

## A természettudományos ismeretek alkalmazása

*Az utóbbi évtizedek tudományos kutatásai és technikai fejlesztései sajátos helyzet kialakulásához vezettek. A mindennapi életünket megkönnyítő eszközök, berendezések használata egyre könnyebb lesz, sokszor csupán azt kell tudnunk, hogy mikor melyik gombot milyen irányba kell elforgatni. Ugyanakkor ezek a berendezések igen bonyolultak, működésük megértéséhez, esetleges javításukhoz egyre átfogóbb, egyre speciálisabb tudás szükséges. Egyre szűkül az a réteg, amely rendelkezik ilyen átfogó természettudományos ismerettel, és egyre szűkebb réteg végzi a tudományos kutatásokat, a technikai fejlesztéseket. Nem véletlenül csökken a természettudományok iránti érdeklődés, és a természettudományok oktatása veszít presztízséből.*

**A**z oktatásban újra kell értékelni a tanított tartalmakat: miből, mit, mennyit és milyen formában kell tanítani, milyen ismeretekre van szükség a tudományos világkép kialakításához, a képességek fejlesztéséhez.

Ma már nyilvánvaló, hogy a tudományos információ megsokszorozódása további expanzióval nem követhető, a természettudományok hagyományos, kizárólag szaktudományos keretekre épülő oktatása nem elégíti ki a posztindusztriális társadalmak egyénnel szemben támasztott igényeit. Mindezek a jelenségek a tudás mennyiségéről annak minőségére irányították a figyelmet. A tudás minősége a magyar oktatás igen időszerű és égető problémája, a rendszeres összehasonlító vizsgálatok ugyanis a teljesítmények csökkenését mutatják. A legutóbbi (1995-ös) IEA felmérés szerint az országok rangsorában Magyarország az élvonalból a résztvevők második harmadába esett vissza. Az okokat kutatva kiderül, hogy a magyar tanulók tudása nem elsősorban annak mennyiségében, sokkal inkább minőségében marad el az őket megelőző országokbeli társaikétól. A tudás minőségének egyik lehetséges és fontos mutatója annak hasznossága, alkalmazhatósága, különböző helyzetekben való működőképessége.

A magyar természettudomány-tanítás egyik legnagyobb ellentmondása a tanulók elméleti, szaktárgyi tudása és annak hétköznapi helyzetekben való felhasználhatósága között alkult ki. A probléma nem újkeletű. A laikus közvélemény, a szülők, gyakran a tanárok és fejlesztő szakemberek már korábban, a hetvenes, nyolcvanas évek nemzetközi sikerei idején sem voltak elégedettek a tanulók felkészültségével és a nemzetközi vizsgálatok hitelességét is kétségbe vonták. A mindennapi tapasztalatok ugyanis mást mutattak, mint a nemzetközi felmérések eredményei. Az iskolai oktatás mindennapjaiban ma is olyan jelenségekkel találkozunk, amelyek megkérdőjelezzik az oktatásunk „kiválóságát”. A gyakorló pedagógus számára például mindennapos tapasztalat, hogy tanulóik – sokszor még a jól teljesítők is – zavarba jönnek, ha nem az ismert szöveggyűjtemények stílusában megfogalmazott kérdésekkel, feladatokkal találják magukat szemben. Szintén mindennapos tapasztalat, hogy a magyar diák tanítási órákban gondolkodik. A fizika órán elsajátított ismereteit, amelyből egyébként a fizika órán megfelelő szinten produkál, már nem tudja a kémia órán. Ugyanígy kémiai ismereteit nem tudja alkalmazni a biológia órán, és így tovább. Ez pedig azt jelenti, hogy a tantárgyak által közvetített ismeretek gyenge kap-

csolatrendszerrel rendelkező tudásszigeteket alkotnak, ezért diákjaink legtöbbszörének tudása még elméleti kontextusban is csak nehezen transzformálható. Új, hétköznapi szituációban a teljesítmények várhatóan még gyengébbek lesznek.

Ez a helyzet annak ellenére, hogy az önálló megfigyelés, a kísérletezés, a gyakorlati példák használata a magyar természettudomány-oktatás hagyományaihoz tartozik. Tantervi deklarációk szintjén szinte mindig (a hetvenes-nyolcvanas évek tantervi reformjaiban és a Nemzeti alaptantervben egyaránt) megfogalmazódik az alkalmazás, a felhasználható, gyakorlatilag releváns tudás közvetítésének elvárása.

