

3.

A természettudományos tudás nemzetközi és hazai vizsgálata

B. Németh Mária

MTA-SZTE Képességfejlődés Kutatócsoport

Korom Erzsébet

Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Intézet

Nagy Lászlóné

Szegedi Tudományegyetem Biológiai Szakmódszertani Csoport

A magyar tanulók természettudományos tudásáról több mint négy évtizedre visszatekintve rendelkezünk hazai és nemzetközi kontextusban végzett felmérések, kutatási programok eredményeivel. A tudásszintmérő vizsgálatok a 20. század második felére fokozatosan beépültek a pedagógiai kultúrába, az eredmények visszahatottak a tantervekre és az oktatási gyakorlatra. Az oktatás hatékonyságának vizsgálata az első mérések óta eltelt négy évtizedben sokat változott. A természettudományos tudás mérésének jellegét, a mért területeket és tartalmakat a természettudományos nevelés aktuális céljai, trendjei és azok változásai határozzák meg. A fejezet először felvázolja a természettudományos tudás- és műveltségmérések elméleti kereteinek alakulását az 1960-as évektől napjainkig. Ezt követi a felmérések két nagy irányvonalának, az (1) alapvetően tudománycentrikus, tantervekhez kapcsolódó tudásszintmérések, valamint a (2) természettudományos műveltséget és kompetenciát mérő vizsgálatok áttekintése a (3.1. táblázat). A fejezet zárószakasza összegzi és értékeli az eddigi természettudományos felmérések eredményeit, és megfogalmaz néhány következtetést. A felmérések metodikájának és eredményeinek összefoglalása a mérési be-

számolók alapján történik. A rendelkezésre álló keretek nem teszik lehetővé a vizsgálatok átfogó összefüggés-elemzéseinek bemutatását, ezek a hivatkozott szakirodalomban elérhetők.

3.1. táblázat. A bemutatott természettudományos vizsgálatok

Vizsgálat tárgya	Szervezés	Vizsgálatok	Időpont	Vizsgált korcsoport
Tantervi tudás	IEA	FISS (First International Science Study)	1970/71	4., 8. és középiskola záró évfolyam
		SISS (Second International Science Study)	1983/84	4., 8. és középiskola záró évfolyam
		TIMSS (Third International Mathematics and Science Study)	1994/95	3., 4., 7., 8. és középiskola záró évfolyam
		TIMSS-R (Third International Mathematics and Science Study Repeat)	1999	8. évfolyam
		TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study)	2003	4., 8. évfolyam
		TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study)	2007	8. évfolyam
	CAEP	IAEP (International Assessment of Education Progress)	1990/91	9. és 13. évfolyam
	Hazai	TOF-80	1980	8. évfolyam
		Tantárgy-pedagógiai vizsgálatok	1979–1982	6. évfolyam
		Monitor-vizsgálatok	1986–1999	3–12. évfolyam
Országos, területi és kutatási célú vizsgálatok		1980-tól	1–12. évfolyam	
Műveltség és kompetencia	OECD	PISA (Program for International Student Assessment)	2003, 2006, 2009	15 évesek

Rövidítések: IEA: International Association for the Evaluation of Education Achievement
 CAEP: Center for the Assessment of Educational Progress
 OECD: Organization for Economic Cooperation and Development

Természettudományos tudás- és műveltségmérések elméleti keretei

A mai értelemben vett természettudományos oktatás kiépülése és a műveltségfelfogás első paradigmaváltása mintegy kétszáz éve következett be (Comber és Keeves, 1973). A 19. század második felében az ipari társadalmakban a klasszikus-humanisztikus műveltségkép kiegészült a természettudományos tudás elemeivel. A 20. század közepétől a természettudományok oktatása kiemelt szerepet kapott, hangsúlyai azóta – elsősorban a tudomány és a technika fejlődésének köszönhetően – folyamatosan változnak.

A 20. század közepén és második felében uralkodott, de ma is fellelhető az a felfogás, amely a természettudományok oktatásának feladatát az akadémikus tudással rendelkező egyének nevelésében, a tudományos megismerést, gondolkodásmódot elősegítő kutatási módszerek átadásában, a tanulói kísérletek preferálásában látja. A tapasztalatok azt mutatják, hogy a természettudományi diszciplínákra felépített tantervek, a szaktudományok rendszerét, logikáját leképező tantárgyi szerkezet, a didaktikai módszerek és eszközök csupán a természettudományok iránt érdeklődő, természettudományokkal kapcsolatos pályára készülő fiatalok körében hatékonyak.

A diszciplínaalapú tanítás problémáinak, a skolasztikus és a pragmatikus tudásfelfogás ellentmondásainak feloldására a hetvenes évektől számos inter-, illetve multidiszciplináris tanterv és program készült, amelyek főként az Egyesült Államokban és a fejlődő világban terjedtek el (Nahalka, 1993; Smith és Karr-Kidwell, 2000). Ez a megközelítés abból indul ki, hogy a valóság jelenségei egységes rendszert alkotnak, így a természettudományos nevelésben sem indokolt a tananyagnak az egyes szaktudományokat lefedő tantárgyakra tagolása.

A tudományterületeket átfogó szemléletet érvényesítő tanterveknek/programoknak nincs egységes elméleti keretrendszere, a szakirodalom sokféle modellt vonultat fel (Jacobs, 1989). A multidiszciplináris tanterveknek a tananyag szervezésének vezérelve szerint két típusa különíthető el. Az egyik, *integrált*¹ néven ismertté vált megközelítés a természettudományok logikáját követve, az egyes tudományágak közös fogalmaira és módszereire alapozva építi fel a tan-

¹ A szakirodalomban hasonló megközelítések, alternatívák is előfordulnak, például interdisziplináris (*interdisciplinary*), együttműködő (*synergistic*) és tematikus (*thematic*) tanítás/tanterv stb. (Lake, 1994).

terveit. Az integrált tanterv a tantárgyi határok felszámolásával törekszik a közvetített tudás tartalmi és módszertani egységbe foglalására, a képességek fejlesztésére, a tananyag életszerűvé tételére, a tanulók motiválására (B. Németh, 2008a; Chrappán, 1998; Drake, 2000; Dressel, 1958; Felvégi, 2006; Fogarty, 1991; Fogarty és Stoehr, 1995; Lake, 1994). A másik irányvonalat a társadalmi elvárásokból kiinduló, a természettudományokat más tudományterületekkel – például szociológiával, matematikával stb. – integráló komplex STS (Science Technology Society – Tudomány Technika Társadalom) programok képviselik. E tantervek célja az ember, a természet, a technika és a társadalom összefüggéseinek bemutatása, a természettudományos diszciplínák releváns technikai, társadalmi környezetbe ágyazott közvetítése (Aikenhead, 1994; Brunkhorst és Yager, 1986; B. Németh, 2008a).

Magyarországon a természettudományok oktatása elsősorban a tudományterületeket leképező tantárgyi keretekben folyik, szemléletében, technikájában főleg a tradicionális, diszciplínaalapú, akadémikus szemlélet érvényesül. A hivatalos dokumentumokban ugyan jelen van az interdiszciplináris szemléletmód, a tartalmi és fogalmi integráció elvárása, a tantárgyi integrációt formálisan az alsóbb évfolyamok környezet-, illetve természetismeret tantárgya képviseli. A tudomány és a technika eredményeinek alkalmazását, azok társadalmi jelentőségét és hatásait hangsúlyozó STS-megközelítés nem jellemző, csupán néhány, a természettudományos nevelés egy-egy jelenségével, problémájával foglalkozó tanulmány említi (Báthory, 1999; Csapó, 1999, 2004; Csorba, 2003; Havas, 1999; Nahalka, 1993; Szabó, 1998).

Tantervi tudásszintmérések

A nemzetközi és hazai természettudományos felmérések többsége – különösen a hetvenes és nyolcvanas években – az iskolai oktatás tantárgyi követelményeihez kapcsolódó tantervi tudásszintmérés volt. A mérések metodikája követte a tudás tartalmának és a képességek szerepének átértelmezését.

Magyarországon a rendszeres tudásmérés 1969-ben az IEA (*International Association for the Evaluation of Education Achievement*) társaságba való belépésünkkel kezdődött. Az eltelt negyven évben hat IEA és egy, a CAEP (*Center for the Assessment of Educational Progress*) által szervezett nemzetközi összehasonlító vizsgálatban vettünk részt (3.1. táblázat). A nemzetközi mérések hatására a nyolcvanas években Magyarországon is megkezdődött a hazai szer-

vezésű felmérések előkészítése. Az első hazai kutatás a TOF-80 volt, melyet az 1986-tól 1999-ig tartó Monitor-felmérések (teljesítménykövető vizsgálatok) követték. A hetvenes évek közepétől fokozatosan elterjedtek a tantervi reformok hatásait elemző tantárgy-pedagógiai vizsgálatok. Az 1980-as évek végén pedig megjelentek a diagnosztikus célú országos és az egy-egy megyére korlátozódó tudásszintmérések. A 20. század végén az iskolában megszerezhető természettudományos tudás minőségének, alkalmazhatóságának és a fogalomrendszer fejlődésének a vizsgálatára is sor került.

