok Egyesülete Újrafelfedezés és közvetítés címen 120 óras, akkreditált továbbképzési tanfolyamot szervezett tavaly és szervez idén is a TIT budapesti Kossuth Klubjában. E tanfolyam (kéthetenként, csütörtökön munkálkodó műhely) keretében az előadások, a közös műelemzések és a módszertani tapasztalatcsere mellett – az új továbbképzési rendszer szabályainak megfelelően – az értékelés alapjául szolgáló önálló „produktumoknak” is születniük kell. Ez a kényszer számos értékes munkát eredményezett. Az alábbiakban közölt írás(ok) ilyen szemináriumi dolgozat(ok). Jó tucatnyi, előre megadott témából választhattak a képzés résztvevői. E témák közös vonása az volt, hogy mindegyik „a régieket megszólító újakra”, hajdani és mai művek párbeszédére, ha tetszik „intertextuális összefüggésekre” irányította a figyelmet. A jövőben szeretnénk rendszeresen közreadni hasonló továbbképzési „melléktermékeket”, melyek ékesen bizonyítják, hogy a különböző iskolákban dolgozó, gyakran fásultnak ítélt magyartanárok korántsem veszítették el nyitottságukat, kreativitásukat, önálló műértelmező képességüket.

Arató László

Új tankönyvek

Deli István Bevezetés a pedagógiába és Didaktika címmel írt tankönyvet az egyetemre váló kaposvári tanítóképző számára. Érdekesen egészíti ki e munkákat az andragógus Magyar Miklós munkáltató tankönyve, melynek címe A tanulás – élettevékenység.

Hans Sachs magyarul

Mann Lajos évtizedes munkával ültette át magyarra a jeles „mesterdalnok” játékait, drámáit. A frankfurti könyvvásáron a magyar fél kedves ajándéka lesz a vendéglátóknak a vaskos kötet.

Zeneterápia

Kokas Klára új könyvét (Öröm, bűvös égi szikra címmel) az AKKORD Kiadó ad-

ta ki, folytatódik a foglalkozások ihletett leírása.

Varvasovszkyné Velsz Dóra kötete magánkiadás. Címe: Zeneterápia és gyógypedagógia súlyosan és halmozottan sérültek intézményeiben. A könyv gazdag és meggyőző módszertani munkákat mutat be.

Új könyvek a minőségbiztosításról

Setényi János: A minőség kora. Bevezetés az iskolai minőségbiztosítás gyakorlatába. Raabe Kiadó.

Balogh Anna (szerk.): Minőségértékelés, minőségbiztosítás az oktatásban. Szöveggyűjtemény. Fejér megyei Pedagógiai Intézet.

Horváth Attila: Minőségbiztosítási eszközök az óvodában, iskolában. Műszaki Könyvkiadó.

Szurom Pálné (szerk.): Az oktatás minősége. Pedagógusoknak a minőségről. Csongrád megyei Pedagógiai és Közművelődési Kht.

Trencsényi László: Minőségbiztosítás a pedagógiai programban – hogyan? Okker.

Tóth Tiborné–Tóth Andrea: Értékelés és minőség a közoktatásban. Műszaki Könyvkiadó.

Középpontban a minőség – az ÁMK-ban is. Tanulmánygyűjtemény. Baja. AMKOE.

Mustra

A Borsod-Abaúj-Zemplén megyei Pedagógiai Intézet módszertani pályázatának legjobb munkáiból készített kötet jelent meg a fenti címmel. Az írások igazolják, hogy a pedagógia, az iskola humanizálásának, a személyiségfejlesztésnek, az elfogadó pedagógiai magatartásnak vannak a mindennapi pedagógusmagatartásba beépült készségei, fogásai a hátrányos helyzetű régióban, a legnehezebb feltételek mellett működő iskolák, óvodák pedagógusaiban is. Sok írás szól a cigánygyerekekkel és szüleikkel alakuló konstruktív pedagógiai kapcsolatról.