Alaposabb elemzésre lenne szükség annak kimutatásához, hol törik meg az alapvetően helyes szándék, miért nem lesz a deklarált tantervből megvalósult tanterv. Valószínűleg sok tényező együttes hatásáról van szó, és többek között a pozitív hagyományoknak is lehet szerepe a helyzet kialakulásában. A tankönyveket elemezve, az oktatási gyakorlatot megfigyelve ugyanis kiderül, hogy a természettudományok tankönyvei és tanárai az elitképzés legjobb hagyományait kívánják folytatni, amikor magas szintű tudományos tananyagot közvetítenek. Azokat a hagyományokat, amelyeknek a magyar természettudományos kutatások, a mérnökök és természettudósok (*Teller Ede, Puskás Tivadar, Szent-Györgyi Albert*) világhírűvé válása köszönhető. Az ellentmondás abban van, hogy az elitképzés módszerei nem alkalmazhatók problémamentesen a tömegoktatásra. Ha a tanárok és tanulók energiáját leköti a tananyag átadása, illetve elsajátítása, idő hiányában először a kísérletek, gyakorlatok, alkalmazási példák maradnak ki, aminek következtében sérül a megértés, a szemléletmód kialakításának, a felhasználhatóságnak a követelménye.

Ami a magyarországi tantervekben (a deklarált tantervben is, de még inkább a megvalósult tantervben) kevésbé kap hangsúlyt, az a laikusok, a nem természettudományi pályára készülőkhöz számára szükséges tudás közvetítésének a szempontja. A mindenkinek fontos, a mindennapokat átható, az általános tájékozottságot magában foglaló természettudományos műveltségnek pedig a jelentős természettudományos tények, fogalmak, elvek és elméletek tudása mellett egyik igen fontos eleme a releváns természettudományos tudás hétköznapi szituációkban való alkalmazásának képessége. Ez az, aminek a kialakításában iskoláink nem elég hatékonyak.

Ezek a problémák és ellentmondások indították el 1993–94-ben a pragmatikus természettudományos tudás mérésére irányuló vizsgálatainkat. Az első felmérések, amelyeket a hetedik és a tizenegyedik évfolyamokon végeztünk el, jelezték, hogy az alkalmazott természettudományi tudás tekintetében a tanulók négy év alatt nagyon keveset fejlődnek, holott ezekben az években óriási tömegű tananyagot sajátítanak. Az is kiderült továbbá, hogy az alkalmazás készségei igen szoros összefüggést mutatnak az inaktív gondolkodással. Ezért a mérőeszközünket továbbfejlesztettük és 1995-ben szerepeltettük abban a vizsgálatban, amelynek keretében az iskolában elsajátított tudás szerkezetét sokféle mérőeszköz (tantárgyi tudásszintmérő, az alkalmazást vizsgáló és a gondolkodás képességeit mérő tesztek) segítségével elemeztük. Ebben a felmérésben többek között azt találtuk, hogy az alkalmazható természettudományos tudáshoz viszonylag kis mértékben járul hozzá az iskolai oktatás. A legutóbbi IEA vizsgálat (TIMSS) eredményeinek megismerése után úgy döntöttünk, hogy a teszt felhasználásával felmérjük az országos helyzetet is, ezért azt 1999-ben bevontuk a Szegedi Tudományegyetem Pedagógiai Tanszékén működő MTA Képességkutató Csoport által országos reprezentatív mintán végzett felmérés-sorozatba.

### A felmérésben használt teszt

Az iskolában szerzett tudás tanulási kontextustól eltérő helyzetekben való működőképességének mérésére olyan, a hétköznapi életben viszonylag gyakran előforduló jelenség-

geket gyűjtöttünk össze, amelyekkel a vizsgált, 13 és 17 éves korosztály feltehetően rendszeresen találkozhat otthon, az utcán, és amelyek mögött az iskolában többször tanult törvényszerűségek érvényesülnek. Például:

- Miért savanyodik meg a tej tárolás során?
- Miért párásodnak be télen az ablakok?
- A kólásüveg kinyitásakor miért távozik a szén-dioxid?
- Hideg időben miért látszik a leheletünk?
- Mi az oka annak, hogy mély hóban síléccel nem süllyedünk el?
- Az iránytű miért áll be észak-déli irányba?
- Függőlegesen tartott papírra nem lehet golyóstollal írni. Miért?
- A vízforralásra használt edényeket (teafőzőt, kazánokat) rendszeresen savazák. Miért?

A kérdések megfogalmazásakor arra törekedtünk, hogy az adott jelenség leírása minél természetesebb legyen és minél távolabb álljon az iskolában megszokottól, illetve a tudományos terminológiától.

A teszt kérdései a vizsgált tartalmakat illetően, szemléletükben, stílusukban, a problémafelvetés módjában és formájában igen hasonlóak az '95-ös IEA vizsgálat nyílt végű feladataihoz, bár a mérőeszköz-fejlesztéskor azok még nem voltak ismertek. Ennek illusztrálására két példát mutatunk be. Az a) feladatok a '95-ös IEA mérésből, a b) feladatok pedig 'A természettudományos ismeretek gyakorlati alkalmazása' című tesztből valók.

