

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 háttér 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 nézettel 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 hétköznapokban hasznosítható tudás közvetítését tartja az iskolai képzés fő feladatának (Csapó, 1998). A pszichológiában két fő paradigma eszközürendszere 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 szülehetnek, 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 megkezdésekor;
- a diákok tévképzeteinek 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 tévképzeteinek 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

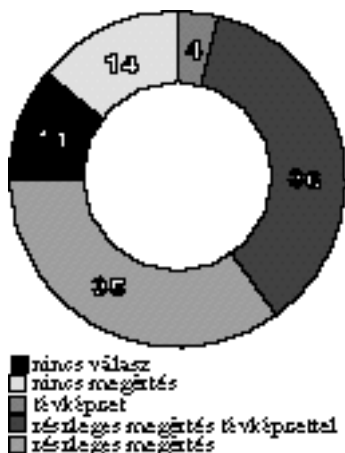
1. táblázat A minta jellemzése

A felmérésünk módszereiben (feladatlap, tanulók válaszainak 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 tévképzettel” 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 tévképzeteik:

- „Azért a benzin szagát érezzük, mert il-
latkeltő anyagokat tartalmaz.”
- „Azért, mert a benzinnak nagyobb a
sűrűsége.”
- „Mert a benzin szaga erősebb és el-
nyomja a cukorét.”

A tanulók 36%-a mivel csak a tapasztalat megisméltésével vagy nem a tárgyhoz tartozó válasszal reagált, nem mutatott megértést, 4%-a pedig nem tudott választ adni a kérdésre.



1. ábra

Az első feladat

nyitott kérdésére adott válaszok arányai

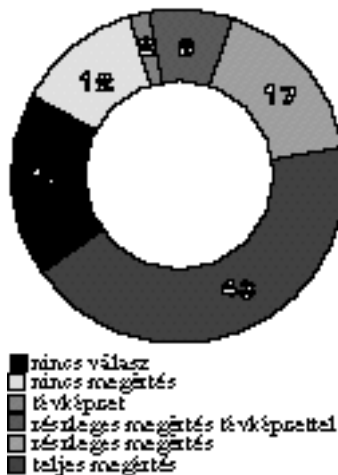
A második feladat esetében, amely arra a kérdésre keresett választ, hogy a tartályban levő levegő vagy víz nyomható-e össze, a tanulók 48%-a helyes választ adott (a levegő nyomható össze). A zárt kérdésre a tanulók közel fele helyes választ adott, ám teljes megértésre utaló magyarázatot csak a tanulók 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 legtöbbszörrel indokolta a levegő összenyomhatóságát, hogy „nagy a távolság a levegő részecskéi között”. Igen magas volt a tévképpzeses válaszok aránya (43%), és igen különböző válaszok születtek. A három leggyakrabban előforduló tévképpzeses válasz:

- „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.”

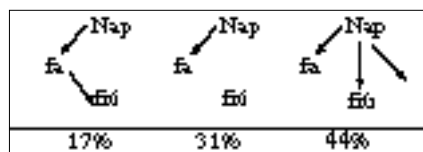
A tanulók 17%-a nem értette meg a feladatot, és 8%-uk semmilyen választ nem adott.



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.

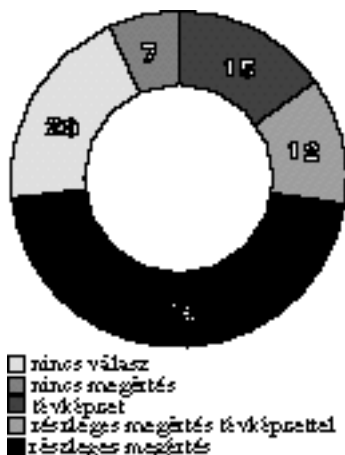


3. ábra

A leggyakrabban előforduló rajzok és arányai

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” egyik 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:

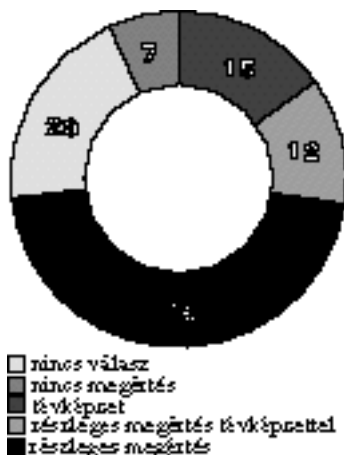
– „Mert a fémnek nagyobb a sűrűsége, ezért hidegebb.”

– „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.



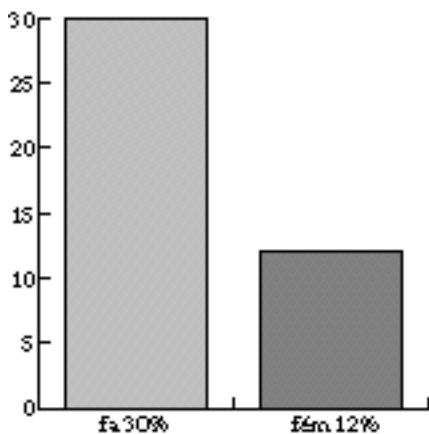
5. ábra

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.



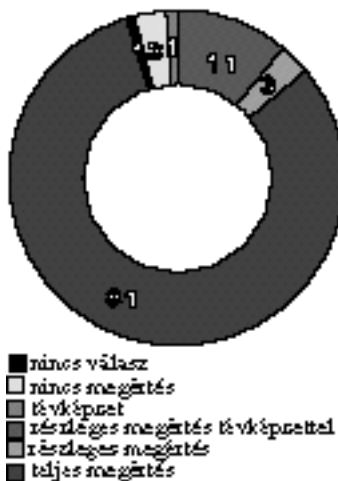
6. ábra

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 tévképzés („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 (benzín–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 válaszoló 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

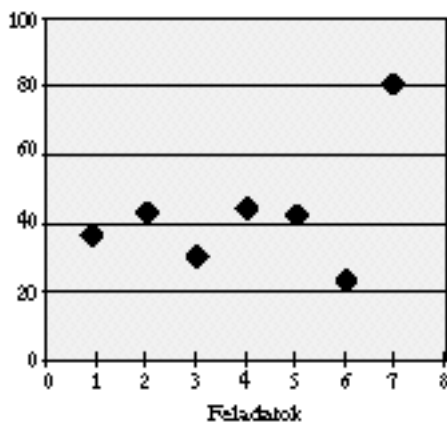
A nyitott kérdésekre adott helyes válaszok százalékos aránya feladatonként

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 nehezségek 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 alapuló, 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–BÁNYI 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 tévképzeteinek 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 Alprogramok 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-