

NAIV ELMÉLETEK ÉS TÉVKÉPZETEK A TERMÉSZETTUDOMÁNYOS FOGALMAK TANULÁSAKOR

Korom Erzsébet

József Attila Tudományegyetem, Pedagógiai Tanszék

Egy régi probléma új megközelítésben

Az iskolai tanítás-tanulás egyik legkritikusabb folyamata a fogalmak elsajátítása. A természettudományos tárgyak tanításával és tanulásával foglalkozó kutatók gyakran tapasztalják, hogy a diákok fogalmai között sok a hibás, esetleg az „üres” fogalom. A tanulók sokszor csak megtanulják a definíciókat anélkül, hogy a mögöttük levő tartalmat megértenék. Az iskolai rutinfeladatokban a tanulók többsége jól tudja alkalmazni a megtanult fogalmakat, de bizonytalan lesz, ha ugyanaz a fogalom más tantárgyban, kissé más összefüggésben merül fel. Különösen nagy gondot okoz a diákoknak az, ha ismereteiket az iskolai tantárgyaktól elszakadva egyszerű, hétköznapi jelenségek magyarázatához kellene felhasználniuk. Ilyenkor a leggyakoribb eset az, hogy a sokéves magas szintű képzés során elsajátított ismeretek helyett a mindennapi tapasztalatokon alapuló, sokszor pontatlan, hibás fogalmaikat alkalmazzák gyakorlati helyzetekben, azokkal próbálják megmagyarázni a környezetükben tapasztalható jelenségeket.

Mi lehet e tapasztalatok hátterében? Ennek vizsgálata mind az elméleti kutatók, mind a tanítás módszertanával foglalkozó szakemberek számára visszatérő kérdés. Azt a tényt, hogy a diákok többsége még az alapvető természettudományos fogalmakat sem érti meg tökéletesen, sokféleképpen próbálták már megmagyarázni. A leggyakrabban említett okok például, hogy a tananyag helyenként túl magas szintű, az absztrakt ismeretek nehezen hozhatók összefüggésbe a mindennapi gyakorlattal, a rendelkezésre álló kevés idő miatt nincs lehetőség hosszasan időzni egy-egy témánál, a gyerekek túlterheltek. Bár ezek valós dolgok és mindegyiknek szerepe lehet a nem megfelelő szintű fogalmi rendszer kialakulásában, a fogalomelsajátítási problémák gyökere feltehetően mélyebben van.

Az 1970-es évektől egy új kutatási irány jelent meg, amely a megértési nehézségeknek egy további lehetséges forrását, a diákok által hordozott tévképzeteket vizsgálja. A tévképzet (misconception) elnevezést a szakirodalom legtöbbször a tévesen használt, félreértett fogalmak jelölésére használja, amelyet *Cho, Kahle és Nordland (1985)* a következőképpen definiál: „*egy olyan fogalom (conceptual idea), amely eltér az általánosan*

elfogadott természettudományos nézettől” (idézi Griffiths és Preston, 1992. 611. o.). A tévképzetek kutatása elsősorban a tanulás negatív kimeneteinek felderítésére, leírására és magyarázatára összpontosít. A hibás fogalmak feltárásával, jellemzőik vizsgálatával annak felderítésére törekszik, hogy a fogalmi fejlődésnek melyek azok a kritikus pontjai, amelyekre fokozottan oda kell figyelni a fogalmak tanítása során. A tévképzetek kutatása ezért szoros kapcsolatban áll a fogalmi struktúra fejlődésének kutatásával, különösen a *fogalmi váltást* (conceptual change) vizsgáló irányzattal. A kognitív pszichológia a fogalmi váltás elnevezést a *világképet alapvetően befolyásoló fogalmak átrendeződésének folyamatára* használja (Vosniadou, 1994).

A tévképzetek gazdag szakirodalmában szinte minden tudományterület, illetve iskolai tantárgy fontosabb fogalomrendszerével kapcsolatos vizsgálatra találhatunk példákat. Ebben a tanulmányban azonban csak a természettudományos tantárgyak tanulásához kapcsolódó kutatási eredményeket ismertetem. *E tanulmány célja a természettudományos tévképzetekkel kapcsolatos legfontosabb empirikus kutatási eredmények és elméleti következtetések bemutatása a külföldi és hazai szakirodalom alapján.* Az előzményekre való rövid utalást a tévképzetek kutatásában megjelenő *négy fő kutatási irány* eredményeinek áttekintése követi. A kezdeti kutatások túlnyomó részét azok a feltáró vizsgálatok tették ki, melyek célja az volt, hogy kiderítsék, a természettudományok *mely területein vannak a diákoknak tévképzetei.* Amikor már elegendő adat állt rendelkezésre, a figyelem a tévképzetek *tulajdonságaira, eredetére* összpontosult, majd egyre többen próbálták megválaszolni azt a kérdést, hogy hogyan lehet *megelőzni a tévképzetek kialakulását* és mi a teendő a már meglévőekkel.

A tévképzetek kutatását befolyásoló tényezők, előzmények

Mint a gondolkodás fejlődésre vonatkozó kutatásokra általában, a tévképzetek kutatására is jelentős hatással volt Piaget munkássága. Piaget szerint a *kognitív fejlődés adaptációs folyamatként* jellemezhető, amely kétféle változást foglal magába. Az egyik az *asszimiláció*, ami az új ismeretek beillesztését jelenti a már meglévő struktúrákba. Amikor az új tapasztalatok már meghaladták a struktúrák aktuális szintjét, már nem asszimilálhatók, csak akkor, ha *akkomodáció*, azaz strukturális átrendeződés valósul meg. Piaget a kognitív fejlődésben *négy alapvető stádiumot* különböztet meg: a *szenzomotoros*, a *műveletek előtti*, a *konkrét műveletek* és a *formális műveletek* szintjét (Inhelder és Piaget, 1967). A tévképzetek kutatásának keretében is értelmezhető Piaget (1978) azon megállapítása, mely szerint *a gyermekek minőségileg más modelleket alkotnak az őket körülvevő világról, mint a felnőttek*, és csak hosszú fejlődés eredményeként érik el a felnőttekre jellemző gondolkodásmódot.

A tévképzeteket tanulmányozó kutatási irányok megerősödéséhez a kognitív fejlődés feltárásának szándékán kívül még két további tényező is jelentősen hozzájárult. Az egyik a *pragmatikus* – elsősorban észak-amerikai – hatás, amely a gyakorlatban, a mindennapokban hasznosítható tudás közvetítését kéri számon az iskolán. A másik hatás a *kognitív*

pszichológiának a memória szerveződésével, a tudás reprezentációjával, a fogalomrendszerekkel kapcsolatos kutatási eredményei.

A tévképzetek kutatása, a megértési problémáknak a fogalmi rendszer fejlődési sajátosságából fakadó megközelítési módja Magyarországon még kevésbé kutatott téma, a gyerekek fogalmi fejlődésével kapcsolatos vizsgálatok azonban hazánkban is folytak. Így például *Kelemen László* (1960, 1963) 6–10 éves korú gyerekek körében az olvasás tantárgy tantervi anyagával kapcsolatban vizsgálta az alapvető tantárgyi fogalmak sajátosságait és fejlettségét a különböző életkorokban illetve a 10–14 éves tanulók gondolkodását és tudásszintjét három tantárgyban: nyelvtan, földrajz és mértan. *Domján Károly* (1974) 6–10 éves gyerekek gondolkodásának fejlődésével és a fejlesztés lehetőségeivel foglalkozott. Vizsgálatai alapján arra a *Piaget* elméletével ellentétes álláspontra jutott, hogy az úgynevezett gyermeki magyarázó elvek (animizmus, finalista okság, mágikus okság) nem húzódnak át az iskolás korra és nem befolyásolják a gyerekek világnézetét. A gyerekek világképe ugyanis reális és csak a megismerés szintjében tér el a felnőttekétől. *Havas Péter* (1980) az „élő” fogalmának alakulását vizsgálta 6–10 éves korban. Az óvodások, kisiskolások élőknek tekintik azokat a dolgokat, amelyek önmaguktól mozognak, hiszen ez a legkönnyebben felismerhető tulajdonságuk. Így az élők közé sorolják az embereket, az állatokat és a mesék, nyelvi metaforák által megelevenedő élettelen dolgokat például báb- és rajzfilm figurákat, a Napot („lemezy”, „felkel”). A növényeket még a tízévesek fele élettelennek tekinti. Az oktatás során az „élő” fogalma fokozatosan fejlődik az emberek, állatok tulajdonságai alapján történő sorozatos elvonatkoztatások, általánosítások illetve más kritikus jegyek – anyagcsere, szaporodás – felismerése révén. A *Havas* által kifejlesztett természetismeret tantárgy ezt a folyamatot jelentős mértékben felgyorsította.

A fogalmak fejlesztésével, a fogalomrendszerek formális leírásával, a Galois-gráfok alkalmazásával elsősorban *Takács Viola* (1993) foglalkozott. A *Takács* és mtsai által kidolgozott módszert a fogalmak elsajátítását segítő oktatófilmek és a fogalmak közötti kapcsolatokat feltáró tesztek készítéséhez egyaránt felhasználták.