#### *1. példa*

- a) Egy csésze forró teát hideg vízbe állítunk, egy másik csésze forró teát pedig az asztalon hagyunk. A vízbe állított tea gyorsabban hűl le, mint az, amelyiket az asztalon hagytuk. Mi ennek az oka?
- b) Annának és Istvánnak egyforma levesestáljajaik vannak, és mindkettőjük levese azonos hőmérsékletű. Anna egy fedőt rakott a levesestáljára. Szerinted melyikük levese marad hosszabb ideig forró? Indokold meg a választ!

#### *2. példa*

- a) Mikor melegünk van, a verejtékmirigyek működése következtében izzadunk. Hogyan hűti le testünket az izzadás?
- b) Írd le, hogy meleg napokon miért szomjazunk meg, és miért kell sokat innunk!

'A természettudományos ismeretek gyakorlati alkalmazása' teszt 35, kizárólag nyílt végű feladatot tartalmaz, amelyek megoldásakor a tanulóknak rövid tudományos magyarázatot kellett adniuk a feltett kérdésekre. A válaszokat háromfokú skálán értékeltük:

- 0 pontot kaptak azok a válaszok, amelyek teljes egészében hibásak voltak;
- 1 pontot értek azok a megoldások, amelyek nem voltak teljesek, de tartalmazták a helyes feleletek egyes elemeit;
- 2 ponttal a hibátlan, teljes válaszokat értékeltük.

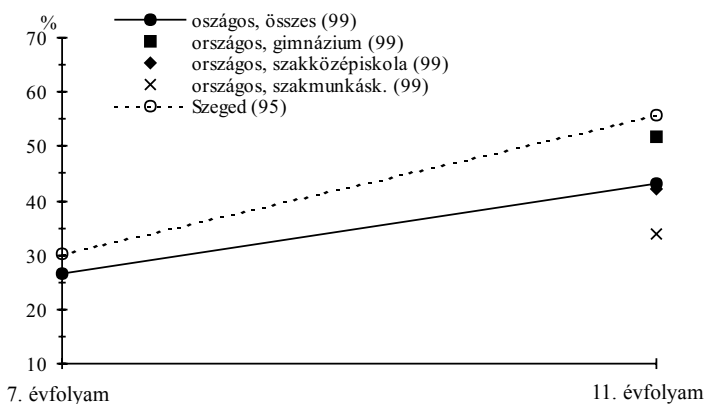
Az országos felmérés során a teszt reliabilitásmutatója, a Cronbach  $\alpha$  0,89. Az egyes itemek jól differenciálnak, az itemanalízis egyik esetében sem jelzett problémát.

Az iskolában megtanult természettudományos ismeretek gyakorlati alkalmazásának színvonalát 1999 tavaszán a 7. és a 11. évfolyamon vizsgáltuk. Általános iskolában a mintaválasztás alapját a települések nagysága képezte, amelyet a lélekszám jellemez. A 11. évfolyamon az adott régióban a középiskolába járó tanulók száma és egyes iskolatípusok közötti aránya szerint végzett felmérés során a vizsgálati minta kialakításához szükséges adatokat a KSH érvényes kimutatásai szolgáltatták. 'A természettudományos ismeretek gyakorlati alkalmazása' tesztet 1913 hetedik osztályos és 1570 tizenegyedik évfolyamos, 535 gimnáziumi, 585 szakközépiskolai és 450 szakmunkástanuló oldotta meg.

## A felmérés eredményei

### A tudás változása

Az országos mintán kapott teljesítményeket az egyszerűség kedvéért százalékpontban fejezve ki hetedik osztályban 26,6 százalékpont ( $s = 13,01$ ), a középiskola harmadik osztályában 43,2 százalékpont ( $s = 16,67$ ) volt az átlag. Ezen teljesítmények mindkét populációban alacsonyabbak a szegedi (hetedik osztályban 30,3 százalékpont,  $s = 15,2$ , a középiskola harmadik osztályában 55,7 százalékpont,  $s = 16,5$ ) kapott eredményeknél. (1. ábra)



1. ábra. A szegedi és az országos felmérésben vizsgált populációk teljesítményei

Hogyan értékelhetjük ezeket a teljesítményeket? Az egyik természetszerűen adódó értelmezési lehetőség az adatok önmagukban, az elérhető maximumhoz viszonyítása. Az adatokat a lehetséges 100 százalékos maximumhoz viszonyítva a teljesítmények igen alacsonynak tűnnek. Ez a viszonyítási rendszer azonban kissé önkényes, hiszen nem rendelkezünk olyan objektív szempontokkal, amelyek alapján a természettudományos tudás sokféleségéből reprezentatív módon ki lehet választani adott számú feladatot. Továbbá a feladatlapok a célnak megfelelően a természettudományos tudásnak egy aspektusát, sajátos kontextusban való működőképességét vizsgálták, vagyis a mérést nem szabad átfogó természettudományos tudásszintmérésként értelmezni. Tekintettel azonban a feladatok egyszerűségére és a tanórákon tanult tudományos ismeretekre, a kapott teljesítmények igencsak elgondolkodtatóak. Elmondhatjuk, hogy a gyerekek sok mindent nem tudnak, aminek ismeretét elvárhatnánk tőlük.