Az IEA természettudományos felmérései

Az 1950-es évek végén az IEA-t és később a társaság által koordinált vizsgálatokat a modern tantervek és módszerek iránti igény, továbbá az alkalmazott eszközök, módszerek „jóságának”, a tantervi követelmények megvalósulásának kérdése hívta életre. Céljuk annak vizsgálata volt, hogy mi valósult meg a hivatalos tantervek elvárásaiból (Mulis és mtsai., 2005; Olsen, Lie és Turmo, 2001).

A célok és a módszerek az elmúlt évtizedekben részleteikben változtak. Az Első Nemzetközi Természettudományos Felmérés (*First International Science Study – FISS*) és a Harmadik Nemzetközi Matematikai és Természettudományos Felmérés (*Third International Mathematics and Science Study – TIMSS*) tantárgy-pedagógiai célokat szolgált, a tantárgyi követelmények és a tanulói teljesítmények kapcsolatát elemezte. A Második Természettudományos Felmérés (*Second International Science Study – SISS*) „tipikusan »világtanterv«-felmérés” volt. A Harmadik Megismételt Nemzetközi Matematikai és Természettudományos Felmérés (*TIMSS Repeat – TIMSS-R*), továbbá a 2003-as és 2007-es TIMSS²-felmérések már az ezredforduló kognitív szemléletű, trendanalízist végző vizsgálatainak generációjához tartoznak (Csapó, 2002a; Báthory, 2003).

2 A TIMSS 2003 óta a TIMSS betűszó a *Trends in International Mathematics and Science Study* (Trendek a Nemzetközi Matematika és Természettudományos Vizsgálatban) elnevezés rövidítése.

Az IEA vizsgálatokban mért tartalmak és műveletek

Az IEA-felmérések kiindulási és viszonyítási alapja a részt vevő országok deklarált tanterve (*intended curriculum*). Mivel azok valamilyen szinten a természettudományok hagyományosan értelmezett felépítését, logikáját követik, az IEA projektjei a természettudományos tantárgyak alapelveihez, struktúrájához kapcsolódó alapismereteket, fogalmakat és tantárgyspecifikus gondolkodási képességeket mérnek.

Az IEA-vizsgálatok elméleti háttérét a részt vevő országok tantervei, valamint a helyi szakértők által megjelölt témaköröket tartalmazó kézikönyvek elemzésével készült nemzetközi tantervpanel adja. A fő tartalmi egységeket valamennyi vizsgálatban négy diszciplína – a biológia/élettudomány, a földtudomány és a két anyagtudomány, a kémia, illetve a fizika –, az alkategóriákat azok „világtantervben” szereplő témái (tények, fogalmak, elvek és törvények) alkotják (Báthory, 2003, 6. o.). A tartalmi dimenzió fő- és alegységei, illetve azok arányai az évek során alig változtak, összességében a biológia (vagy élettudomány) és a fizika túlsúlya figyelhető meg.

Jelentősebb változás az egymást követő IEA-vizsgálatok kognitív (műveleti) dimenziójában ment végbe. Az első két vizsgálat a Bloom-taxonómia (Bloom, 1956) kognitív aktivitásra kidolgozott kategóriáit (ismeret, megértés, alkalmazás és magasabb rendű műveletek) használta. A FISS-ben a megértés, a SISS-ben az alkalmazás szerepelt a legnagyobb súllyal, a magasabb rendű értelmi műveletek csekély mértékben voltak jelen, vagy hiányoztak a tesztek feladataiból. (Ennek oka a korszak tanulásfelfogásában keresendő, amikor a tanulást az ismeretek elsajátításaként értelmezték.)

A kognitív szemléletmód elterjedésével a tudásfelfogásban végbement paradigmaváltás az IEA-vizsgálatokban csak viszonylag későn és akkor sem számottevően jelentkezett. Az ismeretközpontúság a kilencvenes évek közepétől végzett TIMSS-felmérésekre is jellemző maradt. Az 1995-ös és az 1999-es TIMSS öt tevékenységkategóriát, kognitív műveleti szintet különített el: az (1) egyszerű, illetve (2) összetett információk megértését; az (3) elméletalkotást, elemzést és problémamegoldást; az (4) eszközök használatát, a tudományos eljárásokat, valamint a (5) természeti jelenségek vizsgálatát. Mindkét mérésben jelen volt a tudományos kutatásra, vizsgálatásra vonatkozó tudás mérése, de az ismeretszintű, egyszerűbb gondolkodási műveleteket (az egyszerű és az összetett információk megértését) vizsgáló feladatok dominanciája (70%) volt a jellemző.

A 2003-as és 2007-es felmérésekben a kognitív dimenziót három, súlyukban közel azonos, más-más megnevezésű, de hasonlóan értelmezett műveleti szint alkotja. A TIMSS 2003-as és 2007-es felmérésekben jelentősen csökkent az ismeretszintű tudást mérő itemek száma (a korábbi 69-70% helyett 30%), hangsúlyosabbak lettek az alkalmazás és az érvelés területei. A korábbi felmérésekhez képest új elemként jelent meg az PISA-programban is vizsgált, a természettudományok jellemzőinek, a természettudomány, a matematika és a technika kölcsönhatásainak ismerete. Vizsgálták a hipotézisek felállításához, a vizsgálatok tervezéséhez, az adatok bemutatásához, elemzéséhez és értelmezéséhez, valamint a következtetések és magyarázatok megfogalmazásához, igazolásához szükséges készségeket és képességeket (Mullis és mtsai., 2001, 2005). E területek súlya azonban a TIMSS-felmérésekben vizsgált összes gondolkodási művelethez képest nem jelentős (Olsen, 2005).

A PISA révén közismertté vált természettudományi műveltségfogalom az 1995-ös TIMSS végzős középiskolásokat (III. populáció) vizsgáló projektjében is jelen van, értelmezése azonban nem azonos a PISA-éval. A két program megközelítése és a koncepciója ugyanis alapvetően eltérő. Az IEA szakértőinek definíciója szerint a természettudományos műveltség a tudományok olyan szintű megértése, amely képessé teszi a tanulót arra, hogy ismeretei alkalmazásával megoldja a mindennapi feladatait (Beaton és mtsai., 1996; Hsingchi és Schmidt, 2001). E koncepció a tanultak életszerű helyzetekben való használhatóságát három komponensre bontja: (1) különböző diszciplínák³ általános alapismereteire, (2) a matematikai, a természet- és műszaki tudományok területén való érvelésre (*reasoning*), valamint (3) a természettudomány és a technika társadalmi hatásaira, a matematika, a természettudomány és a technika társadalmi hasznosságára (*social utility*). Ez utóbbi elem magában foglalja a természet, a technika és a társadalom viszonyának ismeretét, a környezeti, társadalmi és gazdasági rendszerek összefüggéseire vonatkozó tudás vizsgálatát (Beaton és mtsai., 1996; Orpwood és Garden, 1998, 10–11. o.). Az 1995-ös TIMSS-ben tehát az egyes tudományterületekre fókuszáló tudáselemek mellett felfedezhetők a modern természettudományos nevelés komplex STS-programjai által képviselt, a PISA-projekteknek is elméleti háttérrel szolgáltató tudásfelfogás elemei. Az első PISA-vizsgálatot mintegy fél

3 Földtudomány (*Earth science*), a humánbiológia (*Human biology*), más élettudományok (*Other life science*), energia (*Energy*) és más anyagtudományok (*Other physical science*).

évtizeddel megelőző első TIMSS-felmérésben azonban ez az RSU-dimenzió (*Reasoning and Social Utility* – Következtetés és Társadalmi Hasznosság) súlya igen csekély. Egyrészt azért, mert az itemek mindössze 15,8%-a (76 itemből 12 item) mérte ezt a kategóriát (Beaton és mtsai., 1996; Adams és Gonzalez, 1996), másrészt, mivel az STS akkoriban még viszonylag kevés ország tantervében szerepelt, csak néhány ország vállalta a részvételt ebben a műveltségprojektben (Orpwood, 2001).

Valamennyi IEA-vizsgálat – már a FISS is (Báthory, 1979; Comber és Keeves, 1973) – kritériumként jelöli meg a tanultak, az iskolában elsajátított tudás új szituációkban való használatát. A közzétett feladatokból⁴ kiderül, hogy ez elsősorban a tanulási szituációktól eltérő, főként tudományos kontextusban történő alkalmazást jelent. Az iskolában tanultak életszerű helyzetekben történő használatának mérése ugyan jelen van a TIMSS-vizsgálatokban, de az akadémikus szemlélet a meghatározó (Beaton és mtsai., 1996; Hsingchi és Schmidt, 2001).