A tévképzetek feltárása

A tévképzetek feltárása meglehetősen bonyolult, hiszen nagyon nehéz meghatározni, mi okozza a sok diák esetében tapasztalt eredménytelenséget a természettudományos tantárgyak tanulásában: a tárgyi nem tudás, a szorgalomhiány, a csak memorizált, de meg nem értett ismeretek nagy száma vagy az, hogy a tananyag nem felel meg a diákok kognitív szintjének stb. A tévképzetek azonosítására irányuló vizsgálatokban olyan kérdéseket tesznek fel, amelyekben *a probléma nem a megszokott iskolai köntösben jelenik meg, nem a tananyag egyszerű visszakérdezése a cél*, hanem annak feltárása, mennyire tudják alkalmazni a tanulók a megszerzett ismereteket, mennyire értettek meg egy bizonyos jelenséget, milyen képzetük alakult ki egy-egy absztrakcióval kapcsolatban. Általában egyszerű, hétköznapi jelenségekre kell magyarázatot adniuk a tanulóknak. Olyan feladatokat kapnak, amelyek az adott tudományterület alapfogalmaira kérdeznak rá és a megoldáshoz szükséges ismereteket a tanulmányaik során már megkapták. A diákok szóban vagy írás-

ban felelnek és meg is kell indokolniuk válaszukat. Az értékelés során a válaszokat kategorizálják, meghatározzák a diákok fogalmi készletét, a megértés szintjét, azonosítják a tévképzeteket. A fogalmi rendszer tanulmányozásában gyakran használt módszer a klinikai interjú is, amelyet vagy az írásbeli feladatok mellett, vagy önállóan alkalmaznak.

A természettudományokon belül a legtöbbet a fizikai fogalmakkal kapcsolatos megértési nehézségeket kutatták, de a biológia, kémia és a földrajz területén is végeztek méréseket különböző életkorú és nemzetiségű diákok körében. Napjainkra több száz publikáció jelent már meg e témában; a mérések lefedik a természettudományok főbb témaköreit. E hatalmas anyagból mutatok be néhány példát, amelyek illusztrálják mind a tévképzetek természetét, mind a feltárásukra irányuló kutatásokat.

Fizika

A fizika tanulásában talán a klasszikus mechanika okozza a legtöbb gondot a diákoknak. Éppen ezért *a newtoni törvények elsajátítása*, alkalmazása számos kutatás témája volt. A newtoni mozgásemélet szerint a magukra hagyott testek megőrzik mozgásállapotukat, egyenes vonalú, egyenletes mozgásukat. A gyerekek és gyakran a felnőttek mozgásról való elképzelése eltér ettől. „A mozgás magában foglal egy erőt” tévképzetet *Clement* (1982) tárta fel először műszaki főiskolások körében írásbeli tesztek és videóra rögzített problémamegoldó interjúk segítségével a következő feladatok alapján. Az első feladatban egy jobbra-balra lengő inga ábráján kellett berajzolni a felfüggesztett súlyra ható erőt az inga útjának két adott pontján. A diákok többsége hibás választ adott, ugyanis berajzolt egy olyan, oldalirányú erőt is, ami lehetővé teszi, hogy az inga továbblendüljön. A következő feladatban a levegőbe feldobott érmére ható erőket kellett a diákoknak meghatározniuk. A newtoni törvények értelmében a közegellenállástól eltekintve csak a gravitáció hat az érmére. Ezzel szemben a tipikus rossz válasz az volt, hogy amíg az érme felfelé halad, a kezünkből származó „feldobó” erő felemeli az érmét, s amikor ez az erő a gravitációnál kisebb lesz, az érme leesik. Ez a válasz azt a téves elképzelést jelzi, hogy egy tárgy csak akkor tud mozogni, ha egy erőforrásból származó erő továbbítja azokat. A harmadik feladatban egy rakéta útvonalát kellett berajzolni. A vízszintesen haladó rakéta egy ponton bekapcsolja hajtóműveit (a mozgás irányára merőlegesen), majd néhány másodperc működés után kikapcsolja azt. A feladat az, hogy be kell rajzolni a rakéta pályáját. A tipikus rossz válasz tartalmazott egy olyan erőt, ami megtartotta a rakétát eredeti mozgásirányában, miután megszűnt a tolóerő hatása. A helytelen válaszok mintázatát megvizsgálva *Clement* (1982) arra a következtetésre jutott, hogy *a rossz válaszok többsége nem véletlenszerű, és nem egyedi, hanem egy hibás fogalmi rendszer révén jött létre*. Ezt a fogalmi rendszert „a mozgás magában foglal egy erőt” tévképzetnek nevezte el és főbb jellemzőit az említett mérések alapján így összegezte:

- egy tárgy adott irányba történő egyenletes mozgását egy, a mozgás irányába ható erő tartja fenn;
- a mozgást fenntartó erővel szemben hat egy másik erő is: egy tárgy akkor mozog az adott irányba, ha a mozgást fenntartó erő nagyobb, mint a vele ellentétes erő.

Szintén a mozgásra vonatkozó fizikai törvények megértését mérte Caramazza, McCloskey és Green (1981). Ötven egyetemista körében vizsgálták a röppályás mozgással kapcsolatos megértést. A diákokat a fizikai előtanulmányokat tekintve három csoportba sorolták aszerint, hogy felsőfokon, középfokon tanultak-e fizikát illetve középfokon nem tanultak fizikát. 13 rajzos formában megfogalmazott problémát kellett megoldaniuk. Például egy zsinórra függesztett labda inga-szerű mozgást végez. A diákoknak be kellett rajzolniuk a labda útját, ha a mozgás különböző fázisaiban elvágjuk a zsinórt. A tanulók 75%-a adott tévképzeteket tartalmazó, részben vagy teljesen hibás válaszokat. Nem vették például figyelembe, hogy a labda sebessége és az esés során bekövetkező gyorsulás befolyásolja a labda röppályájának alakját. A helyes választ adók aránya lényegesen nagyobb volt a fizikát tanult diákok körében, de az eredmények jelzik, hogy az oktatás során gyakran nem jön létre a röppályás mozgás megértése.

McCloskey (1983) további vizsgálatai során is megerősítette, hogy a tanulók többsége nem képes megérteni, hogy egy vitt tárgy elejtésekor a tárgy kezdősebessége befolyásolja a röppályát. A megkérdezett diákok többsége szerint, ha egy tárgyat viszünk és elejtjük azt, akkor az függőlegesen lefelé esik.

diSessa (1982) nyolcadikosok körében a „Dynaturtle” nevű számítógépes program segítségével analizálta a gyerekek mozgással kapcsolatos fogalmait. Egy szimulált tárgy, a „Dynaturtle” segítségével kellett egy célt eltalálni az előre, jobbra, balra mozgó, illetve a lökést előidéző billentyűk segítségével. A vizsgálat kimutatta, hogy a diákok az arisztotelészinek megfelelő fogalmakat hordoznak a mozgást illetően: a tárgyaknak abba az irányba kell haladniuk, amerre lökték azokat. A diákok nem vették figyelembe azt, hogy a tárgy a lökést megelőzően egy adott irányba, adott sebességgel haladt.

Szintén a mechanika témakörébe tartozik a gravitáció megértésének kutatása (Gunstone és White, 1981). A vizsgálatban résztvevő elsőéves fizika szakos egyetemistáknak nyolc feladatot adtak, amelyek a gravitáció különböző aspektusait emelték ki. A feladatok abból álltak, hogy a hallgatóknak előre meg kellett jósolniuk egy-egy szituáció kimenetelét, majd meg kellett figyelniük a kísérletet és magyarázatot kellett keresniük a kísérlet eredménye és a jóslatuk közötti esetleges eltérésekre. Az eredmények szerint a tanulók sokat tudnak a fizikáról, de tudásukat nem tudják hozzákapcsolni a hétköznapi világhoz. Ezt mutatják például a súrlódás és a közegellenállás becslésében jelentkező hibák.

Erickson (1979) 6–13 éves gyerekekkel készített interjúk alapján állapította meg, hogy a gyerekek nem tudnak különbséget tenni a *hő* és a *hőmérséklet* fogalma között. A hőt egy gáz-szerű anyagnak képzelik el, ami átadódhat egyik anyagból a másikba. Például: „A víz azért lesz hidegebb, ha jégkockát teszünk bele, mert valamennyi hideg kijön a kockából és átmeleg a vízbe”; „A nagyobb jégkocka lassabban olvad meg, mint a kicsi, mert a nagyobb jégkocka hidegebb”; „A hőmérséklet az anyag belsejében levő hideg és meleg keverékének a mértéke”; „Egy nagyobb üvegbot hamarabb felmelegszik, mint egy kicsi, mert a nagyobb botban nagyobb helyen tud a hő áramlani”.

Novick és Nussbaum (1978) az anyag részecske természetének megértését vizsgálta 14 éves izraeli gyerekek körében. A gyerekeknek egyszerű gyakorlati szituációkhoz kapcsolódó feladatokat adtak. Például egy lombikból kiszívták a benne levő gáz felét egy

fecskendővel és a gyerekeknek be kellett rajzolniuk egy ábrán, hogyan helyezkedik el a lombikban a benn maradt gáz. A tanulók 22%-a folytonosnak tekintette a gázt. A többiek helyes választ adtak, miszerint a gáz részecskékből áll, viszont többségük helytelenül úgy gondolta, hogy a részecskék között kell lennie valaminek (pl. levegő, szennyezés, más gáz). A tanulóknak csak a fele gondolta azt, hogy a részecskék önmaguktól mozgást végeznek.

Kémia

A kémia területén is számos kutatás zajlott. *Griffiths és Preston* (1992) például alaposan feltérképezték, hogyan képzelik el az *atomokat* és a *molekulákat* a kanadai középiskolások. A méréseik során 52 tévképzetet tártak fel az atomok és a molekulák szerkezetével, felépítésével, méretével, alakjával, tömegével, kötéseivel és az atomok életszerű megjelenítésével kapcsolatban. Az általuk feltárt leggyakoribb tévképzetek közül néhány: „fázisátalakuláskor megváltozik a molekulák tömege, alakja és mérete”; „a vízmolekulák két- vagy több folyékony gömbből állnak és nem ugyanazok a molekulák építenek fel minden vízmolekulát, előfordulhatnak más komponensek is: van olyan vízmolekula, melyet háromnál több atom épít fel”; „a folyadék kontinuos anyag”; „az atomok élnek, mert mozognak”.