Az adatok értelmezésének másik lehetősége a két korcsoport eredményeinek összehasonlítása.

Felbontva a 11. évfolyamot a három jellemző képzési formára gimnáziumban 51,7 százalékpontos ( $s = 16,3$ ), szakközépiskolában 42,7 százalékpontos ( $s = 14,9$ ), szakmunkásképzőben 34,0 százalékpontos ( $s = 14,5$ ) teljesítményeket kapunk. Ez a növekedés minden csoportban szignifikáns a 7. évfolyamhoz képest, ami valószínűleg az iskolai évek alatt bekövetkező tanulás, de nem feltétlenül iskolai tanulás eredménye.

Mint az 1. ábra mutatja, ez a növekedés kisebb, mint az, amit a szegedi vizsgálat esetében tapasztalhatunk. Ez részben abból adódik, hogy a szegedi minta az országos felmérés egy részmintáját, nevezetesen a 35 ezer lakos feletti nagyvárost reprezentálja. Másrészt az 1995-ös Iskolai tudás vizsgálatban szakmunkástanulók nem vettek részt. A fejlődés-

görbének a 11. évfolyam teljesítményeit jelző végpontja tehát csak a négy évfolyamos középiskolásokét, a 17 éves populáció felső, legjobban képzett rétegét foglalja magában.

### *Az alkalmazott tudás tartalma*

A természettudományos oktatás sajátosságairól alkotott képünket részleteiben finomítja és tartalmi sajátágaiban jellemzi a teljesítmények itemenként alakulásának és a tanulók számára a legjobban, illetve a legkevésbé értelmezhető feladatoknak az elemzése. Ha az itemek százalékpontban kifejezett átlagait iskolatípusonként növekvő sorrendbe állítjuk (*1. táblázat*) és összevetjük a vizsgált populációk tíz legalacsonyabb, illetve legmagasabb százalékpontos teljesítményt mutató feladatait (szaggatott vonallal elkülönített itemek), nagy átfedést tapasztalunk. A leggyengébben és a legjobban megoldott tíz feladat között minden vizsgált populációban határozottan azonos item található. (Ezek azonosító címkéi az *1. táblázat*ban vastagon vannak szedve.)

A legkevésbé alkalmazható ismeretek minden populációban:

- a gáztörvény (**Patron** – Miért hül le a szifonpatron a szén-dioxid távozásakor?);
- a hőcsere (hőátadás, hővezetés) (**Tea hűtése** – Miért hül le gyorsabban a tea, ha vízbe állítjuk?; **Vákuum** – Miért jó hőszigetelő a vákuum?);
- a gázok oldódásának törvényszerűségei, feltételei (**Kóla** – A kólásüveg kinyitásakor miért távozik a szén-dioxid?);
- a különböző fázisok elegyedésének szabályai (**Lehelet** – Miért látható hideg időben a leheletünk?);
- a fehérjék hőérzékenysége (**Tej föle** – Mi az, ami kiválik a tej forralásakor?).

A forgalmazott jelentősebb természettudományos tankönyveket elemezve kiderül, hogy ezeknek a feladatoknak megoldásához szükséges törvények, szabályok, összefüggések több tantárgy tematikájában szerepelnek, de nem a feladatokban szereplő kontextusban. Például a gáztörvényeket tanítja a fizika, a kémia és a biológia tananyagban is előkerül a léggel kapcsolatban. A hőcsere jelenségeinek szemléltetése, elemzése különböző tudományos kísérletek, modellek, technológiai eljárások (pl. desztillálás, lepárlás) segítségével történik. Mint az *1. táblázat* adatai mutatják, az ilyen formában elsajátított ismereteket a 17 évesek többsége alacsony színvonalon képes csak alkalmazni gyakorlati szituációkban.

Megfontolandó, mi a haszna az olyan szaktudományos tudásnak, amelyik a leghétköznapibb helyzetekben csak gyengén működik. A minden populációban legkisebb átlagteljesítményt mutató feladatok pedig a mai ember életének állandó történéseihez kapcsolódnak. Szódát valószínűleg sokan készítenek, forró teát is mindenki akart már gyorsan ihatóvá tenni, a kólaivás pedig az ezredforduló étkezési szokásainak része. A környezetét felfedező, a világra rácsodálkozó kisgyermek egyik élménye a hideg időben láthatóvá váló lehelet. Hasonlóan, a korai tapasztalatok közé tartozik a felforralt tej fölösödése (a tejfehérjék hő hatására történő kicsapódása). Ráadásul ez olyan jelenség, amelyre a legtöbb ember emocionálisan viszolygással reagál, nem issza meg a tejet, amelyen földarabok úszkálnak.