Az Alternatív

Pedagógusképző Műhely

akkreditált kurzus kínálata 1999/2000

Kik vagyunk? Az Alternatív Pedagógusképző Műhelyben az 1980-as évek végének reformpedagógiai törekvései találta egymásra. Már az első években megjelent az az igény, hogy alternatív módon és tartalommal képezzünk tanárokat. Azóta bebizonyosodott, hogy kurzusaink jól hasznosítható segítséget nyújtanak a hagyományos és nem hagyományos módszerekkel tanító pedagógusoknak is, mint azt az évek óta visszajáró résztvevőink bizonyítják. Az intézményesült tanár-továbbképzési forma kialakítása mellett egyenrangúan fontosnak tartjuk a nyitott szellemű, értelmiségi műhely megőrzését.

Jellemzőink:

– Kurzusaink interaktívak.

– A témákat több szempontból, több előadó részvételével közelítjük meg.

– A foglalkozásokon az előadások helyett a résztvevők saját élményű tanulása meghatározó.

– Kurzusainkon műhelymunka folyik.

– Kurzusaink lehetőséget adnak a pedagógusság mint értelmiségi létforma kiteljesítésére.

Kurzusainkat az Oktatási Minisztérium akkreditálta

Várjuk jelentkezését!

Az APM munkatársai: Czike Bernadett, Fehér Márta, Juhász Nagy Ágnes Viktória, Kerékgyártó Judit, Szabényi Csilla, Vég Katalin.

Az Alternatív Pedagógusképző Műhely akkreditált kurzusai

1. Multikulturalitás és interkulturális kommunikáció az iskolában 120 óra

2. Speciális bánásmódot igénylő gyerekek az iskolában 120 óra

3. Alternatív pedagógiák elmélete és gyakorlata 120 óra

4. Iskolamesterek, élő pedagógiai irányzatok I–II. 60–60 óra

5. Hatékony tanulásszervezési módszerek 120 óra

6. Kultúrkörök mint a NAT Társadalomismeret moduljának választható tantárgya

	60 óra
7. Magánélettan mint a NAT Emberismeret moduljának választható tantárgya	60 óra
8. Honnan hová? – Értékek ma	60 óra
9. Isteni és emberi természet (Bibliai szövegfeldolgozás)	60 óra
10. Személyiségfejlődés és társadalomba illeszkedés	120 óra
11. Művészet művelve	120 óra
12. Alkalmazott dráma	120 óra
13. Humánökológia	120 óra
Egyéb programajánlatunk:	
Kézműipari technikák: Foltvarrás, kerámia, batikolás.	
1999 szeptemberétől induló kurzusaink:	
Speciális bánásmódot igénylő gyerekek az iskolában	120 óra
– Devianciák kezelése az iskolában	
– Integráció, sérült és ép gyerekek együtt nevelése az iskolában	
– Gyermekegészség és patológia	
Terepintézmények: Belvárosi Tanoda Alapítványi Gimnázium, Gyermek Háza, Lauder Javne Zsidó Közösségi Iskola, Burrattino Iskola.	
Tervezett előadók: Buda Béla, Fohn Márta, Császár Ildikó, Lányi Marietta, valamint a terepintézmények munkatársai.	
Kurzusgazdák: Györík Edit, Kereszty Zsuzsa, Vég Katalin.	
Iskolamesterek, élő pedagógiai irányzatok I.	60 óra
Iskolák közelről:	
– Alternatív Közgazdasági Gimnázium	
– Belvárosi Tanoda Alapítványi Gimnázium	
– Lauder Javne Zsidó Közösségi Iskola	
– Carl Rogers Személyközpontú Iskola	
A kurzushoz egy újabb 60 órás kurzus csatlakozik szervesen, melyen a résztvevők egy-egy választott iskola mentén mélyítik el tudásukat. (Iskolamesterek II.)	
Tervezett előadók: Horn György, Györík Edit, Szeszler Anna, Gádor Anna.	
Kurzusgazdák: Gádor Anna, Györík Edit, Czike Bernadett	
Kultúrkörök, ahogy a Rogers iskolában tanítják	60 óra
Az emberiségnek a folyvást bővülő, a korábbi ismereteket kiigazító vagy éppen	