Az IEA-vizsgálatok mintái

Az IEA-projektek – az 1999-es TIMSS kivételével – a közoktatást átfogó keresztmetszeti vizsgálatok. A felmérések mintavétele évfolyam alapú, a részmintához csak hozzávetőlegesen rendelhető hozzá az életkor. Az IEA-vizsgálatokban az átlagosan 10 és 14 éves tanulók vesznek részt. Az első három mérési program (FISS, SISS; TIMSS 1995) a középiskola záró évfolyamára is kiterjedt. A három keresztmetszeti részmintát a kézikönyvek különbözőképpen azonosítják. A legfiatalabbat az átlagos életkor megadásával I. populációnak vagy 4. évfolyamnak, a következőt II. populációnak vagy 8. évfolyamnak nevezik. A harmadik életkori csoportot, a középiskola záró évfolyamát legtöbbször csak mint III. populációt jelölik, mivel az országoként más-más, 10., 11. vagy éppen 12. évfolyamnak felel meg. A különféle elemzésekben előfordul a 10 és a 14 évesek megjelölés is. A FISS- és a SISS-felmérések kézikönyvei leggyakrabban az I., II. és III. populáció, a TIMSS-vizsgálatok kiadványai pedig a 4. és 8. évfolyam megjelölést használják. Az eredmények közlésénél mindhárom megnevezés előfordul.

Az IEA vizsgályaiban a részt vevő országok száma és összetétele mérésről mérésre változott, így Magyarország pozíciója a rangsorban erősen füg-

⁴ Elérhető a www.timss.bc.edu honlapon.

gött attól is, hogy mely országok vettek részt az aktuális felmérésben. A résztvevők száma 2007-re több mint kétszeresére nőtt (4. évfolyamon 17-ről 43-ra, 8. évfolyamon 18-ról 53-ra). A III. populációban eddig lebonyolított három felmérés a másik két populációhoz képest jóval kisebb volumenű volt, kevesebb ország és tanuló vett benne részt. Magyarország ott volt valamennyi IEA-vizsgálat minden populációját érintő mérésben. Az eredmények értelmezésekor érdemes szem előtt tartani, hogy a TIMSS-felmérésekben sok harmadik világbeli ország van jelen, míg több fejlett ország nem vesz részt bennük.

Az Első és Második Természettudományi Vizsgálat (FISS és SISS) eredményei Magyarországon

Az első két természettudományi IEA-felmérésben az összesített teljesítmény-átlagokat vizsgálva megállapítható, hogy Magyarország mindkét alkalommal, mindhárom korcsoportban a részt vevő országok élmezőnyében végzett. A hetvenes és nyolcvanas évek elején az I. populáció (4. évfolyam) gyengébben teljesített, mint a II. (3.2. táblázat). A III. populáció – a SISS-vizsgálat kémiai eredményeit kivéve – a rangsor első felében található.

3.2. táblázat. Magyarország helye a részt vevő országok rangsorában az első két IEA-vizsgálatban (Comber és Keeves, 1973; Keeves, 1992b)

Évfolyam		Vizsgálat	
		FISS 1970–71	SISS 1983–84
4. (I. populáció)		5.	6. (4–7)
8. (II. populáció)		2.	1. (1–2)
Középiskola záró évfolyam (III. populáció)	Biológia	5.	4. (4–9)
	Kémia	5.	8. (6–12)
	Fizika	6.	4. (2–6)

Az eredmények mindkét felmérésben azt mutatják, hogy a teljesítmények az általános iskolában javulnak (3.3., 3.4., 3.5. táblázat), a láncfeladatok a 4. és a 8. évfolyamok között viszonylag jelentős teljesítménynövekedést jeleznek (Keeves, 1992a, 1992b). Ezt a FISS esetében *Báthory* (1979) részben annak tulajdonítja, hogy a tantervi megfelelés a 8. évfolyamon jóval nagyobb (75%), mint a negyedik esetében (37,5%).

3.3. táblázat. Magyarország eredményei nyerspontokban az Első Természettudományi Vizsgálatban (FISS)

Dimenzió	Kategóriák	4. évfolyam		8. évfolyam		12. évfolyam	
		Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás
Tartalmi	Biológia	6,1	3,0	8,3	3,0	8,5	2,9
	Kémia	1,4	1,1	5,9	3,8	5,0	2,8
	Földtudomány	4,6	2,5	–	–	–	–
	Fizika	4,7	3,5	10,4	4,8	6,2	3,8
Kognitív	Ismeret	5,2	2,5	9,7	2,9	4,1	1,6
	Megértés	6,1	3,3	7,4	4,6	9,7	4,3
	Alkalmazás	3,9	2,4	5,4	2,7	5,5	2,5
	Analízis, szintézis	1,6	1,8	2,2	2,3	1,0	1,3
<i>Teljes teszt</i>		<i>16,7</i>	<i>8,0</i>	<i>29,1</i>	<i>12,7</i>	<i>23,0</i>	<i>9,6</i>

3.4. táblázat. Magyarország eredményei százalékpontokban a Második Természettudományi Vizsgálat (SISS) 4. és 8. évfolyamain

Dimenzió	Kategóriák	4. évfolyam		8. évfolyam	
		Átlag	Szórás	Átlag	Szórás
Tartalmi	Biológia	64,3	18,4	69,1	17,0
	Kémia	68,6	28,2	68,0	23,6
	Fizika	55,3	20,3	71,9	18,7
	Földtudomány	66,1	22,4	76,2	16,3
Kognitív	Ismeret	60,6	17,1	71,4	16,9
	Megértés	63,2	20,5	67,9	19,1
	Alkalmazás	61,6	20,3	72,2	16,6
<i>Teljes teszt</i>		<i>61,7</i>	<i>16,3</i>	<i>70,7</i>	<i>15,1</i>

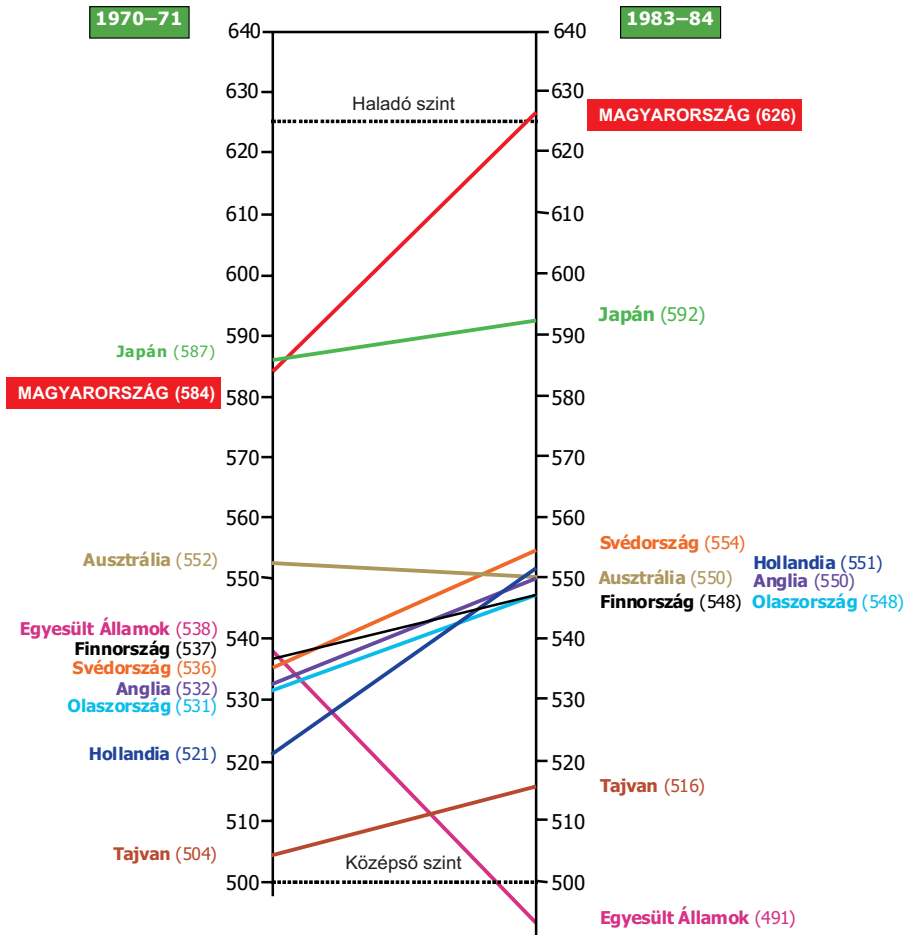
3.5. táblázat. Magyarország eredményei százalékpontokban a Második Természettudományi Vizsgálat (SISS) III. populációjában

Kognitív dimenzió	III. populáció (12. évfolyam)					
	Biológia		Kémia		Fizika	
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás
Ismeret	67,4	14,7	51,7	19,8	54,6	19,5
Megértés	64,0	16,1	57,3	20,5	61,4	17,7
Alkalmazás	66,0	15,4	50,0	17,7	73,6	16,2
<i>Teljes teszt</i>	<i>65,6</i>	<i>12,3</i>	<i>53,4</i>	<i>16,7</i>	<i>62,7</i>	<i>15,3</i>

A mért tartalmi kategóriák teljesítményei a három populációban változóan alakultak (3.3., 3.4. és 3.5. táblázat). A négy diszciplína teljesítményeinek egymáshoz való viszonya Magyarországon mérésenként a populációkon belül változik. (A természettudományok oktatásának egyik erőssége Skóciában a kémia, Hollandiában a fizika). Az Első Természettudományi Felmérésben (FISS) a nyolcadikosok biológiatelesítménye a természettudományok szinte minden területén kiugró teljesítményt nyújtó japánokét is megelőzte (*Báthory*, 1979, 201. o.; *Comber és Keeves*, 1973), és mindhárom életkori mintában a kémiaeredmények voltak a leggyengébbek. A Második Természettudományi Vizsgálatban (SISS) a negyedikesek kémiából, a nyolcadikosok földrajzból érték el a legjobb eredményt. A SISS-ben a nyolcadikosok egyenletesen jól teljesítettek mind a négy tudományterületen (3.4. táblázat).