Azt a korábbi feltevésünket, miszerint a két korcsoport közötti teljesítménynövekedés, vagyis az alkalmazható tudás jórészt nem iskolai tanulásból származik, igazolni látszik a legmagasabb százalékpontos teljesítményt mutató két feladat (**Köhögsés, Garázs**). Az ezek megoldásához szükséges ismeretek ugyanis direkt formában nem találhatók meg sem a tantervek előírásaiban, sem a leggyakrabban tanított tankönyvekben.

A legmagasabb százalékpontos teljesítményt minden populációban egy illemszabály (**Köhögsés** – Tüsszentéskor miért illik kezünket, illetve egy zsebkendőt az orrunk és a szánk elé tartani?) értelmezésekor kaptunk. A 7. évfolyamon különösen kiemelkedő 86,04 százalékpontos átlagteljesítmény azonban a szakmunkástanulóknál csökken és a gimnáziumokban is csak 5,46 százalékpontos növekedést mutat. Ez arra utal, hogy ennek

7. évfolyam		Szakmunkásképző isk.		11. évfolyam		Gimnázium	
Itemek	Átlag	Itemek	Átlag	Itemek	Átlag	Itemek	Átlag
<b>Tej főle</b>	4,31	<b>Tea hűtése</b>	8,00	<b>Tej főle</b>	11,88	<b>Patron</b>	18,60
<b>Kóla</b>	4,55	<b>Lehelet</b>	8,44	<b>Kóla</b>	13,42	<b>Kóla</b>	22,06
<b>Lehelet</b>	6,51	<b>Kóla</b>	11,78	<b>Patron</b>	14,02	<b>Tea hűtése</b>	23,46
<b>Patron</b>	6,74	<b>Tej főle</b>	11,89	<b>Lehelet</b>	15,13	<b>Tej főle</b>	24,21
Láz	7,32	<b>Vákuum</b>	12,22	<b>Tea hűtése</b>	15,73	Rőzse	24,30
Izomláz	7,74	Érzékelés	13,44	<b>Vákuum</b>	19,57	<b>Lehelet</b>	30,19
<b>Vákuum</b>	8,29	Izomláz	13,78	Rőzse	20,09	Nyomás	31,12
Érzékelés	9,10	<b>Patron</b>	14,22	Nyomás	22,22	Láz	36,73
Nyomás	9,91	Párásítás	15,44	Párásítás	26,58	Hógolyó	37,48
<b>Tea hűtése</b>	10,06	Láz	15,56	Hógolyó	29,91	<b>Vákuum</b>	38,79
Hógolyó	10,66	Nyomás	16,56	Izomláz	34,27	Tűzgyújtás	40,65
Rőzse	11,42	Rőzse	17,00	Sózott út	34,79	Párásítás	41,50
Kénsav	14,04	Hógolyó	18,89	Érzékelés	35,04	Homokos út	45,14
Párásítás	14,61	Kénsav	21,33	Láz	35,81	Kénsav	46,07
Síléc	22,95	Izzadás	26,56	Kénsav	36,07	Síléc	48,69
Tűzgyújtás	23,39	Sózott út	28,89	Tűzgyújtás	37,01	Érzékelés	49,53
Izzadás	23,78	Tűzgyújtás	29,11	Izzadás	38,21	Almatárolás	50,93
Almatárolás	25,33	Tej tárolása	29,67	Homokos út	38,29	Sózott út	54,30
Tej tárolása	29,87	Deszt. víz	36,44	Síléc	40,85	Izzadás	55,14
Zivatar	30,03	Síléc	37,00	Iránytű	45,90	Elem	55,42
Sózott út	30,50	Almatárolás	39,11	Almatárolás	46,92	Iránytű	56,45
Tinta	31,26	Tinta	39,11	Tej tárolása	47,01	Tej tárolása	57,29
Homokos út	31,34	Homokos út	39,56	Tinta	52,14	Desztillált víz	59,07
Elem	35,44	Iránytű	39,67	Olajozás	52,22	Zivatar	59,63
Robbanás	36,33	Zivatar	44,00	Párásodás	54,96	Tinta	60,19
Olajozás	38,84	Párásodás	45,33	Deszt. víz	55,13	Olajozás	61,96
Iránytű	38,97	<b>Ózon</b>	46,33	Elem	56,84	Párásodás	62,99
Párásodás	39,05	Elem	49,78	Zivatar	56,92	Robbanás	63,74
Deszt. víz	39,10	Olajozás	51,22	<b>Ózon</b>	59,57	<b>Ózon</b>	70,65
<b>Vízkő</b>	40,70	<b>Meleg lev.</b>	52,22	<b>Meleg lev.</b>	66,84	<b>Ózon</b>	70,65
<b>Meleg lev.</b>	48,98	<b>Vízkő</b>	64,00	Robbanás	69,23	Izomláz	71,59
<b>Ózon</b>	49,35	<b>Korrózió</b>	65,89	<b>Vízkő</b>	71,45	<b>Vízkő</b>	75,51
<b>Korrózió</b>	52,77	Robbanás	69,78	<b>Garázs</b>	75,04	<b>Meleg levegő</b>	79,63
<b>Garázs</b>	53,19	<b>Garázs</b>	72,00	<b>Korrózió</b>	75,98	<b>Korrózió</b>	80,28
<b>Köhögés</b>	86,04	<b>Köhögés</b>	84,67	<b>Köhögés</b>	88,97	<b>Garázs</b>	83,08
						<b>Köhögés</b>	91,50