Abraham, Grzybowski, Renner és Marek (1992) azt vizsgálták, hogyan értettek meg nyolcadikos diákok tankönyvek segítségével olyan alapvető kémiai fogalmakat, mint a *kémiai változás*, *oldás*, *anyagmegmaradás*, *periodicitás* és a *fázisátalakulás*. A kutatás feltárta, hogy a diákok 86%-a nem értette meg ezeket a fogalmakat vagy tévképzeteik alakultak ki velük kapcsolatban. A leggyakrabban előforduló tévképzetek: a fizikai és a kémiai változás fogalmának felcserélése: „a konyhasó feloldódik vízben, a homok viszont nem, mert a homok sűrűbb”; „egy jégkocka felolvasztása során azért marad 0 C-os a víz mindaddig, amíg a jég el nem olvadt, mert az edénybe állított hőmérő a jég és nem a víz hőmérsékletét méri”. Feltűnő volt, hogy a magyarázatokban csak akkor használták a diákok az atom vagy molekula kifejezéseket, ha erre kifejezett felszólítást kaptak – valószínűleg azért, mert nem értették meg jól az atommodellt, bizonytalannak érezték tudásukat.

Biológia

Gardner (1991) a biológiában feltárt tévképzetek tárgyalásakor megemlíti néhány vizsgálatot és az általuk feltárt tévképzeteket, például „a növény számára a talaj a táplálék, a növény gyökere felszívja a talajt”; „a klorofill a növény vére”; „ősszel és télen a klorofill nem elérhető a növény számára, ezért a levelek nem jutnak táplálékhoz”; „ha egy zsiráf a magasabban levő táplálék elérése érdekében megnyújtja a nyakát, akkor ez a tulajdonság a következő generációban is megjelenik” (ebben a tévképzetben a *Darwin* előtti, ún. *Lamarck*-féle elmélet bukkan fel); „az evolúció célja az ember tökéletesítése”.

A *Francis* és munkatársai (1993) által végzett vizsgálat során kiderült, hogy a gyerekek többsége nem érti az *üvegházhatás* és az *ózonlyuk* megszüntetésének módját: azt hi-

szik, hogy a megújuló energiaforrásokból nyert energiával, a papír újrahasznosításával, fák ültetésével meg lehet szüntetni az üvegházhatást.

Földrajz

A földrajz területén például a *földrengés* fogalmát vizsgálta Ross (1993) amerikai óvodások és kisiskolások körében. Eredményei szerint a tanulók sok hétköznapi tudással rendelkeznek a földrengésről, viszont az iskolai képzés nem segítette őket abban, hogy megértsék, mi okozza a földrengést és milyen folyamatok játszódnak le a földfelszín alatt.

A *Föld* fogalmának (alak, a Föld mint égitest, gravitáció) első vizsgálata Nussbaum és Novak (1976) nevéhez fűződik. Őt, egymástól minőségileg különböző nézetet azonosítottak, amelyek a Föld fogalmának fejlődésében egy-egy fokozatot képviselnek az egocentrikus nézettől a tudományosig: (1) a Föld teljesen lapos, a gravitáció minden irányban lefelé hat. A gyerekek egy részénél a „kettős Föld” fogalma jelenik meg: az emberek a lapos Földön élnek, de létezik egy másik Föld is, ez a gömb alakú bolygó. (2) A gömb alakú Föld két részből áll. Az alsó félgömb felszínén élnek az emberek, a felső félgömböt a levegő vagy az ég alkotja és itt vannak a Nap, a Hold és a csillagok. A gravitáció az alsó félgömb lapos felszíne felé hat. (3) A gömb alakú Földet az ég vagy az űr veszi körbe, az emberek a gömb tetején élnek. A gravitáció lefelé hat, tekintet nélkül a Föld alakjára. (4) A gömb alakú Földet az űr veszi körbe, az emberek a gömb felszínén bárhol élhetnek, a gravitáció a felszín felé hat, de nem a Föld középpontja felé. (5) A gömb alakú Föld bármely részén élhetnek emberek, a gravitáció a Föld középpontja felé hat. Nussbaum (1979) későbbi kísérletében 9–14 éves izraeli gyerekek körében is hasonló eredményre jutott és megállapította, hogy az életkor előrehaladtával általában a tudományos nézetek kerülnek túlsúlyba, de az idősebb gyerekek közül sokan megmaradnak a tudománytalan nézeteknél. A további vizsgálatok is megerősítették azt, hogy a Föld fogalmával kapcsolatos naiv elképzelések a különböző kultúrákban hasonlóságot mutatnak (Mali és Howe, 1979; Sneider és Pulos, 1983; Vosniadou, 1994).

Bármelyik témát tekintjük is, az eredmények jelzik, hogy azok a diákok, akik sikeresen memorizálják a különböző formulákat, definíciókat, jól teljesítenek a tantárgytervezésben, nem tudják alkalmazni a természettudományos fogalmakat még egyszerű problémák esetében sem, különösen akkor, ha a feladatokban hétköznapi tárgyakkal vagy szituációkkal találkoznak.

A tévképzetek tulajdonságai

Stabilitás, az oktatással szembeni rezisztencia

Több vizsgálat megerősítette, hogy a tévképzetek *stabilak, mélyen gyökereznek, ellenállnak a változásoknak* (Novick és Nussbaum, 1981; Clement, 1982; McCloskey, 1983) és nagy részüket a hagyományos tanítás sem tudja megszüntetni (Clement, 1982; Aron,

1994). *Anderson és Smith* (1987) idézik a *Roth* által 1983-ban végzett vizsgálatot, amelynek keretében egy, a fotoszintézissel foglalkozó speciális kurzus előtt és után kérdéseket tettek fel a diákoknak a növények táplálkozásával kapcsolatban. Lényeges változás a kurzus befejezése után sem történt, a diákok többsége továbbra is a növények tápláléka közé sorolta például a talajt, az ásványi sókat. A már említett, *Clement* (1982) által végzett kísérletben középiskolát végzett, műszaki főiskolára készülő tanulóknak kellett meghatározni, hogy milyen erők hatnak a levegőben a feldobott pénzérmére. A helyes választ adó diákok aránya 12% volt a főiskolai tanulmányok megkezdése előtt, az első főiskolai félév után 28%, míg a második félév után is csak 30%. *Anderson és Smith* (1987) a visszaverődő fénynek a látásban betöltött szerepét tanulmányozta ötödikes diákok körében. A fényről és a látásról szóló öthetes téma előtt a tanulóknak csak 5%-a tudta, hogy a tárgyakat a róluk visszaverődő fény révén látjuk, a téma végén a gyerekek 76%-a még mindig helytelen választ adott: a fény megvilágítja a tárgyakat, és így láthatjuk azokat.

A tévképzetek sokszor főiskolás, néha még felnőtt korban is megmaradnak (*Nussbaum*, 1979; *Novick és Nussbaum*, 1981). Tartósságuk egyik lehetséges magyarázata, hogy a diákok meg vannak győződve magyarázataik helyességéről, értik az általuk létrehozott és fogalmi rendszerükbe jól illeszkedő fogalmakat. *Nincsenek tudatában annak, hogy fogalmaik csak részben vagy egyáltalán nem felelnek meg a tudományos nézeteknek*, hiszen a körülöttük levő világot jól tudják velük értelmezni, a hétköznapi életben könnyen boldogulnak velük. A hétköznapi tevékenységük során nem szereznek olyan tapasztalatokat, amelyek ellentmondának a tévképzeteiknek. Ezt bizonyítják azok a vizsgálatok, melyekben azt is tanulmányozták, hogy a vizsgálatban résztvevő személyek mennyi idő alatt válaszolnak és mennyire biztosak a válaszaikban: például középiskolások, egyetemisták, módszertanos tanárok igaznak vélték azt a kijelentést, hogy „egy test mindig az eredő erő irányába mozdul el” és ebben eléggé biztosak voltak, még akkor is, ha felhívták a figyelmüket arra, hogy könnyű hibázni ilyen egyszerű kérdés esetében is. Majdnem minden megkérdézett, de főleg a tanárok szinte gondolkodás nélkül válaszoltak (*Gil-Perez és Carrascosa*, 1990). *A tévképzetek sokszor zavarják vagy gátolják a tanulást*. Gyakran készítetik a diákokat arra, hogy tévesen értékeljék a laboratóriumi kísérleteket vagy az osztálytermi demonstrációkat (*Clement*, 1982).