A kognitív dimenzió szintjeinek eredményeiből sem rajzolódik ki egységes tendencia (3.3., 3.4., 3.5. táblázat). A tartalmi kategóriákhoz hasonlóan a két egymást követő vizsgálatban az egyes évfolyamoknak más-más szint okozott gondot. Például az Első Természettudományi Vizsgálatban (FISS) tanulóink mindhárom évfolyamon az alkalmazás és az analízis, szintézis szinteken teljesítettek a leggyengébben (3.3. táblázat). A Második Természettudományi Vizsgálatban (SISS) a negyedikeseknek az ismeret-, a nyolcadikosoknak a megértésszintű feladatok megoldása okozott gondot (3.4. táblázat). A végzős középiskolások esetében a három diszciplínán belül is más-más a három kognitív dimenzió nehézségi sorrendje (3.5. táblázat). A feladatonkénti elemzés jelezte, hogy a legnagyobb nehézséget a gyakorlati, a kísérletezéssel kapcsolatos elméleti tudást vizsgáló feladatok megoldása okozta. A nemzetközi vizsgálatokban később is tapasztalt tendenciától eltérően, a 8. évfolyamos tanulóink a SISS-ben közel azonos eredményt értek el a kognitív dimenzió mindhárom szintjén, az alkalmazás szinten is a nemzetközi átlag felett teljesítettek (3.4. táblázat).

Az első két vizsgálat (FISS és SISS) eredményeinek összehasonlítása – az Egyesült Államok kivételével az országok többségében – mind a 4., mind a 8. évfolyamon határozott teljesítménynövekedést mutat. A korrigált adatok alapján a fejlődés mértéke a 4. évfolyamon Finnországban és Magyarországon (48 pont), a 8. évfolyamon Magyarországon (42 pont) volt a legnagyobb (3.1. ábra). A 8. évfolyamon a legkisebb mértékű növekedést a SISS országrangsorában a hazánkat követő (de Magyarországtól szignifikánsan nem különböző), a FISS-ben Magyarországot megelőző Japán esetében mérték (5 pont). A teljesítmények szembeötlő javulását az elemzők a részt vevő országok természettudományos oktatásában végbement változásoknak tulajdonították (*Keeves*, 1992b, 9. és 15. o.).



3.1. ábra. A II. populáció (14 évesek) teljesítményének változása 1970-71 és 1983-84 között (Keeves, 1992b, 15. o. alapján)

A TIMSS-vizsgálatok tapasztalatai

A 3.6. táblázat a magyar tanulók standard skálán megadott eredményeit mutatja. A táblázat adatai az adott projekt teljesítményskálája alapján számított értékek, ezért a különböző populációkat (4. és 8. évfolyamok) nem lehet összehasonlítani.

3.6. táblázat. Magyarország standard skálán megadott eredményei a TIMSS természettudományi vizsgálataiban (Beaton és mtsai., 1996; Martin és mtsai., 1997, 2000, 2001, 2004, 2008; Mullis és mtsai., 1998)

Mérési pontok	I. populáció		II. populáció		III. populáció
	3. évfolyam	4. évfolyam	7. évfolyam	8. évfolyam	12. évfolyam
1995	464 (4,1)	532 (3,4)	518 (3,2)▲	554 (2,8)▲	471 (3,0)▼
1999	–	–	–	552 (3,7)▲	–
2003	–	530 (3,0)▲	–	543 (2,8)▲	–
2007	–	536 (3,3)▲	–	539 (2,9)▲	–

Megjegyzés: (standard hiba): ▼: a nemzetközi átlagnál szignifikánsan alacsonyabb
▲: a nemzetközi átlagnál szignifikánsan magasabb

Az elemzések szerint 1995-ben a legfiatalabb mintában a magyar tanulók átlaga nem különbözött szignifikánsan a nemzetközi átlagtól, a 3. és a 4. évfolyamok közötti teljesítménykülönbség nagyságát tekintve a nemzetek rangsorában Norvégia (80 pont) és Izland (69 pont) után Magyarország (68 pont) volt a harmadik (Martin és mtsai., 1997). Az utóbbi két felmérésben a negyedikesek a nemzetközi átlag felett teljesítettek. 2007-ben szignifikánsan jobb eredményt csak a távol-keleti országok (Korea, Japán, Tajvan és Hongkong) értek el (Martin és mtsai., 2008). Mint az a 3.6. táblázatból kiderül, a nyolcadikosok mind a négy TIMSS-vizsgálatban a nemzetközi átlagot meghaladó teljesítményt nyújtottak.

A TIMSS-felmérések egyik legnegatívabb magyar vonatkozású eredményét a III. populáció 1995-ös vizsgálata hozta. Ez kimutatta, hogy a közoktatásból kilépő magyar 10. osztályos szakmunkástanulók, továbbá a 12. osztályos gimnáziumi és szakközépiskolai tanulók tudása nemzetközi összehasonlításban gyenge, a nemzetközi átlag alatti. Magyarországnál gyengébben csak Ciprus és a Dél-afrikai Köztársaság szerepelt. Az 1995-ös TIMSS egyik tanulsága az volt, hogy eszköztudásban jelentős a lemaradásunk. Ezen a területen egyébként valamennyi kelet-európai ország gyengébben teljesített, mint más részteszteken.

A TIMSS-vizsgálatokban elért eredmények nemzetközi kontextusba helyezésének másik lehetősége a részt vevő országok rangsorának elemzése. A mérések által átfogott 12 évben a résztvevők rangsora átrendeződött. A legjobban teljesítők között azonban valamennyi TIMSS-felmérésben ott van Korea, Japán, Tajvan és Hongkong. Magyarország a 3. és 4. évfolyamokon 1995-ben a 26 ország rangsorában a 10–18. helyek egyikét foglalta el,

2003-ban és 2007-ben a résztvevők sorrendjének első negyedében található (3.7. táblázat). A 7. és 8. évfolyamok rangsora a fiatalabb mintához hasonló képet mutat. Az élvonalban itt is Japán és Korea szerepel. Magyarország 1995-ben a rangsor első harmadának végén található, nyolc, teljesítményében szignifikánsan nem különböző országgal együtt. 1999-ben Magyarország ismét a legjobbak között, a harmadik helyen található, de teljesítménye nem különbözött szignifikánsan nyolc másik résztvevőétől. A két legutóbbi felmérésben tanulóink mért tudása az 5–10. helyek egyikét jelentette. Míg hazánk a két fiatalabb minta esetében általában a nemzetközi mezőny első felében végzett, a III. populációban a résztvevők rangsorának utolsó harmadában található (3.7. táblázat).

3.7. táblázat. Magyarország helye a részt vevő országok rangsorában a TIMSS természettudományi vizsgáldataiban (Beaton és mtsai., 1996; Martin és mtsai., 1997, 2000, 2001, 2004, 2008; Mullis és mtsai., 1998)

Mérési pontok	I. populáció		II. populáció		III. populáció
	3. évfolyam	4. évfolyam	7. évfolyam	8. évfolyam	12. évfolyam
1995	17. (14–18.)	15. (10–17.)	9. (5–14.)	9. (5–15.)	18. (13–19.)
1999	–	–	–	3. (1–9.)	–
2003	–	7. (5–10.)	–	8. (5–10.)	–
2007	–	9. (5–11.)	–	6. (5–10.)	–

Mivel a TIMSS-felmérésekben a részt vevő országok összetétele nem ugyanaz, a ranghelyek egy-egy ország teljesítményét csak az adott mérési ponton jellemzik, csökkenésük nem feltétlenül jelent fejlődést. Ezért a változás jellemzéséhez a négy TIMSS-vizsgálat eredményeit közös skálára konvertálták, és kiszámították az egyes mérési pontok közötti különbségeket. Az elemzések szerint a magyar negyedikesek teljesítménye a vizsgálatok eddigi 12 éve alatt szignifikánsan javult, csak Szingapúr (63 pont), Lettország (65 pont), Irán (55 pont), Szlovénia (54 pont) és Hongkong (46 pont) előz meg bennünket. Az adatok alapján a fejlődés 1995 és 2003 között ment végbe, a 28 pontos változás szignifikánsan magasabb volt, mint a nemzetközi átlag, az utóbbi négy év hatpontos teljesítménynövekedése a statisztikai hibahatáron belül van (3.8. táblázat).