1. táblázat. Az itemek százalékpontban kifejezett átlagai iskolatípusonként növekvő sorrendben (A szaggatott vonal a tíz leggyengébb és legjobb teljesítményt mutató itemeket különíti el.)

a társas érintkezésben fontos szabálynak a viszonylag korai szokássá alakítása, szinte feltételes reflexszé fejlesztése együtt jár az okok bevéésével. Ehhez a tudáshoz az iskola csak keveset tesz hozzá annak ellenére, hogy a biológia és az osztályfőnöki órák témái egyaránt alkalmat adnának erre.

Hasonlóan inkább iskolán kívüli tapasztalatokból származhatnak azok az ismeretek, amelyek alapján a zárt garázsban járatott motor veszélyessége magyarázható. Az autózás veszélyei kapcsán legfeljebb néhány, a biztonságos közlekedést szolgáló műszaki feltétellel (például a gumiabroncsok felszíne és a tapadási súrlódás kapcsolata), illetve az ólomtartalmú és rossz hatásfokkal elégetett üzemanyag környezetszennyező hatásai fordulnak elő néhány témakörben. – A kémiantarók a szén oxidjainak tárgyalásakor általában felhívják a figyelmet a kipufogógáz szén-monoxid tartalmára. – A garázsban járó motor veszélyessége azonban legtöbbször csak balesetek, öngyilkosságok révén kerül az érdeklődés középpontjába. A második legmagasabb százalékpontos teljesítményt részben az indokolja, hogy a személyes tragédiákról szóló hírek érzelmi hatásainak köszönhetően bevéésődnek a hosszútávú memóriába.

Valószínű, hogy az ózonréteg sérülésének veszélyeivel kapcsolatos tudás jelentős része is inkább iskolán kívüli forrásból származik. Bár a természettudományos oktatás ma már külön figyelmet fordít a környezetvédelmi nevelésre, a kapott válaszok arra utalnak, hogy a tanulók ismereteinek forrása jórészt a média. A különböző kozmetikai cégek, gyógyszergyárak ugyanis gyakran a laikusok előtt tudományosnak tűnő szlogenekkel hirdetik termékeiket (például dezodorokat, UV-szűrős hajfestékeket, krémeket, napozószereket). Ugyancsak a reklámoknak (például Cillit) köszönhetően a háztartási eszközökre rakódott vízkőréteg eltávolítására használható termékek újságok hasábjaira, óriásplakátokra és a tv képernyőjére kerülve indirekt módon gyarapítják sokak tudását e „szürke” háziasszonyi tevékenységgel kapcsolatosan.

Adataink alapján azt mondhatjuk, hogy azoknak a feladatoknak a legmagasabb a százalékpontos teljesítménye, amelyek megoldásához szükséges ismeretekhez a mindennapos egyéni tapasztalatok (ide sorolva a média információit) is jelentősen hozzájárulhatnak.

### *A teljesítmények összefüggései*

Az alkalmazható tudás közvetítése, a tanítás hatékonysága szempontjából lényeges kérdés, hogy milyen tényezők hatnak az iskolában tanult ismeretek transzferálhatóságára. Évtizedek óta folyik a vita az egyén által megszerzhető tudást befolyásoló tényezőkről. A személyes adottságok, a családi háttér, a környezet, az iskola meghatározó szerepét, lehetőségeit illetően igen sok, esetenként egyoldalú elképzelés született. Az empirikus kutatások szerint általában sok tényező együttes hatása érvényesül. Természetesen nem vállalkozhattunk a teljes folyamat, az ismeret és a képesség jellegű tudás, továbbá az úgynevezett szocioökonómiai tényezők bonyolult kapcsolatrendszerének átfogó elemzésére. Vizsgálatunk csupán a részterületek adatainak értékelését teszi lehetővé.