Tudománytörténeti hasonlóságok

Több kutató felfigyelt arra a jelenségre, hogy a gyerekek által alkotott naiv elméletek hasonlítanak a természettudományok történeti fejlődésében előforduló elméletekhez, például a „Föld lapos”, „a Föld a világ közepe”, „ami önmagától mozogni látszik, az él” stb. A mozgással kapcsolatos mérések értékelése során is szembetűnő volt, hogy a diákok olyan alapvető modellek alapján adtak magyarázatot a felvetett problémákra, melyek emlékeztetnek a *Newton* előtti mozgásmodellekre (*Caramazza, McCloskey és Green*, 1981; *Clement*, 1982; *McCloskey*, 1983). A diákok hétköznapi tapasztalatokon alapuló, a newtonitól eltérő mozgáselméletét, amelyekből feltehetően a tévképzetek is erednek, *McCloskey* (1983) intuitív elméletnek (intuitive theory) nevezi és rámutat az intuitív el-

mélet és a középkori lendület-elmélet (impetus theory) közötti nagyfokú hasonlóságra. A lendület-elmélet, amely a XIV–XVI. századig az elfogadott mozgásemélet volt, nem más, mint az arisztotelészi mozgáseméletnek a középkori módosítása. Az arisztotelészi és a lendület-elmélet közös vonása az az elképzelés, hogy egy tárgy csak akkor mozog, ha egy erő mozgásban tartja (ez ellentmondásban van *Newton* II. törvényével). A különbség a két elmélet között az, hogy az arisztotelészi fizika szerint a mozgató erő kizárólag külső erő lehet, míg a lendület-elmélet feltételezi, hogy egy tárgy mozgásba hozásakor szert tesz egy belső erőre, amit lendületnek neveztek el. Ez az erő tartja fenn a tárgyat, például egy kilőtt ágyúgolyó vagy egy eldobott kő mozgását. A röppályás mozgások vizsgálatkor *McCloskey* (1983) számos azonosságot talált a vizsgálati személyek intuitív elmélete és a lendület-elmélet jellemzői között. Például a röppálya legmagasabb pontja fordulópontra, ahol az ágyúgolyó ereje egyenlő a gravitációval, ezután az ágyúgolyó ereje egyre csökken, és a nagyobb gravitációs erő miatt az ágyúgolyó lefelé esik. *Clement* (1982) pénzérmefeldobás kísérletében is ez volt a diákok többségének magyarázata, a mozgó repülőgépből kidobott bomba egyenesen lefelé esik, ha a közegellenállást nem vesszük figyelembe, mert nincs erő, ami előre mozgatná. Ez a tévképzet is egyezést mutat a lendület-elmélettel, amely szerint egy tárgy lendületet szerez, ha meglöki vagy eldobják, de ha szállítják (együtt mozog egy ideig egy másik tárggyal: a mozgó repülőn rajta van a bomba), akkor nem szerez lendületet.

Griffiths és *Preston* (1992) kísérletében is a válaszok egy részében felismerhetők voltak olyan elméletek, melyek néhány évszázaddal ezelőtt születtek a természeti jelenségek magyarázatára és azóta a tudomány már túlhaladt rajtuk. Például:

- a makroszkopikus tulajdonság levetítése molekuláris szintre: egy jégkockában minden molekula négyyszögletes,
- az anyag folytonos: a gyerekek úgy rajzolták le a képzeletben egy jégkockából kivett és megfelelő mikroszkóp alatt megvizsgált vízmolekulákat, hogy azok között nincs hely,
- a vizsgálatban részt vett diákok egy része szerint minden atom él (ez az elmélet a görögöktől kezdve a XVII–XVIII. századig tartotta magát) és voltak olyan tanulók, akik szerint csak néhány atom él (ez a *Wöhler* előtti nézetet tükrözi, ugyanis *Wöhler* volt az, aki bebizonyította 1828-ban, hogy lehet szervetlen anyagból szerves anyagot előállítani, így a szerves anyag atomjai sem élnek).

A tévképzetek eredete

Az iskola előtt szerzett tapasztalatok

A tévképzetek feltárása során azt tapasztalták, hogy a diákok által adott hibás válaszok nagy része nem véletlenszerű, hanem hasonlóságot mutat és besorolható a hibás elképzelések típusa szerint néhány kategóriába. Egy másik feltűnő jelenség az egyes tanulók hibás válaszaiban fellelhető következetesség volt. Mindkét jelenség arra utal, hogy az egyes tanulók fogalmi hálójában hasonló módon szerveződött hibás részek vannak. E

megállapítást a kutatók azzal magyarázzák, hogy a tanulók nem tiszta lappal kezdik meg az iskolai tanulmányaikat. Magukkal viszik az iskolába a saját világszemléletüket, sajátos jelentésű fogalmaikat, egyéni vizsgálati és megértési módszereiket is. Számos egyéni magyarázatuk van az őket körülvevő világról, spontán elméleteket alkotnak a természeti jelenségek megértéséhez. A „mozgás magában foglal egy erőt” tévképzet is valószínűleg abból a hétköznapi tapasztalatból ered, hogy a tárgyak megállnak, ha nem húzzák, tolják vagy lökik azokat (McCloskey, 1983).

*A diákok megfigyeléseik, tapasztalataik révén még az iskolai oktatás előtt létrehoz-
nak egy jól szervezett fogalmi struktúrát. Ez a fogalmi rendszer azonban gyakran ellen-
tétben áll az általánosan elfogadott tudományos tételekkel. Ezt a tudásstruktúrát a szak-
irodalom változatos terminusokkal jelöli:*

- *alternatív fogalom* (alternative conception) – Ez az elnevezés összhangban áll a tanulás konstruktivista elméletével, mely szerint a diákok aktívan részt vesznek a tudásuk megszerzésében. A világ megértésére irányuló törekvéseiben minden tanuló a saját meglévő tudásához kapcsolja hozzá az új ismereteket és ezért az egyes tanulók ugyanazon információ alapján eltérő (alternatív) fogalmakat hozhatnak létre (Osborne és Wittrock, 1983; Hewson, 1985). Clement (1993) értelmezésében olyan fogalom, amely konfliktusban lehet az aktuálisan elfogadott természettudományos elmélettel.
- *tévképzet* (misconception) – Olyan fogalom, amely tartalma eltér az általánosan elfogadott természettudományos nézettől (Griffiths és Preston, 1992; Gil-Perez és Carrascosa, 1990).
- *prekonceptió* (preconception) – Olyan fogalom, amellyel már a tanítás előtt rendelkeznek a tanulók. Nem minden prekonceptió tévképzet. Azok a prekonceptiók, amelyek összhangban vannak az elfogadott tudományos elmélettel, a rögzítő (anchoring) fogalmak (Clement, 1982).
- *naiv elképzelés* (naive belief) – A világ hétköznapi tapasztalása révén kifejlesztett nézet (Caramazza, McCloskey és Green, 1981).
- *intuitív elmélet* (intuitive theory) – E terminus az előzőhöz hasonlóan a világ megismerésében a hétköznapi megfigyeléseket, tapasztalatokat hangsúlyozza és kiemeli, hogy a létrejött fogalmak egy egységes rendszert alkotnak. Például McCloskey (1983) szerint a mozgással kapcsolatos tévképzetek például olyan szisztematikus rendszer, intuitív elmélet részét képezik, amely ellentétes a newtoni mechanika alaptételeivel és hasonlít a Newton előtt háromszáz évvel elterjedt mozgáselméletéhez.
- *gyermeki tudomány* (children's science) – A gyerekek azon ismeretei a világról, amelyeket az iskolai tanulmányok megkezdése előtt szereztek. A gyermeki tudomány tükrözi a gyerekek tapasztalatait, aktuális tudását, fogalmi készletét. A gyermeki tudomány mellett megkülönböztetnek még „tudós tudományt” (scientist's science) és tantervi tudományt (curricular science) is. A tudós tudomány az általánosan elfogadott természettudományos nézetet fedi, a tantervi tudomány pedig a tudós tudománynak a tankönyvek számára kiválogatott része (Osborne, Bell és Gilbert, 1983).

Az elnevezések különbözősége is mutatja, hogy a *kutatók eltérően értelmezik az iskolai oktatás előtti képzetek tulajdonságait*. Abban viszont megegyeznek, hogy szinte mindegyik elnevezés utal a kezdők (novice) és a szakértők (expert) fogalmai között jelentkező különbségekre. *Smith, diSessa és Roschelle* (1993) a tévképzetekkel foglalkozó kutatások analizise során az elnevezéseket két szempont szerint tagolták: *ismeretelméleti dimenziójuk és szerveződési szintjük* alapján. Ismeretelméleti szempontból a fogalom (conception) vagy elképzelés (belief) szavak előtagjai által létrehozott különbségeket így jellemzik:

- a „mis” előtag a diákok képzeiteinek hibás voltát emeli ki;
- az „alternative” előtag jelzi, hogy a diákok fogalmai különböznek a szakértők nézeteitől, de ezek nem feltétlenül hibás fogalmak, amelyeket ki kellene cserélni;
- a „pre” előtag pedig utal arra, hogy a diákoknak már az oktatást megelőzően is vannak elképzeléseik a világról, de nem jelzi azt, hogy ezek a fogalmak hogyan viszonyulnak a szakértői fogalmakhoz.
- A szerveződési szint alapján két csoportot különítenek el. A fogalom (conception) vagy elképzelés (belief) kifejezések egyedi képzetekre utalnak, ellentétben az elmélet (theory) vagy keret (framework) kifejezésekkel, melyek azt sugallják, hogy a diákok fogalmai nagyobb struktúrákba rendeződnek. Az egyes elnevezések közötti árnyalatnyi különbségek értelmezése, az elnevezések gyakran következtelen használata sok vitát váltott ki a tévképzeteket kutatók körében. A legtöbb kritikát a szakirodalomban leggyakrabban előforduló név, a tévképzet (misconception) kapta, mert ez azt sugallja, hogy a diákoknak csak hibás képzeiteik vannak, ahelyett, hogy a diákok fogalmairól egy komplexebb képet adna, ugyanis van közöttük olyan is, amely részben vagy teljesen megfelel az elfogadott tudományos elméletnek. Mindezek ellenére a szakirodalom továbbra is a tévképzet (misconception) terminust használja leginkább arra, hogy leírjon egy, a diákok által hordozott fogalmat, ami a hibák egy bizonyos mintázatát létrehozza.