cáfoló tudása mellett létezik olyan is, ami kevésbé érzékelhető, ám jelentősége ugyanakkora, mert az állandóságot képviseli. Ez a különböző kultúrkörök hagyománya. A kurzus során egy-egy kultúrkörből (magyar népszokások, pogány magyarság, zsidó, keresztény, görög, egyiptomi, római kultúrkörök), egy-egy témát, mesét, mítoszt, ünnepet kiemelve szervezzük a foglalkozásokat, melyeken a 6–12 éves korosztályban alkalmazható tanítási technikákat, módszereket mutatjuk be.

Tervezett előadók a tanítók.

Kurzusgazdák: Korbai Katalin, Drinóczky Viktória.

Isteni és emberi természet (Bibliai szövegfeldolgozás) 60 óra

Várjuk mindazokat, akiket érdekel a Biblia, szívesen olvassák az iratokat és ismernek meg szövegértelmezési technikákat, elszántak a többszemponú gondolkodásra, vitára. Azokat, akik nyitottak a vallási hagyományok és a hozzájuk kapcsolódó többféle teológiai gondolkodásmód befogadására, akik feladatuknak érzik a Szentírásban megjelenő értékek közvetítését tanítványaik felé és ezt nem kívánják összekeverni a valóságos hit közvetítésével.

Tervezett előadók: Szabó István György, valamint teológusok, filozófusok.

Kurzusgazdák: Kerékgyártó Judit, Csata István.

Művészet művelve 120 óra

A résztvevők megismerkedhetnek az alkotó munka folyamatával, megmerítkezhetnek magában az alkotásban, és találkozhatnak a művészettörténet nagy alkotóival és műveikkel.

Gyakorlati foglalkozások: zene, festés, mozgás, kreatív írás, filozófia.

Elméleti foglalkozások: művészettörténet.

Tervezett előadók: Balassa Bálint, Bátorfi Andrea, Döbrönte Zoltán, Kenéz László Tamás, Magusin Anna, Pap Gábor.

Kurzusgazdák: Szabó Csilla, Kenéz László Tamás.

Őszi búvár

Lakmározó imádkozó sáska hívogatja a természetkedvelőket...

Megjelent a Természetbúvár magazin őszi száma!

Barangolásaink során nemegyszer rácsodálkozunk a sokszínű, sokarcú természetre. A mezei virágok, a bokrok és a fák formagazdagsága különösen bámulatos. Ezt a változatosságot korántsem rendszertelenség uralja. Épp ellenkezőleg! Aki ennél többre kíváncsi, olvassa el A fák formaművészete című cikket.

A pillanat varázsa rovatban dr. Molnár Gyula országosan ismert természetfotós mutatkozik be.

Új tettekre hívunk! címmel a Természetbúvár Egyesület „Egy nevezetes fa – egy iskola” és „Egy tanösvény – egy iskola” akcióban való részvételre buzdít.

Dr. Varga Zoltán tanszékvezető egyetemi tanár az avatott szerzője A Kárpát-medence biológiai sokféleségét bemutató írásnak.

Egyes fa- és cserjefajok levelei már szeptemberben színesedni kezdenek, de ez a szemet gyönyörködtető színjáték a maga teljes szépségében csak októberben bontakozik ki – írja népszerű Schmidt Egon, majd kézen fogva vezeti az olvasót a folyók és tavak mentén, a réteken, legelőkön, a kultúrtájakon, az erdők sűrűjében, a parkokban és arborétumokban.