A természettudományos ismeretek gyakorlati alkalmazása és az osztályzatok közötti viszonyt illetően korábbi vizsgálatokból már ismert, hogy az iskolai (tanárok által adott) érdemjegyek és a külső értékelők által mért teljesítmények között gyenge a kapcsolat. Ez az összefüggés még akkor is viszonylag alacsony, ha az értékelés alapja megegyezik, azaz mind az osztályzatok, mind a külső vizsgálat ugyanazt az iskolai tudást mérik. Esetünkben az összefüggések még kisebbek, mivel nem közvetlenül az elsajátított tudásra, hanem annak alkalmazására voltunk kíváncsiak. Az osztályzatok és az ismeretek gyakorlati alkalmazása teszt eredményeinek kapcsolatát elemezve nem túl magas, de szignifikáns korrelációs együtthatókat kaptunk. (2. táblázat) Ezek középiskolában alacsonyabbak, mint általános iskolában. Szakközépiskolás és szakmunkás tanulók esetében pedig még lazábbak az összefüggések. Ez valószínűleg azzal függ össze, hogy a természettudományos ismeretek közvetítése ezekben az iskolatípusokban speciális, a szakiránynak megfelelő formában folyik. Az általános iskolaihoz hasonló átfogó természettudományos oktatás a gimnáziumokra jellemző. Meglepő módon a történelem jegy korrelációs együtthatói hasonlóak a természettudományos tárgyakéhoz, a matematika jegyéi (és a korábbi szegedi mérésben a matematika tudásszintmérő és a matematikai megértés teszt) pedig a viszonylag magasabb értékek közé tartoznak. Ez pedig arra utal, hogy bár a matematika a tanított ismeretek szempontjából irreleváns, az ismeretek alkalmazásakor olyan képességek is működnek, amelyek a matematikában sikeres tanulók sajátjai. Az adatok alapján azt mondhatjuk, hogy azok a tanulók, akik szélesebb körű gyakorlati tudással rendelkeznek, nem tudják azt az iskolában elismertetni, így az nem tükröződik az osztályzataikban sem. Ez, megerősítve a korábbi tapasztalatokat, ismételten azt jelzi, hogy az osztályzatokkal jellemzett iskolai teljesítmények alapján nem jósolható meg az iskolában szerzett tudás gyakorlati relevanciája, alkalmazhatóságának színvonala.

A természettudományos ismeretek gyakorlati alkalmazása és az induktív gondolkodás fejlettségének viszonyával kapcsolatban korábbi összefüggés-vizsgálatok igazolták, hogy a tudástranszfer szempontjából a releváns ismeretek mellett meghatározó szerepet

Változók	Általános iskola 7. évfolyam	Gimnázium 11. évfolyam
Biológia jegy	0,35**	0,18*
Fizika jegy	0,34**	0,23*
Kémia jegy	0,41**	0,25*
Matematika jegy	0,42**	0,26*
Történelem jegy	0,36**	0,25*

2. táblázat. Természettudományos ismeretek gyakorlati alkalmazása teszt és az osztályzatok összefüggései (\*\* $p < 0,01$  szinten szignifikáns, \*  $p < 0,05$  szinten szignifikáns)

játszik a gondolkodási képességek fejlettsége. Hiába birtokoljuk ugyanis a megoldáshoz szükséges ismereteket, ha nem rendelkezünk azokkal a képességekkel, amelyek a mentális folyamatok működéséhez szükségesek. Egy egyszerű hasonlattal élve azt is mondhatnánk, hogy az ismeret az alapanyag, amiből a különböző gondolkodási képességek sokszor bonyolult alkalmazása révén készül el a termék, a megértett, kiérlelt tudás, a kompetencia.

Adataink szerint azok a tanulók, akik az induktív gondolkodás teszten jobban teljesítettek, jobban tudják alkalmazni ismereteiket, illetve eredményesebben sajátítják el az alkalmazott ismereteket. Mint az a 3. táblázatból kiderül, az összefüggések az általános iskola, gimnázium, szakközépiskola és szakmunkásképzők irányába haladva egyre lazábbak.

Iskolatípus	
Általános iskola	0,44*
Gimnázium	0,44*
Szakközépiskola	0,34*
Szakmunkásképző iskola	0,24*

3. táblázat. Természettudományos ismeretek gyakorlati alkalmazása teszt és az induktív gondolkodás összefüggései (\*  $p < 0,05$  szinten szignifikáns)

A jelenség részben azzal magyarázható, hogy „Az ismeretek gyakorlati alkalmazása” teszt nem koherens tudást mér. Másrészt a különböző típusú középiskolák tartalmilag és mélységében eltérő természettudományos ismereteket közvetítenek, továbbá az induktív gondolkodás színvonalában a tanulók közötti különbségek a gimnáziumtól a szakközépiskolán keresztül a szakmunkásképző irányában csökkennek.

### Következtetések

Vizsgálatunk más elemzésekkel összhangban jelzi, hogy miközben „kis tudósokat” nevelünk és a diákolimpiákon mindig sikeresen szerepelnek a magyar versenyzők, addig a fiataljaink többsége számára az iskola által közvetített természettudományos ismeretek igen gyengén alkalmazható tudást jelentenek.

Adataink szerint az elméleti, iskolai és a pragmatikus tudás között gyenge a kapcsolat. Ez összhangban van a kognitív pszichológia ma már általánosan elfogadott felfogásával, miszerint a tartalomhoz kötött tudás csak viszonylag szűk, ismerős környezetben használható, csak korlátozottan transzferálható. Tévedés tehát azt hinni, hogy a magas szintű elméleti tudás önmagában a tudás alkalmazását is maga után vonja.