Osborne, Bell és Gilbert (1983) szerint a *gyerekek és a tudósok eltérő megismerési módszere* az oka annak, hogy a diákok nehezen fogadják be az iskolában hallott tudományos nézeteket. A gyerekek csak a tapasztalataikra építenek, hajlamosak az én- illetve emberközpontú magyarázatokra, az egyedi esetek egyszerű magyarázatára törekszenek, ellentétben a tudósokkal, akiknek célja koherens elméletek felállítása. A természettudomány a jelenségek egzakt leírására egy technikai nyelvet használ, amely sokszor közvetlenül nem érzékelhető dolgokat tartalmaz (pl. az atompálya vagy a potenciális energia fogalma), illetve e szakmai nyelv egyes fogalmai olyan speciális jelentéssel bírnak, ami gyakran nem egyezik meg az adott szó hétköznapi jelentésével (pl. erő, energia, növény, állat, táplálék stb.). *Gilbert, Osborne és Fensham* (1992) a gyermeki tudománynak további olyan jellemzőit emeli ki, melyek a tanítás során a hibás képzetek létrejöttét eredményezhetik: például a diákok közül sokan csak akkor vesznek tudomást a részecskék, sugárzások létezéséről, ha azt közvetlenül tapasztalják (pl. „ha nem látjuk a fény hatását, vibrálását a falon, akkor nincs jelen a fény”); a gyerekek sokszor felruházzák a dolgokat emberi vagy állati tulajdonságokkal (pl. érzés, akarat, cél) vagy egy fizikai mennyiség egy bizonyos mértékével (pl. a jég „hidegsége” a gyerekek egy részénél fizikai valóság).

Az iskolában szerzett tapasztalatok

Több kutató is felhívta a figyelmet arra, hogy *a hagyományos tanítási módszerek nem képesek megszüntetni a tévképzeteket, illetve nem képesek megakadályozni a létrejöttüket* (Anderson és Smith, 1987; Clement, 1982; Novick és Nussbaum, 1981; McCloskey, 1983). Ezt a jelenséget többek között különböző *módszertani hibáknak* tulajdonítják. Ilyen hiba például az, hogy *a tanárok általában nem tudnak a diákok előzetes tudásáról*, így nem is veszik azt figyelembe a tanítás során, az órákat felnőtt szemszögből tartják (Ledbetter, 1993). Úgy kezelik a diákokat, mintha azok rendelkeznének a megfelelő sémákkal, amelyekre a tudományosan szervezett, szaknyelven megfogalmazott magyarázatot építeni lehet. Az ilyen magyarázat általában tartalmaz olyan információkat, amelyeket a diákok többsége nem tud tökéletesen megérteni. A hagyományos oktatás általában nem segíti a diákokat, hogy összefüggéseket keressenek egy jelenségről alkotott fogalmak és a tudományos magyarázat között. Ledbetter (1993) a tanulóknak a természettudományos tárgyak oktatásához való viszonyát vizsgálva azt is megállapította, hogy *a diákok nagy része a természettudományok tanítását túlzottan iskolaközpontúnak találja és nem gondolja azt, hogy a mindennapi életben hasznosítani tudja az iskolában tanított természettudományos ismereteket.*

A tanárok többsége túlságosan függ a tankönyvektől, fontosabbnak tartja a közvetítendő anyagot a tanulók gondolkodásának követésénél, nem biztosít elegendő lehetőséget a diákoknak, hogy elmondhassák saját elképzeléseiket egy adott témával, jelenséggel kapcsolatban; nincs alkalom arra, hogy a tanulók tesztelhesék egyéni magyarázataikat. Az értékelés során a tanárok főleg felidéző kérdéseket tesznek fel, melyekre a diákok a fogalmak megértése nélkül is tudják a választ, így rejtve maradnak a tévképzetek. A szemléltetéshez használt ábrák és modellek bemutatásakor sokszor a tanár nem ad megfelelő viszonyítási alapot. Így fordulhatott elő, hogy egy vizsgálatban (Griffiths és Preston, 1992) arra a kérdésre, hogy „Szerinted mekkora egy vízmolekula? Próbáld valamivel összehasonlítani!” tipikus válaszok voltak: mint egy baktérium, mint egy pont vagy mint egy porszem. A kutatók szerint ezek a hibás elképzelések egyértelműen a helytelen oktatási technika következményei. Tévképzetek forrása lehet az is, hogy a diákok kognitív fejlődési szintjének nem felelnek meg a fogalmak: a formális műveleti gondolkodást kívánó fogalmakat a konkrét műveletekkel gondolkodó diákok nem tudják megtanulni, csak memorizálják azokat (Abraham, Grzybowski, Renner és Marek, 1992).

Az iskolai képzés során a tanulóknak az intuitív tapasztalataik alapján létrejött fogalmi struktúrára alapozva kell felépíteniük a tudást. Ez a diákok számára igencsak nehéz, sokszor kivitelezhetetlen, hiszen sok esetben fel kellene hagyniuk azzal a gondolkodási móddal, fogalmi készlettel, amivel sikeresen elboldogultak éveken keresztül. Sokszor *nem tudják összeegyeztetni saját elgondolásaikat a tanultakkal*, az új információkat nem tudják beilleszteni a már meglévő sémáikba. E jelenségnek három formája lehet (Csapó, 1992):

- az új tudás ellentétes a már meglévő ismeretekkel;
- az új ismeretek megfogalmazása nehezíti a megértést,

- a régi és az új ismeretek között túlságosan nagy a távolság, hiányzik az előfeltétel tudás (prior knowledge), hiányoznak a kapcsolódási pontok a már meglévő fogalmi hálóban.

Osborne, Bell és Gilbert (1983) így foglalják össze a tanítás lehetséges kimeneteit:

- az új nézeteket egyszerűen elvetik a diákok;
- az új nézeteket eltorzítják, hogy az megfeleljen a jelenlegi nézeteiknek;
- az új nézeteket elfogadják, de elszigetelten kezelik és nem kapcsolják hozzá a meglévőkhöz, csak azért tartják meg az új nézeteket, mert tudják, hogy a tanár azokat értékeli;
- elfogadják az új nézetet és össze akarják egyeztetni a már meglévőkkel, de zűrzavar lesz az eredmény;
- elfogadják az új nézetet és egy koherens világszemléletet hoznak létre, ami vagy megfelel a korábbi nézeteiknek, vagy nem.

E vizsgálatok alapján azt a következtetést lehet levonni, hogy *a hagyományos oktatás nem segíti a diákokat abban, hogy összefüggéseket keressenek egy bizonyos természeti jelenségről alkotott hétköznapi fogalmaik és a jelenség tudományos magyarázata között*, nem segít a diákoknak, hogy meg is értsék és ne csak megtanulják a tananyagot és ismereteiket a gyakorlatban is hasznosítani tudják. Sajnos a jelenlegi oktatási gyakorlat akaratlanul is magolásra biztat. E problémák megoldásának lehetőségeit számos kutató vizsgálta. A következő részben e törekvéseket mutatom be.

Mi a teendő a tévképzetekkel?

A tévképzetek kutatásának legfontosabb része e kérdés megválaszolása. A kutatók egybehangzóan megerősítik, hogy a természettudományok tanulása terén mutatkozó nehézségek megszüntetése érdekében egy alapos *váltásra van szükség a tanítási-tanulási folyamatban*, fejleszteni kell az értelemmel bíró (meaningful) tanulást (*Gil-Perez és Carrascosa*, 1990). E cél elérésében különösen fontos az az igény, hogy *a tanulás inkább a meglévő fogalmak megváltoztatása legyen, mint az új információ egyszerű továbbítása* (*Hewson és Hewson*, 1984). Ez a törekvés utal a tanulás konstruktivista nézőpontjára, amely szerint *a tanulásban központi szerepet játszik az előfeltétel tudás* (prior knowledge), ami alapján a diákok az új információkat értelmezik (*Smith, diSessa és Roschelle*, 1993). Először *Posner, Strike, Hewson és Gertzog* (1982) hangsúlyozták a fogalmi váltás (conceptual change) fontosságát a tanulásban. E nézet alapja az a feltevés, hogy a tévképzetek azért alakulnak ki, mert a tanulók tanulást megelőző (origin) tudásában sok a hiba és ezekről a hibákról a tanárok nem tudnak. A tanulás során sok tévképzet jöhet létre, mert a diákok tudása nem megfelelő és csak részleges megértés történik. A fogalmi váltáskor a tanári irányítás hatására a diákok felismerik, hogy a meglévő tudásuk nem elegendő a különböző jelenségek magyarázatához és ezért átszervezik sémájukban a fogalmakat, hogy az új információt integrálni tudják.

A fogalmi váltás és a tévképzetek kutatásának kapcsolata

A fogalmi váltás hatalmas szakirodalommal rendelkező, dinamikusan fejlődő kutatási irányzat, amely többféle modellt dolgozott ki a kognitív fejlődés során tapasztalható fogalmi átrendeződésekre. *A fogalmi váltás elmélete és a tévképzetek kutatásának eredményei számos ponton érintkeznek.* Itt illusztrálásképpen egy olyan modellt emelek ki, amely egy lehetséges magyarázatát adja a tévképzetek kialakulásának.

Vosniadou (1994) *a fogalmi váltást* kiterjedt vizsgálatok alapján *modellezte.* A diákok magyarázatait *a csillagászat, mechanika és a hőtan* területén vizsgálták. A kutatók elképzelései szerint a fogalmak olyan nagyobb elméleti struktúrákba ágyazódnak, amelyek determinálják azokat.¹ Kétféle elméleti struktúrát különböztettek meg:

- *naiv elméleti keret* (naiv framework theory), amelynek kiépítése már korai gyermekkorban elkezdődik és amely alapvető ontológiai, episztemológiai előfeltevésekből (presuppositions) áll;
- *specifikus elmélet* (specific theory), amely összefüggő propozíciók vagy elképzelések (beliefs) készlete és a fizikai objektumok tulajdonságainak, viselkedésének leírására szolgál.