3.8. táblázat. A magyar tanulók teljesítményeinek változása a TIMSS természettudományi vizsgálataiban (Martin és mtsai., 2001, 2004, 2008)

Évfolyam	Mérési pontok					
	1995–1999	1995–2003	1999–2003	2003–2007	1999–2007	1995–2007
4.	–	22 (4,4) ↑	–	6 (4,5)	–	28 (4,5) ▲
8.	16 (4,9)	6 (4,2)	–10 (4,7) ↓	2 (4,2)	–13 (4,8) ▼	–4 (4,0)

Megjegyzés: (standard hiba)

a 2003-as átlag szignifikánsan alacsonyabb: ↓ szignifikánsan magasabb: ↑

a 2007-as átlag szignifikánsan alacsonyabb: ▼ szignifikánsan magasabb: ▲

A nyolcadik évfolyamon a TIMSS-vizsgálatok nemzetközi szinten a tanulók mért természettudományos felkészültségének 1995 és 2007 közötti csökkenését diagnosztizálták. A nemzetközi tendenciával szemben jelentős javulás Litvániában (55 pont), Szlovéniában (24 pont) és Hongkongban mutatkozott. A nemzetközi élmezőnybe tartozó Szingapúrban, Japánban és Tajvanon nem volt szignifikáns változás. 1995 és 1999 között az összes részt vevő ország átlagos teljesítményében nem volt szignifikáns változás, a magyar nyolcadikosok ellenben 1999-ben szignifikánsan jobb eredményt értek el, mint négy évvel korábban. A 2003-as felmérésben azonban már szignifikáns csökkenés mutatkozott. A TIMSS 2003 és 2007 teljesítményének különbsége a statisztikai hibahatáron belül volt. Az adatokat elemző kutatók a mért tudásban kimutatott, 12 év alatt végbement változásokat részben a Kelet-Európában lezajlott társadalmi, gazdasági átalakulásoknak az oktatási rendszerekre gyakorolt kedvezőtlen hatásainak tulajdonítják (Martin és mtsai., 2004, 2008).

A TIMSS-felmérések négyéves mérési ciklusa lehetőséget kínál a legfiatalabb populáció tudásának követésére, a négy évvel későbbi negyedikesekével és nyolcadikosokéval való összehasonlítására. 17 olyan ország van, amely valamennyi vizsgálat negyedikes és nyolcadikos mérésében részt vett. Mivel a teljesítményszintek a két populációban és az egymást követő TIMSS-vizsgálatokban nem azonosak, felállították a résztvevők relatív sorrendjét. Ebben a rangsorban az országok helyét az átlagteljesítményüknek az 500 pontos nemzetközi átlagtól való távolsága jelölte ki. A relatív rangsor néhány ország (pl. Szingapúr, Japán, Korea) esetében 1999-ben és 2007-ben nem mutat változást. Vannak országok, ahol 1995 és 1999 között nem volt, 2003 és 2007 között pedig jelentős javulás volt. Szlovéniában például a relatív rangsor nyolcpontos növekedést jelez a 2003-as és a 2007-es

mérés 4. évfolyamán, és 28 pontosat a negyedikesek 2003-as és a nyolcadikosok 2007-es eredményeiben.

Ebben az elemzési keretben a magyar nyolcadikosok eredménye 1995 és 1999 között 10 pontos javulást mutat, a 4. évfolyamhoz képest 1995-ben 6, 1999-ben 22 ponttal teljesítettek jobban. A relatív ranghelyek elemzése 2003 és 2007 között az élvonal országai (Szingapúr, Tajvan, Japán) és Magyarország esetében nem mutat lényeges változást. Magyarország a negyedikesek 2003-as relatív rangsorában 7., a 2003-as nyolcadikosokéban 5., a 2007-es nyolcadikos rangsorban a 8. helyen állt (Martin és mtsai., 2000, 2001, 2008).

A teljesítményszintek alakulása a TIMSS-felmérésekben

A TIMSS-vizsgálatokban az eredmények értelmezéséhez, a változások követéséhez a tanulókat a feladatok tartalmi és kognitív paraméterei, valamint megoldottsága alapján négy – kezdő (400 pont), átlagos (475 pont), emelt (550 pont) és haladó (625 pont) – teljesítményszintbe sorolták (a szintek részletes leírását lásd Balázs és mtsai., 2008; Martin és mtsai., 2008). A haladó és az alapvető tudással sem rendelkező tanulócsoportok aránya megmutatja, hogy mekkora az adott oktatási rendszerben a kiváló természettudományos tudású és a leszakadó (kezdő szint alatti) réteg aránya.

A teljesítményszintek elemzéséből kiderül például, hogy a távol-keleti országokban kiugróan magas a haladó szintű és a leszakadó tanulók aránya. Szingapúrban például Magyarországhoz képest 2003-ban és 2007-ben mind a 4., mind a 8. évfolyamon csaknem háromszor, Tajvanon pedig majdnem kétszer több tanuló teljesített a haladó szinten. A kezdő szint (400 pont) alatti tanulók száma ugyanezen országokban fele volt a magyarországinak.

A magyar tanulók teljesítményszintek szerinti megoszlása a nemzetközi átlaghoz hasonló. Az adatok szerint 1995 és 2003 között a haladó szintet (625 pontot) elérők száma a 4. évfolyamon nemzetközi átlagban szignifikánsan csökkent, Magyarországon viszont nőtt, nemzetközi átlagban több, Magyarországon kevesebb tanuló teljesítménye maradt a kezdő szint (400 pont) alatt. A haladó szintet 1995-ben a magyar tanulók 7, 2003-ban 10, 2007-ben 13%-a érte el. A legalacsonyabb szint alatt teljesítő negyedikesek aránya 1995 és 2003 között 10%-ról 6%-ra csökkent. A következő négy évben Magyarországon mind a haladó szintű (625 pont), mind a kezdő szint (400 pont) alatti tanulók számának változása a statisztikai hibahatáron belül maradt. A 2007-ben 625 pontot elérő (13%) és a 400 pont alatti, lesza-

adó tanulók (7%) aránya megfelel a nemzetközi átlagnak (*Martin és mtsai.*, 2004, 2008). A 8. évfolyamon a TIMSS-felmérések 12 éve alatt Magyarországon ugyanúgy, mint a rangsorban előttünk álló Japánban és Angliában, szignifikáns változás tapasztalható a haladó teljesítményű (625 pontot elérő) tanulók arányában. A leszakadó réteg nagysága a 2007-es rangsorban a Magyarországot megelőző országokban nőtt, nálunk nem változott (*Martin és mtsai.*, 2004, 2008).

A TIMSS által vizsgált tartalmi kategóriák eredményei

Mivel a TIMSS-mérések a tantervi követelmények megvalósulásának eredményességét vizsgálják, a tudásmérő tesztek feladatai a részt vevő országok többségében tanított természettudományi tartalmakat mérik. A tartalmi kategóriák standard skálái vizsgálatonként különbözőek, ezért azok közvetlenül nem hasonlíthatók össze, csupán a nemzetközi átlaggal való összevetésre és az országgrangsorok elemzésére van lehetőség.

Az eredmények tartalmi területekre bontásakor valamennyi területen egyenletesen jó teljesítményt Szingapúr mutat, a rangsor élén álló ázsiai országokban a természettudományok oktatásának erőssége a fizikatanítás. A magyar eredmények a TIMSS-vizsgálatokban változóan alakultak, és az első két (FISS, SISS) felméréshez hasonló képet mutatnak. Az adatokból kirajzolódó tendencia szerint tanulóink a magyar tantervekben kiemelt területeken elért eredményei megfelelnek a nemzetközi átlagnak, de több mérési ponton a világ élvonalába tartoznak. Az adatok alapján megállapítható, hogy a negyedikesek nemzetközi rangsorban elfoglalt helye biológiából (élettudományokból) a legjobb és földtudományokból a legrosszabb. 1995-ben a harmadikosok valamennyi mért tudományterületen, a negyedikesek pedig az élet- és anyagtudományokban a nemzetközi átlag szintjén teljesítettek. A negyedikesek földtudományból a nemzetközi átlagnál jobb eredményt értek el, a magyar természettudományi tantervekben és oktatási gyakorlatban viszonylag kevés figyelmet kapó területen, a „Környezeti erőforrások és a tudomány természete” kategóriában azonban az alatt maradtak (3.8. táblázat). A két legutóbbi felmérésben az I. populáció teljesítménye minden tartalmi területen szignifikánsan jobb volt, mint a nemzetközi átlag (3.9. és 3.10. táblázat; *Martin és mtsai.*, 1997, 2004, 2008).