Adataink is egyértelműen azt mutatják, hogy az iskolában szerzett ismeretek hétköznapi szituációkban történő felismerése és alkalmazása összefügg az induktív gondolko-



dás fejlettségével. A környezetünk jelenségeinek, az érvényesülő törvényszerűségeknek az értelmezése, az elvek, törvények mindenki által ismert megnyilvánulásainak, sokféle érvényesülésének bemutatása a különböző gondolkodási sémák, kombinációk megismerésével igen jó lehetőséget ad az induktív gondolkodás fejlesztésére. A körülöttünk levő jelenségek és dolgok működésének megértése elemző, gondolkodó személyiség kialakulását, a tudás transzferálhatóságát eredményezi.

Ha azt akarjuk, hogy diákjaink eredményesebben tudják alkalmazni természettudományos ismereteiket, akkor ennek mint oktatási célnak érvényt kell szerezni. Az idő sürget, hiszen a középiskolai oktatás mind nagyobb tömegeket érint és egyre több az olyan fiatal, aki nem kíván felsőfokú intézményben és természettudományos pályán továbbtanulni. Nekik pedig nem arra az elméleti, tudomány szempontú tudásra van szükségük, amit ma középiskoláink nyújtanak. Míg a magyar természettudományos oktatás ragaszkodik az elmúlt évtizedek „akadémikus” szemléletéhez, diszciplináris tárgyalási módjához, addig sok országban az elméleti tudással szemben felértékelődött a pragmatikus, a többség számára a hétköznapiakban is hasznos tudás.

Mivel a természettudományok tanításának pozíciói világszerte gyengülnek, a tanításra fordított idő csökken, nincs könnyű dolgunk, ha az iskola eredményességét az ismeretek transzformálhatósága terén javítani kívánjuk, de az elméletigényes természettudományos oktatásról sem akarunk lemondani. A probléma megoldását a természettudományos oktatás szemlélet- és módszerváltása jelenti, amelyben a hangsúly az ismeretátadásról a képességfejlesztésre helyeződik, amely nagyobb figyelmet fordít az absztrakt és a konkrét szint összekapcsolására, amely az elméletet gyakorlati, a tanuló számára mindennapos, lehetőleg minél több jelenséggel vezet be, valahogy úgy, mint egykor Öveges professzor tette a fizikatanításban.

A probléma megoldásának másik fontos feltétele: az értékelési rendszer átforgalmazása. A mai iskolai értékrendben ugyanis nem jelennek meg a tudás fontos összetevői, ami a tehetséges tanulók egy részét eltávolítja a tanulás világától.

Ma még reménykedhetünk abban, hogy a várhatóan a közeljövőben megjelenő kerettervek nemcsak megfogalmazzák az alkalmazás, a felhasználható, gyakorlatilag releváns tudás közvetítésének elvárását, de az elsajátításra kijelölt tartalmak mennyisége és tagolása lehetővé is teszi ezen oktatási célok megvalósítását.

## Irodalom

- BEATON, A. E. – MARTIN, M. O. – MULLIS, I. V. S. – GONZALEZ, E. J. – SMITH, T. A. – KELLY, D. L.: *Science Achievement in the Middle School Years: IEA's Third International Mathematics and Science Study*. Center for the Study of Testing, Evaluation, and Educational Policy, Boston College, Boston, 1996.
- B. NÉMETH Mária: *A természettudományos ismeretek gyakorlati alkalmazása*. In: CSAPÓ Benő (szerk.): *Az iskolai tudás*. Osiris Kiadó, Bp, 1998.
- CSAPÓ Benő és B. NÉMETH Mária: *A természettudományos ismeretek alkalmazása: mit tudnak tanulóink az általános és a középiskola végén?* Új Pedagógiai Szemle, 1995/8. sz. 3–11. old.
- CSAPÓ Benő: *Az induktív gondolkodás fejlődése*. Magyar Pedagógia, 1994/1–2. sz. 53–80. old.
- CSAPÓ Benő (szerk.): *Az iskolai tudás*. Osiris Kiadó, Bp, 1998.
- CSAPÓ Benő: *A tudás minősége*. Educatio, 1999/3. sz. 473–487. old.
- HALÁSZ Gábor – LANNERT Judit: *Jelentés a Magyar közoktatásról*. Országos Közoktatási Intézet, Bp, 1998.
- KLOPFER, L. E.: *Scientific literacy*. In: LEWY, A. (szerk.): *The international encyclopedia of curriculum*. Pergamon Press, Oxford, 1991. 947–948. old.
- NAHALKA István: *Válságban a magyar természettudományos nevelés*. Új Pedagógiai Szemle, 1999/5. sz. 3–22. old.
- VÁRI Péter: *Természettudomány. A Monitor '93 felmérés eredményei*. Új Pedagógiai Szemle, 1994/7–8. sz. 121–124. old.
- VÁRI Péter: *A tanulók tudásának változása*. Monitor '97. Országos Közoktatási Intézet, Bp, 1999.