A specifikus elmélet a jelenségek megfigyelése, a naiv elméleti keret kényszere alatt álló egyéni interpretációk és az iskolai képzés során szerzett információk révén jön létre. Feltételezhető, hogy *a fogalmi váltás a fizikai világról alkotott mentális modellek fokozatos módosításán keresztül történik, egyrészt gazdagítás (enrichment), másrészt felülvizsgálat (revision) révén.* A gazdagítás során a meglévő fogalmi struktúrába új fogalmak kerülnek. Ha az információ megfelel az előfeltevéseknek, elképzeléseknek, akkor az integrálódás nagyon könnyen megtörténik. Ha viszont az új információ és a meglévő fogalmi struktúra között nincs egyezés, akkor felül kell vizsgálni, meg kell változtatni az egyéni elképzeléseket vagy az előfeltevéseket vagy az elmélet relációs struktúráját. A revízió történhet tehát a specifikus elmélet vagy a naiv elméleti keret szintjén is. *A naiv elméleti keret terén bekövetkezett revízió a fogalmi váltás legnehezebb esete és a tévképzetek leggyakoribb előidézője.* A tévképzeteket a modell úgy tekinti, mint a diákok azon próbálkozásait, hogy a természettudományos információt olyan létező fogalmi keretben (framework) próbálják meg értelmezni, mely a természettudományos nézettel ellentétes.

Vosniadou (1994) amerikai, görög, indiai és szamoai általános iskolások körében végzett vizsgálatok során *a Föld alakjával kapcsolatban többféle mentális modellt tárt fel:*

- *Az iniciális modellek* a fiatalabb gyerekek körében voltak gyakoriak. A hétköznapi tapasztalataik alapján a Földet olyan téglalapnak vagy korongnak képelték el, ami alá van támasztva, a felső része pedig körbe van véve az éggel és égi objektumokkal.
- *A szintetikus modellek* az idősebb gyerekek körében terjedtek el; valószínűleg az iniciális és a természettudományos modell kombinációja révén jöttek létre. Ezek a:

¹ Az elmélet (theory) itt egy összefüggő, magyarázó struktúrát jelent és nem egy jól kidolgozott tudományos elméletet.

² A mentális modell itt olyan reprezentációt jelent, amelyet a kognitív működés főként problémamegoldó szituációkban hoz létre a fizikai jelenségek magyarázatára s amely dinamikus, mentálisan manipulálható, a hosszútávú memóriában tárolható és felidézhető.

- *kettős Föld modell* (két Föld van, egy lapos, melyen az emberek élnek és egy gömb az égen);
- a *lyukas gömb modell* (a Föld egy üreges gömb, az emberek mélyen a belsejében, a lapos talajon élnek);
- a *lapított gömb modell* (a gömb alakú Föld a tetején és az alján lapos, itt élnek az emberek).

A vizsgált 60 gyerek közül 37-nél írták le az iniciális- vagy szintetikus modellt, vagy azok keverékét. Az iniciális modellek feltehetően a megfigyelések és a naiv elméleti keret mélyen gyökerező előfeltevései által meghatározott elképzelések révén alakultak ki.³

A szintetikus modellek tévképzetek, ugyanis a diákok a tudományos modellt nem tudták tökéletesen befogadni a meglévő fogalmi struktúra kényszerítő korlátai miatt, ezért különböző módon hozták összhangba a régi és az új információkat. A „kettős Föld” modellnél a naiv keret elmélet előfeltételeinek feladása nélkül egyeztetették össze a sík és a gömb Föld modellt. A „lyukas gömb” modell esetében elfogadták a gömb alakot, de továbbra is megmaradt az az előfeltétel, hogy a gravitáció felülről lefelé hat. Nem tudták elképzelni, hogy nem esnek le az emberek a Föld külső oldaláról. A „lapított gömb” modellben elvetették a felülről lefelé ható gravitáció előfeltételét, de továbbra is kitarítottak amellett, hogy a földfelszín, ahol az emberek élnek, nem domború.

A fogalmi átrendeződést segítő tanítási módszerek

A tanulásnak fogalmi váltásként való értelmezése Posner, Strike, Hewson és Gertzog (1982) nevéhez fűződik, akik egy általános modellt írtak le arra a problémára, hogy hogyan változnak meg a diákok fogalmai az új információk hatására. E modell a mai természettudományos filozófiai nézetet ültette át a tanulásra. E szerint *a természettudományos fogalmi váltásnak két fokozata van*. Az elsőt *a tudományos vizsgálat kötöttségei* alkotják, amelyek a kutatómunkát szervezik (pl. a problémák definiálása, problémamegoldó stratégiák, annak rögzítése, hogy mi számít megoldásnak). A második fokozat akkor jelenik meg, amikor ezeket *a kötöttségeket módosítani kell*: bizonyos jelenségek megértéséhez új utakat kell keresni, új fogalmakat kell bevezetni. A tanulásra vonatkoztatva az első fokozatot Posner és Mtsai (1982) *asszimilációnak* nevezték el (nem a piaget-i értelemben), melynek során a diákok a meglévő fogalmaikat használják egy új jelenséggel kapcsolatban. A második fokozat az *akkomodáció*. Ez a fogalmi váltás radikálisabb formája; akkor jelenik meg, amikor a diákok meglévő fogalmai nem megfelelőek egy jelenség megértéséhez. Ekkor a megértéshez a régi fogalmat fel kell váltani egy újjal. E csere akkor lesz sikeres, ha az alábbi négy kritérium együttesen teljesül:

³ *megfigyelések*: a földfelszín lapos, bármilyen nagy távolságra is megyünk; felette az ég, alatta víz vagy talaj van; a Nap, Hold és a csillagok az égen vannak;
a naiv elméleti keret mélyen gyökerező előfeltevései: ontológiai előfeltevések: szilárdság, stabilitás, felülről lefelé ható gravitáció ill. episztemológiai előfeltevések: a dolgok olyanok, amilyeneknek látjuk őket;
elképzelések: a Föld lapos, szilárd, állandó; alulról a talaj vagy víz támasztja alá; a Nap, Hold, csillagok a Föld fölött az égen helyezkednek el;

- a diákoknak elégedetlennek kell lenniük meglevő fogalmaikkal: fel kell ismerniük, ha egy fogalmuk hibás, nem tudnak vele tökéletesen megmagyarázni egy jelenséget;
- az új fogalomnak érthetőnek (intelligible) kell lennie;
- az új fogalomnak elfogadhatónak, hitelesnek (plausible) kell lennie;
- a diákoknak fel kell ismerniük, hogy az új fogalom hasznos (fruitful) sok jelenség megértésében.

Hewson és Hewson (1984) e modellnek a tanítási stratégiákra való következményeit így foglalja össze:

- A tanárok általában azzal töltik el a legtöbb időt, hogy az adott fogalmakat érthetővé tegyék a diákok számára, általában feltételezik, hogy a tanított fogalom a diákok számára elfogadható, összeegyeztethető saját fogalmaikkal. *A tanítás során tehát nemcsak érthetővé kell tenni egy új fogalmat, hanem az alternatív fogalom hitelességét csökkenteni kell először és csak ezután lehet az új fogalom hitelességét növelni.* A régi fogalom újjal való felcserélését leginkább az motiválja, ha látják a diákok az új fogalom hasznát.
- *A tanárnak folyamatosan diagnosztizálnia kell a diákok aktuális tudását.* A gyakorlatban azonban ez nagyon ritkán valósul meg. Egyrészt azért, mert a tanárok feltételezik, hogy a diákok megtanulták és meg is értették, amit tanítottak nekik, másrészt mert ez egy nagyon nehéz és időigényes feladat.
- Ha a régi és az új fogalom nincs egymással konfliktusban, de nem kapcsolták össze azokat a tanulók, akkor *a tanárnak elő kell segítenie az integrációt.*
- Ha a diákoknak két, egymással összefüggő fogalomról egy differenciálatlan fogalmuk van, akkor a tanárnak *szét kell választania* ezt a fogalmat két, világosan definiált fogalomra.
- Amikor a régi és az új fogalom összeegyeztethetetlen, akkor a tanárnak a *kicserélési technika* során konfliktust kell létrehoznia a két fogalom között és ezt úgy kell megoldania, hogy a diákok felcseréljék a helytelen fogalmat a helyesre.

A tanulók elképzeléseinek, nézeteinek azonosítása történhet úgy, hogy a tanár a tanítandó téma elején írat egy *diagnosztizáló tesztet* vagy *spontán beszélgetést* kezdeményez, majd tisztázzák együtt az elképzeléseket és végül olyan tevékenységek következnek, melyek hatására megváltoznak a hibás nézetek. A sikerhez elengedhetetlenül fontos a tanulók kellő motiváltsága. Lehet indítani az órát egy érdekes, gondolkodtató probléma felvetésével, meg lehet jósoltatni a tanulókkal egy-egy szituáció kimenetelét, majd el lehet velük végeztetni a kísérletet. *Bátorítani kell a tanulókat arra, hogy keressék meg a saját elképzeléseik és az órán elhangzottak, látottak közötti eltéréseket. Beszéljék meg azokat társaikkal és próbáljanak együtt megoldást keresni.* Éppen ezért nagyon fontos, hogy a tanár olyan légkört teremtsen, ahol a diákok bátran el merik mondani véleményüket, mernek kérdezni és arra törekednek, hogy valóban megértsék az anyagot (Minstrell, 1989). Erickson (1979) is hasonló módszereket javasol a tanároknak és egy részletes tevékenységsort közöl a hő és a hőmérséklet fogalma közti különbség megvilágítására.