3.9. táblázat. A vizsgált tartalmi kategóriák átlagai százalékpontban az 1995-ös TIMSS természettudományi felmérésének I. populációjában

A mért tartalmi kategóriák	3. évfolyam		4. évfolyam	
	Nemzetközi átlag	Magyar átlag	Nemzetközi átlag	Magyar átlag
Földtudomány	49 (0,2)	47 (0,9)	57 (0,1)	62 (0,7)▲
Élettudomány	55 (0,2)	55 (0,8)	64 (0,1)	66 (0,6) *
Anyagtudományok	48 (0,2)	48 (0,9)	57 (0,2)	59 (0,8) *
Környezeti erőforrások és a tudomány természete	40 (0,2)	39 (1,0)	51 (0,2)	50 (0,9)▼
<i>Teljes teszt átlaga</i>	<i>50 (0,2)</i>	<i>50 (0,8)</i>	<i>59 (0,1)</i>	<i>62 (0,6) *</i>

Megjegyzés: (standard hiba) ▲: nemzetközi átlag felett; ▼: nemzetközi átlag alatt *: nincs szignifikáns különbség

3.10. táblázat. Magyarország standard skálán kifejezett átlagai és ranghelyei a vizsgált tartalmi kategóriákban az I. populációban

A mért tartalmi kategóriák	Átlag		Ranghely	
	TIMSS 2003	TIMSS 2007	TIMSS 2003	TIMSS 2007
Földtudomány	526 (3,7)▲	517 (3,5)▲	9. (9–13.)	20. (10–22.)
Élettudomány	536 (2,5)▲	548 (2,8)▲	5. (3–8.)	3. (8–6.)
Anyagtudományok	526 (2,7)▲	529 (3,3)▲	9. (6–10.)	10. (8–14.)
<i>Teljes teszt</i>	<i>530 (3,0)▲</i>	<i>536 (3,3)▲</i>	<i>7. (5–10.)</i>	<i>9. (5–11.)</i>

Megjegyzés: (standard hiba) ▲: nemzetközi átlag felett; ▼: nemzetközi átlag alatt

A nyolcadikosok a TIMSS-vizsgálatokban egyenletes teljesítményt mutattak. Nemzetközi átlagnál gyengébb eredmények 1995-ben a „Környezeti erőforrások és a tudomány természete”, illetve a nemzetközi átlagnak megfelelő eredmények 1999-ben a „Környezettudomány” területeken születtek. 1999-ben Magyarország a résztvevők rangsorában földtudományból az első, kémiából a 2., fizikából az 5. és élettudományból a 6. helyen állt. Az elemzések szerint a 8. évfolyamos tanulóink teljesítménye 1999-ben javult fizikából és kémiából, 2003-ban földtudományból jobb volt, mint 1995-ben (3.11., 3.12. és 3.13. táblázat, *Beaton* és *mtsai.*, 1996; *Martin* és *mtsai.*, 2000, 2001, 2004, 2008; *Papp*, 2001).

3.11. táblázat. A vizsgált tartalmi kategóriák százalékpontban kifejezett átlagai az 1995-ös TIMSS természettudományi felmérésének II. populációjában (Beaton és mtsai., 1996)

A mért tartalmi kategóriák	7. évfolyam		8. évfolyam	
	Nemzetközi átlag	Magyar átlag	Nemzetközi átlag	Magyar átlag
Kémia	43 (0,1)	54 (0,8) *	51 (0,2)	60 (0,8) *
Földtudomány	50 (0,1)	54 (0,7) *	55 (0,1)	60 (0,8) *
Fizika	50 (0,1)	54 (0,6) *	55 (0,1)	60 (0,6) *
Élettudomány	53 (0,1)	61 (0,7)▲	59 (0,1)	65 (0,7)▲
Környezeti erőforrások és a tudomány természete	47 (0,2)	48 (1,0)▼	53 (0,2)	53 (0,8)▼
<i>Teljes teszt átlaga</i>	<i>50 (0,1)</i>	<i>56 (0,6)▲</i>	<i>56 (0,1)</i>	<i>61 (0,6)▲</i>

Megjegyzés: (standard hiba) ▲: nemzetközi átlag felett; ▼: nemzetközi átlag alatt *: nincs szignifikáns különbség

3.12. táblázat. A vizsgált tartalmi kategóriák standard skálán kifejezett átlagai az 1999-es, 2003-as és 2007-es TIMSS természettudományi felmérésének II. populációjában (Martin és mtsai., 2000, 2001, 2004, 2008)

A mért tartalmi kategóriák	TIMSS 1999	TIMSS 2003	TIMSS 2007
Kémia	548 (4,7)▲	560 (3,1)▲	536 (3,5)▲
Fizika	543 (4,6)▲	536 (2,7)▲	541 (3,2)▲
Élettudomány / Biológia	535 (4,6)▲	536 (2,7)▲	534 (2,7)▲
Földtudomány	560 (3,9)▲	537 (3,1)▲	531 (2,9)▲
A tudományos vizsgálat és a tudomány természete	526 (5,9)▲	–	–
Környezettudomány	501 (6,6) *	528 (2,9)▲	–
<i>Teljes teszt</i>	<i>552 (3,7)▲</i>	<i>543 (2,8)▲</i>	<i>539 (2,9)▲</i>

Megjegyzés: (standard hiba) ▲: nemzetközi átlag felett; ▼: nemzetközi átlag alatt *: nincs szignifikáns különbség

3.13. táblázat. Magyarország ranghelyei a vizsgált tartalmi kategóriákban a II. populációban (Martin és mtsai., 2000, 2001, 2004, 2008)

A mért tartalmi kategóriák	Ranghely		
	TIMSS 1999	TIMSS 2003	TIMSS 2007
Kémia	2. (1–6.)	3.	5. (4–9.)
Fizika	4. (2–13.)	9. (6–9.)	6. (5–7.)
Élettudomány / Biológia	5. (1–18.)	9. (7–11.)	6. (5–12.)
Földtudomány	1.	7. (5–12.)	8. (3–11.)
A tudományos vizsgálat és a tudomány természete	12. (1–17.)	–	–
Környezettudomány	19. (4–25.)	11. (9–13.)	–
Teljes teszt	3. (1–9.)	8. (5–10.)	6. (5–10.)

A második IAEP-felmérés hazai eredményei

A kilencvenes évek elején Magyarország részt vett az amerikai *Educational Testing Service* (ETS) nemzetközi felméréseket is szervező, a *Center for the Assessment of Educational Progress* (CAEP) által, az amerikai monitorvizsgálatok (*National Assessment of Education Progress* – NAEP) mintájára szervezett második *International Assessment of Education Progress* (IAEP)⁵ vizsgálatban. Az 1990–91-ben lebonyolított második projekt célja a nemzetközi felmérésekben jól szereplő országok oktatáspolitikájának, oktatási gyakorlatának megismerése és a tapasztalatok hasznosítása volt. A második IAEP-vizsgálat olyan tényezőket kívánt feltárni, amelyek segíthetnek megmagyarázni a jó és a gyenge teljesítményeket.

A projekt a 9 és 13 éves tanulók matematikai és természettudományos tudását vizsgálta. Amellett, hogy feltárta az országok közötti különbségeket, háttéradatokat gyűjtött a tanulók családi hátteréről, az osztálytermi környezetről és a részt vevő országok iskolarendszeréről. A célok között szerepelt az egyes országok tanterveinek elemzése, a részt vevő országokban tanított, az adott korosztály számára releváns témák és készségek vizsgálatán túl azok tantervi súlyának és tanítási időpontjának elemzése is (*Lapointe, Askew és Mead, 1992*).

5 Az első IAEP-vizsgálat 1988-ban zajlott hat ország (Kanada, Írország, Korea, Spanyolország, Egyesült Királyság, USA) részvételével. A felmérés a 13 éves tanulók matematikai és természettudományos tudását vizsgálta.

A második IAEP-vizsgálatba húsz ország kapcsolódott be.⁶ A felmérésben 170 ezer, köztük 1607 kilenc és 1623 tizenhárom éves magyar tanuló vett részt.

Az IAEP koncepcióját tekintve a nemzetközi vizsgálatok közül a korai IEA-felmérésekhez hasonlít leginkább, tantárgyi tudást mért szaktudományos, diszciplináris tudásfelfogásában. Mérési keretrendszerét ugyanúgy, mint az IEA vizsgálataiban, a részt vevő országok tantervi és mérési szakértőinek konszenzust kereső együttműködése alakította ki a nemzeti tantervi követelményekre alapozva. Az IAEP mégsem tekinthető „világtanterv”-mérésnek, a mérőeszközök ugyanis nem igazodtak teljes mértékben a részt vevő országok tanterveire. Az országonkénti eredmények interpretálásakor figyelembe kell venni, hogy a nemzeti tanterv témái közül melyek hiányoztak az IAEP-mérésből (*Lapointe, Askew és Mead, 1992*).