A meteorológiai viszonyok minden élőlényre hatnak. Ez alól a madarak sem kivételek ám! A madarak és az időjárás című cikk sok-sok „titokról” lebbenti fel a fátylat.

Az ország délnyugati részén utazva szinte hintáztat a táj: kisebb-nagyobb, lágy ívelésű erdőkkel, kaszálókkal tarkított dombok ölelkeznek egymással. Az Őrség a természet parkja.

Sziklageleccserektől a tűzárokig kalauzol az Anatóliai-magasföld szívében című, az amatőr geológusoknak különlegese érdekességeket feltáró írás.

A Se-Quo-Yah irokéz indián fái címmel dr. Simon Tibor professzor ír a vadnyugati erdők és virágok érdekességeiről.

Gondolt-e már Ön arra, hogy a budapesti metróhálózat alagútrendszerét miféle különös „lakók” népesítik be? (Nem a hajléktalanokra célunk.) Állatok sokasága talál biztos menedéket ott.

Akvarisztika, terrarisztika, szobakertészet, filatélia a biohobby kedvelőinek.

Virágkalendárium és a tengelicet bemutató poszter teszi gazdagabbá a Természetbúvár magazin őszi számát.

A Természetbúvár magazin minden természetkedvelő lapja, de leginkább iskolásoknak, pedagógusoknak ajánljuk.

Ára még mindig csak 148 forint.

A csenyétei daloskert

Magyar cigány iskolai énekeskönyv (hangkasszettel).

A kiadvány célja: a cigányság oktatásának segítésére, kultúrájának az iskolai életbe való bevitelére eddig még alig készültek kiadványok. Eddig egyedül a román anyanyelvű beások azok, akik kultúrájuk két területéről, a zenéről és a meséről jelentettek meg iskolai segédanyagot. A magyarországi cigányok döntő többségét, mintegy 71%-át kitevő magyar cigányok kultúrájáról azonban eddig még semmi sem volt iskolai célra hozzáférhető. Hozzá kell tennünk, hogy az érdeklődő nagyközönség számára is csak egyetlen, de a boltokban már mintegy tíz éve nem kapható hanglemez jelent meg, néhány népmesekiadvány pedig kis példányszámban, kizárólag a tudományos közönség számára elérhető.

Kiadványunk arra irányul, hogy mintegy megkezdjük vele ennek a rendkívül súlyos hiánynak a pótlását. Alapvetően kétféle célt szolgál: egyrészt a magyar cigány zenekultúra azon daltípusait tartalmazza, amelyek leginkább reprezentatívak. Másrészt segédanyagként szolgál azon pedagógusok számára, akik egy-egy adott közösség zenei anyagát, zenélési szokásait stb. kívánják az iskolában megjeleníteni. Ehhez kapnak a kötetel, illetve kazettával útmutatást: hogyan kezdjenek hozzá és milyen eredmények, azaz dalműfajok, zenélési hagyományok szokások stb. élhetnek a közösségekben.

A kiadvány egyetlen közösség, esetünkben egy cigány falu zenei hagyományainak monografikus felvételéből, illetve feldolgozásából indul ki. Figyelme a közösségekben található zenei műfajok, zenés népszokások és zenélési szokások egészére kiterjed. A bevezető tanulmányok közül az első Pó-

lya Zoltán írta, aki nyolc évnyi tanítói munkája alatt a helybeliek zenélési szokásait megfigyelte, és tapasztalatait élményszerűen írja le. A második tanulmány a népzene-kutató Kovalcsik Katalin és a zenetanár Kubinyi Zsuzsa műve, akik Pólya Zoltán és Kovalcsik Katalin Csenyétén készült zenei felvételeit leírták, a dalanyagot stílusok és típusok szerint osztályozták és összeállították belőle a 74 dallamot bemutató Példatárat, illetve a hangkazettát. Tanulmányuk a csenyétei cigányok zenekultúráját, zenélési szokásainak bemutatása mellett javaslatot is közöl a pedagógiai felhasználásra. A bevezető tanulmányok után következik a Példatár, amely a dallamokat a kazettán lévő sorrendben, illetve zenei rendben közli, majd a Mutatók című fejezet a gyűjtési adatokat, illetve a jobb eligazodást segítő mutatókat (a dalok kezdősorai abc-rendben, előadók listája) tartalmazza. A hangkazettát a szerzők úgy állították össze, hogy komplex zenei élményt nyújtson, tehát bármikor: tanórán, iskolai ünnepségen vagy akár otthon hallgatható legyen.