A fogalmi váltásban jelentkező nehézségek hasonlóságot mutatnak a természettudományok történeti fejlődésében megtalálható problémákkal, a továbblépést hosszú ideig

megakadályozó buktatókkal. A gyerekek és a természettudomány ókori, középkori képviselői a problémákat nagyon egyszerű úton közelítik illetve közelítették meg, amit a „felületesség módszertanának” (methodology of superficiality) nevez *Gil-Perez* és *Carrascosa* (1990). E metodika hétköznapi evidenciákból áll, melyek alapját csak minőségi jellemzők képezik. Ez készítette Arisztotelészt arra a kijelentésre, hogy egy nehezebb tárgy ugyanazt az utat rövidebb idő alatt teszi meg, mint a könnyebb tárgy. Ugyanez a megállapítás ma is fellelhető sok diák körében. Ezért hangsúlyozza *Gil-Perez* és *Carrascosa* (1990), hogy a tanulás során a fogalmi váltás nem hozhat eredményt metodikai váltás nélkül és anélkül, hogy a tanulás következetesen követné a történeti folyamatot. A metodikai váltás a bizonyosság felől a hipotetikus gondolkodás felé vezet. El kell veszíteni a hétköznapi evidenciáknak tűnő dolgokban a bizonyosságot, tudatosítani kell, hogy amit mi igaznak hiszünk, annak érvényessége korlátozott és egy másik rendszerben hamisnak bizonyulhat és el kell kezdeni mérlegelni a többi lehetőséget is. Ezt a folyamatot könnyíti meg a fogalmi konfliktusok létrehozása a diákok fogalmi és a tudományos fogalmak között. Amikor világos lesz a tanulók számára a különbség, tudatosul bennük, hogy a saját tévképzeteik nem egyeztethetők össze az adott tudományos fogalommal, akkor értékelik a tudományos fogalom fölényét és elvetik a tévképzeteiket (*Hewson és Hewson, 1984; Stavy és Berkovitz, 1980; Champagne, Gunstone és Klopfer, 1985*).

Wandersee (1985) kiemeli, hogy a tévképzetek megszüntetésében jelentős eredményt ér el az a tanítási stratégia, amely megismerteti a diákokat a tudománytörténet során felbukkanó tévképzetekkel, a mára már teljesen elvetett vagy jelentősen átalakított nézetekkel. Lehetséges, hogy a tanulók megtalálják közöttük saját elképzeléseiket is. Ha a tanár összehasonlítja és szembe állítja egymással a történeti tévképzeteket és a jelenlegi tudományos magyarázatot, a diákoknak lehetőségük van arra, hogy hibás elgondolásaikat a modern nézetekkel helyettesítsék.

A tanulók csak akkor adják fel tévképzeteiket, ha világossá és tudatossá válnak számukra saját elképzeléseik hibái. *Clement* (1993) szerint a tanárok ne tekintsék a diákok meglevő fogalmait a tanulás akadályozóinak, hanem egy olyan kiindulási modellnek, amit a diákok a tanulás során módosíthatnak. Ennek érdekében az irányított konstruktívizmus egy formáját javasolja tanítási módszerként. Egy gondosan megszerkesztett óra keretében, tanári irányítás mellett a diákok a tanár által adott rögzítő (anchoring) és áthidaló (bridging) példák és egy célprobléma között keresnek analógiákat kiscsoportos laboratóriumi kísérletek, problémamegoldások és nagycsoportos megbeszélések révén. (A rögzítő példák a diákok azon preconcepciói, melyek összhangban vannak a tudományos nézettel. Ezeket az adott témában végzett előzetes kutatás során tárták fel.) A tanár csak vezeti a beszélgetést, de nem foglal konkrétan állást és így a diákok aktívan értékelik, hogy a szóba került példák analógiák-e vagy sem és kiválasztják a cél problémának legjobban megfelelő nézetet. E folyamat közben konfliktus jön létre az egyes tanulóknál a rögzítő fogalmak és az alternatív fogalmaik között, szembesülnek a társaik és a tanár véleményével illetve a gyakorlati tapasztalatokkal is.

Anderson és Smith (1987) olyan írásvetítő fóliák használatával kapcsolatos kedvező tapasztalataikat írják le, amelyekkel lényegesen hatékonyabbnak bizonyult a magyarázat.

Minden fólia bemutat először egy problémát és egy hozzá tartozó magyarázatra felszólító kérdést, amelyet úgy fogalmaztak meg, hogy feltárja a tévképzeteket például: „Hogyan segíti a fény a fiút, hogy lássa a fát?”. A tanulók próbálják megválaszolni a kérdést, majd a fólia borítólapján szembesülnek a természettudományos magyarázattal.

Szemléletváltás szükségessége a tanárképzésben

A fogalmi átrendeződés segítéséhez specifikus tudásra van szüksége a tanárnak. Alaposan ismernie kell a tanított témát, a diákok gondolkodását (milyen tévképzeteket hoznak magukkal), a tanítási stratégiákat. A tanárnak folyamatosan diagnosztizálnia kell a diákok fogalmait, a témával kapcsolatos előismereteit, tudnia kell, hol tartanak az egyes tanulók a fogalmi váltás folyamatában és eszerint kell cselekednie (*Anderson és Smith, 1987*). A tanárnak nem szabad figyelmen kívül hagynia a diákok előítéleteit, hanem fel kell tárnia a tévképzeteiket és segíteni kell őket abban, hogy ők is felismerjék azokat (*Watson, 1994*). Ha vannak olyan sémák, amelyek akadályozzák a megértést, a magyarázat során el kell eloszlatni azokat meggyőző érvekkel; ha hiányoznak az alapvető fogalmak, akkor azokat kell először megtanítani (*Csapó, 1992*). A tanulás során a diákoknak további lehetőségeket kell biztosítani, hogy még több tapasztalatot szerezzenek az őket körülvevő természeti és technikai környezetről. Ösztönözni kell őket arra, hogy rendszerezék a már meglévő ismereteiket és felismerjék a különbségeket a saját elképzeléseik és a mások elképzelései között. A megfelelően összeállított tananyag és az említett módszerek segítségével a diákok ki fogják fejleszteni egy tágabb tapasztalatokon nyugvó egyéni nézőpontot, ami már közelebb lesz az elfogadott természettudományos elmülethez és a mindennapokban is használhatóbb (*Osborne, Bell és Gilbert, 1983*). Mindehhez azonban meg kell változtatni a tanárok orientációját a hagyományos módszerek felől a fogalmi váltást elősegítő tanulás felé. A tanároknak is át kell esniük egy fogalmi váltáson, ami a tanárképzés vagy továbbképzések során útmutatók, programok segítségével történhet meg. Esetükben is sikeresen alkalmazható a *Posner és mtai (1982)* által megfogalmazott négy kritérium:

- elégedetlennek kell lenniük tanítási stílusukkal,
- a fogalmi váltás tanítást egy kezdeti szinten meg kell érteniük,
- be kell látniuk, hogy a fogalmi váltás hiteles alternatívája az eddigi tanítási stílusuknak,
- be kell látniuk, hogy a fogalmi váltásra építő tanítást sok szituációban tudják használni.

Szemléletváltás szükségessége a tantervkészítésben

Nemcsak a tanárképzésben, de a tantervek kidolgozásában is gyökeres változásokra van szükség, hogy a fogalmi váltás sikeresen megtörténjen és eredményes legyen a tévképzetek elleni küzdelem. A tanterv készítése során figyelembe kell venni, hogy a diákok a konkrét megfigyeléseikre alapozzák elképzeléseiket és ezért fokozatosan kell bevezetni az egyre absztraktabb fogalmakat. A tananyag összeállításánál figyelembe kell venni,

hogy az olyan példákat tartalmazzon, amelyek nemcsak a diákok hétköznapi tapasztalataihoz állnak közel, hanem egyszerűen és világosan megadják a jelenségek magyarázatait a tanulók által is érthető szinten. Az ilyen típusú tananyag bevezetése *Osborne, Bell és Gilbert* (1983) szerint 14 éves kor körül mindenképpen ajánlott, mert később már a gyermeki tudomány annyira megszilárdul, hogy szinte lehetetlen megváltoztatni. Nagy gondot kell fordítani arra, hogy a gyerekek tisztában legyenek azzal, hogy bizonyos fogalmak hétköznapi és tudományos jelentése eltér. Ilyen például az élőlény, a táplálék, az állat fogalma: a 12 éves gyerekek között is akadnak sokan, akik számára az állat fogalma egy szőrös négylábút jelent és például a pókot nem sorolják az állatok közé (*Osborne, Bell és Gilbert*, 1983).

További tisztázandó kérdések a tévképzetek kutatásában

A tévképzetek kutatásának eddigi eredményeit *Smith, diSessa és Roschelle* (1993) elemezték és felhívták a figyelmet néhány problémára:

- Méltányolják az empirikus eredményeket, de szerintük az a nézet, amely a diákokat úgy tekinti, hogy olyan hibás fogalmakat hordoznak, amelyek mélyen gyökereznek, gátolják a tanulást és amelyeket a tanulás során szembesíteni és megváltoztatni kell, *túlhangsúlyozza a szakadékot a diákok és a tudósok között*.
- A tévképzetek kutatása során számos tévképzetet meghatároztak, de kevesebb figyelmet fordítottak arra, hogy az adott témákban sikeres diákok tanulását modellezzék.
- *A fogalmi váltáson alapuló tanulás konfliktusban van a konstruktivizmus alap gondolatával*, amely a tanulásban az előfeltétel tudásnak alapvető szerepet tulajdonít. A tévképzetek kutatása ugyanis a diákok tanulásának hibás eredményeit emeli ki, ezzel szemben a konstruktivizmus a tanulás folyamatát úgy jellemzi, mint a meglevő tudás fokozatos mesterré válását. A tévképzetek, amelyek hibásak, amelyeket ki kell cserélni, nem segíthetik a diákok tanulását. Ezért vagy a tévképzetek kizárólagosan hibás jellegét kell felülbírálni, vagy a diákok tanulásához kell más forrást találni.
- A tévképzetkutatás fő korlátozója, hogy *a kontextusnak csak egy szeletét vizsgálja*, ahol a diákok fogalmai nem működnek, míg létezhet egy olyan azonosítatlan terület, ahol a fogalmak működőképesek lehetnek.
- A kezdők és a szakértők fogalmainak ütköztetése a „kicserélés” tanítási módszer sugallja, még jobban kimélyíti a különbségeket a kezdők és a szakértők között, megingatja a diákoknak saját döntéshozó képességükbe vetett hitét.