A vizsgálat értékelési keretrendszerének kialakításához a nemzeti tantervek mellett különböző NAEP-mérési kereteket (*framework*) is használtak. Az itemek felét a NAEP méréseiből választották ki úgy, hogy azok illeszkedjenek a közreműködők tanterveire. A másik felét az egyes országok mérési programjaiból javasolt, a NAEP értékelési követelményeinek megfelelő feladatok adták. A mérés mindkét életkorban kb. 70 itemmel történt. A két életkori minta eredményeinek összehasonlíthatóságához minden tantárgyi területen közös blokkokat alakítottak ki, amelyeket mindkét életkorban felvettek. Egy tanuló vagy a matematika, vagy a természettudomány *booklet*et oldotta meg.

A mért tudáselemek paraméterezése két dimenzió mentén történt (3.14. táblázat). A tartalmi kategóriák elnevezésükben és arányaikban a pár évvel később lebonyolított TIMSS 1995-re emlékeztetnek. A tematikus egységekben a természettudományos diszciplínák, az élet-, az anyag-, a Föld és világegyetem mellett a tudomány jellemzői téma kapott helyet. A kognitív dimenzió a 2003-as és 2007-es TIMSS-hez hasonlóan három, az *ismeret*⁷, az *alkalmazás*⁸ és az *integrálás*⁹ szintekre tagolt.

6 Brazília, Kanada, Kína, Anglia, Franciaország, Magyarország, Írország, Izrael, Olaszország, Jordánia, Korea, Mozambik, Portugália, Skócia, Szlovénia, Szovjetunió, Spanyolország, Svájc, Tajvan, USA.

7 Tények, fogalmak, alapelvek ismerete.

8 A ténytudás használata, alapvető természettudományos tények és alapelvek alkalmazása egyszerű, egy-két lépésben megoldható feladatokban.

9 Az ismeretek és készségek együttes használata komplexebb problémák megoldásában.

3.14. táblázat. A második IAEP-ben mért dimenziók és arányaik a két korcsoportban

Dimenzió	Kategóriák	Arányok (%)	
		9 évesek	13 évesek
Tartalmi	Élettudományok	40	30
	Anyagtudományok	29	39
	Föld és világegyetem	17	14
	A tudományok jellemzői	14	17
Kognitív	Ismeretek (<i>knows</i>)	45	40
	Alkalmazások (<i>uses</i>)	35	35
	Integrálás, egységbe rendezés (<i>integrates</i>)	20	25

A 9 évesek eredményei

A 9 éves magyar tanulók összteljesítménye 62,5 százalékpont volt, ami nem különbözött szignifikánsan az IAEP-átlagtól (62,1 százalékpont). Az országok közül legjobban Korea, Tajvan és az Egyesült Államok teljesítettek (65–68 százalékpont), hazánk az országok rangsorában az ötödik helyet foglalta el. (A nemzetközi átlag szintjén teljesített Kanada, Szovjetunió, Spanyolország, Izrael, Anglia, Skócia.)

A tartalmi területek szintek szerinti bontásában (3.15. táblázat) a négy tudományterület közül a legjobb eredmények a föld- és az űrtudományokban, a leggyengébbek az anyagtudományokban születtek. A műveleti szinteket tekintve tanulóink az ismeret szintű kérdéseknél kevéssel a nemzetközi átlag felett, az alkalmazást és integrálást igénylő kérdésekben a nemzetközi átlagnak megfelelően teljesítettek.

3.15. táblázat. Az IAEP-vizsgálat hazai és nemzetközi eredményei (százalékpont)

Dimenzió	Kategóriák	9 évesek		13 évesek	
		IAEP-átlag	Magyar átlag	IAEP-átlag	Magyar átlag
Tartalmi	Élettudományok	64,7	63,3	68,0	77,3
	Anyagtudományok	56,3	58,6	64,4	70,1
	Föld és világegyetem	68,2	64,1	66,9	72,2
	A tudomány természete	62,0	63,9	70,9	75,3
Kognitív	Ismeret	66,1	63,9	72,6	82,5
	Alkalmazás	61,1	62,7	65,4	71,1
	Integrálás, egységbe rendezés	57,4	56,9	64,9	69,9
<i>Teljes teszt</i>		<i>62,5</i>	<i>62,1</i>	<i>66,9</i>	<i>73,4</i>

A 13 évesek eredményei

A 13 éves korcsoportban a legjobb eredményt (78-74 százalékpont) Korea, Tajvan és Svájc érték el. Tanulóink 73,4 százalékpontos teljesítménnyel a nemzetközi átlag (66,9 százalékpont) felett teljesítettek. A résztvevők rangsorában ez a negyedik helyet jelentette. Magyarország átlaga azonban nem különbözött szignifikánsan az utánunk következő Szovjetunió és Szlovénia teljesítményétől.

A 13 éves magyar tanulók tartalmi kategóriák és kognitív szintek szerinti eredményei a nemzetközi tendenciának megfelelően alakultak (3.15. táblázat). A négy tudományterület közül legjobban az élettudományokból, leggyengébben pedig az anyagtudományokból teljesítettünk. Az ismeret szintű feladatokban szignifikánsan jobb eredmények születtek, mint a tudás alkalmazását és integrálását igénylőkben.

A 9 és a 13 éves tanulók teljesítményének összehasonlítása

A 9 és 13 évesek eredményeinek összehasonlítása a mindkét korosztály feladatsorában szereplő 13 közös item alapján lehetséges. A két életkori minta teljesítménye közötti különbség a teljes mintában 15 és 25 százalékpont között alakult, hazánk esetében viszonylag nagy (21 százalékpont) volt. Az elemzések szerint az iskolázás kezdeti szakaszában a tanulók főként az alapfogalmakat, egyszerű tényleket alkalmazó feladatokat tudják megoldani. Az olyan magasabb szintű gondolkodást igénylő feladatokkal, mint például egy tudományos kísérlet értelmezése, a magyar tanulók többsége csak idősebb korban boldogul.

Az IAEP megmutatta az oktatáskutatóknak, oktatáspolitikusoknak, hogy mit tudhatnak a vizsgált életkorokban a tanulók, hova lehetne eljutni az oktatás eredményességét befolyásoló tényezők optimális alakításával. A résztvevő országok oktatási rendszeréről, természettudományos nevelésük sajátosságairól (mint például tantervek, tanulásszervezési módok, oktatási módszerek), a tanulók tanulási szokásairól, a természettudományokhoz való viszonyukról gyűjtött adatok alapján a kutatók arra a következtetésre jutottak, hogy a tanulói teljesítményeket meghatározó tényezők komplex, kultúránként és oktatási rendszerenként más-más módon működő rendszert alkotnak, tehát lehetetlen egységes receptet adni a hatékony oktatáshoz.

A magyar tanulók a nemzetközi összehasonlításban jól szerepeltek, különösen a tárgyi tudásuk volt kiemelkedő. Az eredmények azonban ebben a vizsgálatban is felhívták a figyelmet arra, hogy oktatásunkban kisebb hangsúlyt fektetünk a tudományos kutatás módszereinek tanítására, a magasabb rendű gondolkodási műveletek működtetésére, mint számos más, a felmérésben részt vett ország.

Hazai tudásmérések

Az 1970-es évek végén az első IEA-mérés eredményeinek hatására hazánkban megkezdődött a természettudományos tankönyvek és tantervek tartalmi vonatkozású reformja. A változások elsősorban azokra a területekre koncentráltak, amelyekben a magyar tanulók gyengébben teljesítettek. A nyolcvanas évek elején nálunk is elindult a hazai szervezésű mérések sorozata. Az elmúlt harminc év sokféle, nagyszámú vizsgálatának bemutatására nincs lehetőség, a fejezet csupán a főbb irányvonalakat és a jelentősebb vizsgálatokat a TOF-80-at, a tantárgy-pedagógiai, a Monitor- és az országos, illetve a megyei méréseket tekinti át, továbbá rövid összeggést ad a kutatási célú vizsgálatokról.

A TOF-80 vizsgálat

Az első nagymintás hazai tantárgyi tudásmérést az Országos Pedagógiai Intézet Tantervelméleti Osztálya végezte 1980-ban. Ez a felmérés elsőként alkalmazta hazánkban az IEA-mérésekből megismert survey-technikát. A vizsgálat célja az 1978-as tantervi változások hatásának és az eszköz jellegű (az önálló ismeretszerzéshez szükséges) tudásnak a felmérése volt. A három nagy tudásterület, az olvasás, a matematika és a természettudomány mellett vizsgálta a településtípust, a szülők iskolai végzettségét, a tanárok véleményét a tantervi reformokról, a tanulók véleményét öt témában: világnézet, hazafiság, osztályközösség, kollektivitás, a munkához való viszony. A felmérés országos reprezentatív mintán folyt, több mint 1600 nyolcadikos tanuló és 2300 pedagógus vett részt benne.