Papp Katalin

Természettudományos nevelés a 21. században

Az Iskolakultúra történetében lassan már hagyomány, hogy a nevelés, az oktatás jeles eseményeiről tudósítja Olvasóit, egy teljes számot szánva a rendezvény bemutatására. Erre adódott kedvező alkalom most is, hiszen a hazánkban rendezett Természettudományos nevelés a 21. században nemzetközi konferencia témája jól illeszkedik a folyóirat főváltott arculatához.

Csapó Benő

Természettudományos nevelés: híd a tudomány és a nevelés között

E tanulmány bemutatja azokat a folyamatokat, a tudományos kutatás és az oktatás terén, valamint a társadalomban végbement változásokat, amelyek a természettudomány tanítása terén a válságtünetek kialakulásához vezettek. Felvázolva az ezekre a kihívásokra adott válaszokat, a természettudományos nevelés fontosabb újszerű területeit, annak lehetőségeit keresem, miképpen lehetne a nemzetközi eredményeket és tapasztalatokat a mi sajátos problémáink megoldásában hasznosítani.

Stella Vosniadou-Christos Ioannides

A fogalmi fejlődéstől a természettudományos nevelésig

Tanulmányunkban kognitív/fejlődési kutatásokon alapuló elméleti keretet mutatunk be. Azt bizonyítjuk, hogy a természettudományok tanulása fokozatos folyamat, amely során folyamatosan gazdagodnak és átszerveződnek a gyerekek mindennapi tapasztalatainak értelmezésén alapuló kezdeti fogalmi struktúrák. A fogalmi váltás magában foglalja a metafogalmi

tudatosság, a kognitív flexibilitás és az elméleti koherencia növekedését is. A kutatás néhány, a természettudományi tanterv és az oktatás fejlesztésére vonatkozó következtetését tárgyaljuk.

Philip Adey

Gondolkodtató természettudomány

A „Gondolkodtató természettudomány” (GT) egy feladat- és módszercsomag, melyet egy CASE (A kognitív fejlődés meggyorsítása a természettudományos neveléssel) elnevezésű kutatási projekt-sorozatban fejtek ki. A tevékenységeket természettudományos kontextusban fogalmazzák meg és természettudományi szakos tanárok tanítják középiskolákban. Elméleti alapjukat a Piaget és Vigotszkij által leírt kognitív fejlődésemelvények jelentik, amelyek a kognitív konfliktus és a metakognitív folyamat alapján állnak. A CASE fő célja a fiatal felnőttek általános kognitív (gondolkodási vagy intellektuális) szintje emelésének kutatása átlagos iskolai körülmények között.

Báthory Zoltán

Természettudományos nevelésünk

A természettudományos nevelésről megjelenő angol és német nyelvű publikációkban gyakran olvashatók olyan megállapítások, melyek szerint a magyar tanulók természettudományos tanulási teljesítményei igen jók. Ez a nézet az utóbbi másfél évtizedben a magyar pedagógiai közvélekedésbe is mélyen beivódott, az oktatáspolitikai is előszeretettel hivatkozik rá.

Ez a szám a „Science Education for the 21st Century” címmel Szegeden tartott nemzetközi konferencia előadásaiból közöl válogatást. A konferencia fő támogatója a Közoktatási és Modernizációs Közlapítvány volt.

200,- Ft (ÁFA-val)