E problémák alapján, a tévképzetkutatás kulcsszavait felhasználva, egy hatékonyabb elméleti nézőpontot alakítottak ki az említett kutatók. Kiemelik a kezdők és szakértők tudásának közös elemeit, amelyek folytonosságot biztosítanak a kezdők és a szakértők között, megalapozva ezzel az oktatás során a fogalmi rendszerben bekövetkező komplex változásokat. *A tanulás konstruktivista elméletének egy vázlatát adják*, amely a diákok meglevő fogalmait úgy mutatja be, mint a kognitív fejlődés erőforrásait. *Kiemelik a vál-*

tozatos tudáselemek közötti kapcsolatokat és az ismeretek finomítását, újrászervezését hangsúlyozzák a fogalmak áthelyezése, cseréje helyett.

Annak ellenére, hogy már nagyszámú tévképzetet azonosítottak, sokat tudnak azok természetéről, eredetéről, még bőven akad megválaszolatlan kérdés, pontosításra váró elmélet. A tévképzetkutatás további vizsgálatai feltételezhetően túllépnek a tévképzetek azonosításán, dokumentálásán és pontosítani fogják a fogalmi váltás tanulásra vonatkoztatott modelljét. A fogalmi struktúra fejlődésének nyomon követésével tovább keresik majd a hibás fogalmak létrejöttének okait, leírják a tévképzeteket beágyazó kognitív struktúrákat. Az elméleti kutatások mellett a jövőben egyre nagyobb szerepet fog kapni az elméleti eredmények gyakorlatba való átültetése, a tévképzetek megszüntetésére irányuló módszerek kidolgozása és kipróbálása is.

Irodalom

- Abraham, M. R., Grzybowski, E. B., Renner, J. W. és Marek, E. A. (1992): Understandings and misunderstandings of eighth graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, **29**. 105–120.
- Anderson, C. W. és Smith, E. L. (1987): Teaching Science. In: Richardson-Koehler, V. (szerk.): *Educators' Handbook: A Research Perspective*. Longman, New York, London.
- Aron, R. H. (1994): Atmospheric misconceptions. *Science Teacher*, **61**. 30–33.
- Caramazza, A., McCloskey, M. és Green, B. (1981): Naiv beliefs in „sophisticated” subjects: misconceptions about trajectories of objects. *Cognition*, **9**. 117–123.
- Champagne, A. B., Gunstone, R. F. és Klopfer, L. E. (1985): Instructional consequences of students' knowledge about physical phenomena. In: West, L. H. T. és Pines, A. L. (szerk.): *Cognitive structure and conceptual change*. Academic Press, Orlando, Florida.
- Clement, J. (1982): Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, **50**. 66–71.
- Csapó Benő (1992): *Kognitív pedagógia*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- diSessa, A. A. (1982): On learning Aristotelian physics: A study of knowledge based learning. *Cognitive Science*, **6**. 37–75.
- Domján Károly (1974): *Oksági összefüggések megértése 6–10 éves korban*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Erickson, G. L. (1979): Children's conceptions of heat and temperature. *Science Education*, **63**. 221–230.
- Francis, C., Boyes, E., Qualter, A. és Stanisstreet, M. (1993): Ideas of elementary students about reducing the „greenhouse effect”. *Science Education*, **77**. 375–392.
- Gardner, H. (1991): *The unschooled mind: How children think and how schools should teach*. Fontana Press, London.
- Gil-Perez, D. és Carrascosa J. (1990): What to do about science „misconceptions”. *Science Education*, **74**. 531–540.
- Gilbert, J. K., Osborne, R. J. és Fensham, P. J. (1982): Children's science and its consequences for teaching. *Science Education*, **66**. 623–633.
- Griffiths, A. K. és Preston, K. R. (1992): Grade-12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, **29**. 611–628.
- Gunstone, R. F. és White, R. T. (1981): Understanding of gravity. *Science Education*, **65**. 291–299.

- Havas Péter (1980): *A természettudományos fogalmak alakulása*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Hewson, M. (1985): The role of intellectual environment in the origin of conceptions: an exploratory study. In: West, L. H. T. és Pines, A. L. (szerk.): *Cognitive structure and conceptual change*. Academic Press, Orlando, Florida.
- Hewson, P. W. és Hewson, M. G. (1984): The role of conceptual conflict in conceptual change and the design of science instruction. *Instructional Science*, **13**. 1–13.
- Inhelder, B. és Piaget, J. (1967): *A gyermek logikájától az ifjú logikájáig*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Kelemen László (1960): *A tanulók gondolkodása 6–10 éves korban*. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Kelemen László (1963): *A 10-14 éves tanulók tudásszintje és gondolkodása*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Ledbetter, C. E. (1993): Qualitative comparison of students' constructions of science. *Science Education*, **77**. 611–624.
- Mali, G. B. és Howe, A. (1979): Development of Earth and gravity concepts among Nepali children. *Science Education*, **63**. 685–691.
- McCloskey, M. (1983): Intuitive physics. *Scientific American*, **248**. 122–130.
- Minstrell, J. A. (1989): Teaching science for understanding. In: Resnick, L. és Klopfer, L. E. (szerk.) *Toward the thinking curriculum: Current cognitive research*. Association of Supervision and Curriculum Development. Alexandria, VA.
- Novick, S. és Nussbaum, J. (1978): Junior high school pupils' understanding of the particulate nature of matter: An interview study. *Science Education*, **63**. 273–281.
- Novick, S. és Nussbaum, J. (1981): Pupils' understanding of the particulate nature of matter: A cross-age study. *Science Education*, **65**. 187–196.
- Nussbaum, J. (1979): Childrens' conception of the Earth as a cosmic body: A cross-age study. *Science Education*, **63**. 83–93.
- Nussbaum, J. és Novak, J. D. (1976): An assessment of children's concepts of the Earth utilizing structured interviews. *Science Education*, **60**. 535–550.
- Osborne, R. J., Bell, B. F. és Gilbert, J. K. (1983): Science teaching and children's views of the world. *European Journal of Science Education*, **5**. 1–14.
- Osborne, R. J. és Wittrock, M. C. (1983): Learning science: A generative process. *Science Education*, **67**. 489–508.
- Piaget, J. (1978): *Szimbólumképzés a gyermekkorban*. Gondolat Kiadó, Budapest.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. J. és Gertzog, W. A. (1982): Accomodation of a scientific conception: Toward a theory of a conceptual change. *Science Education*, **66**. 211–227.
- Ross, K. E. (1993): Children's beliefs about earthquakes. *Science Education*, **77**. 191–205.
- Smith, J. P., diSessa, A. és Roschelle, J. (1993): Misconceptions reconceived: A constructivist analysis of knowledge in transition. *The Journal of the Learning Sciences*, **3**. 115–163.
- Sneider, C. és Pulos, S. (1983): Children's cosmographies: understanding of the Earth's shape and gravity. *Science Education*, **67**. 205–221.
- Stavy, R. és Berkovitz, B. (1980): Cognitive conflict as a basis for teaching quantitative aspects of the concept of temperature. *Science Education*, **64**. 679–692.
- Takács Viola (1993): *Galois-gráfok pedagógiai alkalmazása*. Kandidátusi értekezés, Budapest.
- Vosniadou, S. (1994): Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, **4**. 45–69.
- Wandersee, J. H. (1985): Can the history of science help science educators anticipate students' misconceptions? *Journal of Research in Science Teaching*, **23**. 581–597.
- Watson, B. (1994): Switch off kids' science misconceptions. *Learning*, **22**. 74–76.

Korom Erzsébet

ABSTRACT

ERZSÉBET KOROM: NAIVE THEORIES AND MISCONCEPTIONS IN LEARNING OF SCIENCE CONCEPTS

One of the most interesting research areas where recent advances in cognitive psychology and research in science education overlap is the study of science misconceptions. Science educators often observe that students have difficulties with understanding science concepts. When students face real-life problems, many of them use their naive theories for explanation instead of the science knowledge they are taught at school. Naive theories on a number of physical phenomena are extremely persistent and resist several years of science education. They are often very simple and include misconceptions and conceptual ideas, the meaning of which deviates from the commonly accepted scientific view. This state-of-the-art paper gives an overview of the most important directions and issues of misconception research: (1) the detection of misconceptions and difficulties of understanding in different fields of science, e.g. physics, chemistry, biology and geography; (2) the identification of the most important features of misconceptions; (3) investigations into the reasons for the persistence of misconceptions; and (4) proposals and programs developed to eliminate misconceptions and to prevent the emergence of new ones. Results of this research area provide a theoretical background for an understanding of conceptual development and for a constructivist view of learning. They also highlight the importance of the consideration of children's naive theories in science teaching and learning and emphasize the necessity of a methodological change in concept teaching. The relevance of the findings to curriculum development, teacher training and instruction are also discussed.

Magyar Pedagógia, **97**. Number 1. 19–40. (1997)

Levelezési cím / Address for correspondence: Korom Erzsébet, JATE Pedagógiai Tanszék, H-6722 Szeged, Petőfi sgt. 30–34. e-mail: betty@edpsy.u-szeged.hu