A természettudományos felmérés nem hagyományos papír-ceruza teszt volt, hanem a megfigyeléshez és a kísérletezéshez szükséges ismereteket és kognitív műveleteket (megfigyelés, mérés-számítás, hipotézisalkotás, következtetés) mérte. A tanulóknak fizikai és kémiai feladatokat kellett megoldaniuk, önállóan kellett mérniük, kísérletezniük.

Mint a teljes minta 33 százalékpontos átlagos teljesítménye mutatja, a feladatok nehéznek bizonyultak. A vizsgálatban mért tantárgyi területek között közepesen szoros pozitív összefüggéseket találtak ($r_{\text{ttn.kísérlet-olvasás}} = 0,47$; $r_{\text{ttn.kísérlet-matematika}} = 0,51$). A négy kognitív művelet nehézségi sorrendje a köztük fennálló hierarchikus viszonyt tükrözi, a legjobb eredmény a megfigyelésben, a leggyengébb pedig a következtetésben született. A természettudományi kísérletezés településtípusonkénti eredményei a teljes minta átlagát 100%-nak véve a másik két tudásterülettől eltérő tendenciát mutatnak (3.16. táblázat). Olvasás-

ból és matematikából a községekben élők, a természettudományi kísérletekben a budapestiek teljesítménye volt a leggyengébb.

3.16. táblázat. A TOF-80 vizsgálat eredményei százalékban településtípus szerinti bontásban (Országos Pedagógiai Intézet Tantervelméleti Főosztály, 1982)

Településtípus	Olvasás		Matematika		Természettudományi kísérletezés	
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás
Budapest	105	16	107	26	91	62
Megyei város	101	17	100	26	138	44
Egyéb város	104	17	107	29	109	50
Kiemelt község	96	20	93	32	94	53
Község	97	22	94	34	94	57

A TOF-80 vizsgálat időben túl közel volt a tantervi reformok bevezetéséhez, így nem jelezhetette megbízhatóan a reformok hatását, ám felszínre hozott néhány problémát, amelyeket a Második Természettudományos Felmérés (1983/84) megerősített. A SISS-ben tanulóink összességében igen jól teljesítettek, a természet vizsgálatával kapcsolatos tudást mérő feladatok megoldása azonban a nemzetközi átlag alatt maradt. Az új tanterv tehát e tekintetben nem hozott változást. Az okok részben a pedagógusképzésben, részben a tantervi reform átfogó koncepciójának hiányában keresendők (Szalay, 1999).

Tantárgy-pedagógiai vizsgálatok

Szintén a reformhoz kapcsolódóan, az 1978-ban bevezetett tanterv differenciált követelményeinek (optimum- és minimumszint) realizálhatóságát mérték a hetvenes évek végétől. A vizsgálat az 1979/80-as tanévben a 6. évfolyamon indult, és három egymást követő tanévben követte ugyanannak a közel kétezer tanulónak a fejlődését fizikából. Ez az első, hazai rövid távú longitudinális program a TOF-80 iskoláiban folyt (Zátonyi, 1982).

A feladatok döntő többsége a tanult tények, jelenségek, fogalmak, összefüggések, törvények konkrét szituációban történő felismerését, esetenként egészen újszerű, produktív alkalmazását kívánta meg. A feladatlapok A és B változatban készültek, az itemek 50%-a minimumkövetelménynek felelt meg, és kitöltésükre az érintett témakör feldolgozása, összefoglalása után szakfelügyelők közreműködésével került sor.

A jobb eredmények mindegyik témakörben a minimum szintű itemek megoldásában születtek, a minimum és az afölötti résztesztek átlagai között azonban nem volt minden esetben szignifikáns különbség. A jelenség egyik lehetséges oka, hogy a tantervben nem különült el a két követelményszint, a másik, hogy a minimum szintű követelményeknek megfelelő tananyag feldolgozása nem kapott megfelelő hangsúlyt. A teljesítménykülönbségek egy részét szignifikánsan magyarázta a mennyiségi összefüggések felismerését, matematikai műveletek végzését igénylő feladatok száma.

Az eredmények alapján azt a következtetést vonták le, hogy a tartalmak és a követelmény pontosabb differenciálására van szükség. Fokozott figyelmet kell fordítani a minimumszint teljesítését megalapozó tananyagrészek feldolgozására, az elsajátított ismeretek megerősítésére, alkalmazására. Ellenőrzéskor, a tudás értékelésekor is meg kell különböztetni a minimum- és az afeletti követelményeket (Zátonyi, 1983). A fizikához hasonló tantervértékelő tudásmérésekre került sor biológiából is (Futó, 1969; Fazekas, 1976; Franyó, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989).

Monitorvizsgálatok

1986-ban az amerikai monitorvizsgálatok (NAEP) mintájára Magyarországon is megkezdődtek monitor jellegű, rendszerszintű vizsgálatok. A magyar teljesítménykövető felmérésekbe két új elemet építettek be: (1) a tanulói teljesítmények alakulásának követéséhez szükséges trendanalízist és az (2) akkori terminológiával kulturális eszköztudást, vagyis a tantárgyak tanulásához szükséges ismeretek, készségek és képességek mérését (Báthory, 2003). Ez utóbbi a természettudományos feladatsorba csak 1993-ban került be. Ennek részben finanszírozási, részben szakmai okai voltak. Kezdetben nem volt világos, hogy a természettudományos ismeretek hogyan válhatnak eszköztudássá, más tudás megszerzésének eszközévé.

A hazai Monitor-vizsgálatok a kulturális eszköztudást a természettudományok területén természettudományos intelligenciaként értelmezték. A feladatok azt mérték, hogy a tanulók képesek-e értelmezni a köznapi életből vett jelenségeket, helyzeteket, megítélni a lehetséges következményeket, illetve meg tudják-e oldani azokat a problémákat, amelyek segítségével eljuthatnak a természet pontosabb, alaposabb megismeréséhez (Szalay, 1999). A *Monitor '95* természettudományi tesztje elsősorban a fizika, a biológia és a földtudomány tantárgyak témaköreire kapcsolódott (a nemzetközi vizsgálatokban részt vett tanulónál ez kiegészült a kémiával), de szerepeltek benne az akkori tantár-

gyakhoz nem köthető, például a környezeti-ökológiai hatásokkal vagy a természettudományos szemléletmóddal kapcsolatos feladatok is. A Monitor más felmérésekhez hasonlóan részletesen elemezte a tanulói teljesítményeket differenciáló háttérváltozókat (pl. településtípus, szülők iskolai végzettsége, a tanulók neme, a család anyagi helyzete).

A Monitor-vizsgálatok 1995-ben és 1999-ben a TIMSS-felmérésekhez kapcsolódtak, azokkal azonos évfolyamokon folytak. A mérési koncepciót – a *Monitor '97* kivételével – a TIMSS elméleti keretei határozták meg. A természettudományi teszt része volt a nemzetközi vizsgálatnak, és a természettudományos tantárgyak (a fizika, a biológia és a földtudomány) témaköréhez kapcsolódott (*Vári, 1997; Vári és mtsai., 2000*).

A legátfogóbb, a hazai közoktatás teljes spektrumát átfogó TIMSS-ektől leginkább különböző az 1997-es Monitor-vizsgálat volt. A *Monitor '97*, mely a hétköznapi életben alkalmazható ismereteket kívánta mérni. Célja annak a feltárása volt, hogy milyen tényezők állnak a magyar tanulók természettudományos tudásának nemzetközi és hazai mérésekben tapasztalt gyengülése mögött. Ezért a tesztekben a többi vizsgálatokhoz képest nagyobb számban szerepeltek (az összes itemszám több mint egy harmadát adták) a tudományos gondolkodáshoz, szemléletmódhoz kapcsolódó feladatok, például kísérletek tervezése, környezetvédelmi problémák (*Szalay, 1999*).

A *Monitor '99* ugyanúgy, mint a vele párhuzamosan lebonyolított TIMSS, a 8. évfolyamot érintette. Mindkét projekt koncepciójában követte a természettudományos tudás alkalmazásának értelmezésében végbement változást, a hagyományos tantárgyi témák mellett tartalmazott ökológiával, természetvédelemmel kapcsolatos ismereteket is.

A Monitor-vizsgálatok országos reprezentatív mintán teljes iskolai osztályokban zajlottak. A különböző időpontokban, illetve életkorokban felvett adatok összehasonlíthatóságát híd- vagy láncfeladatok biztosították. Mindhárom tudásterületen elvégezték az összpontszámok normálását (az átlag mindenütt 500 pont, a szórás pedig 100 pont).

A *Monitor '95* és *'99* eredményei a TIMSS-felmérésekhez hasonlóan nem túl kismértékű, de szignifikáns csökkenést mutatnak (3.17. táblázat). A teljesítmények romlása biológiából és földtanból közel azonos, valamivel jelentősebb, mint fizikából (*Vári és mtsai., 2000*). A vizsgálatok arra is felhívták a figyelmet, hogy a magyar természettudományi oktatás az eszköztudás közvetítésében nem elég hatékony.

3.17. táblázat. A Monitor '95 és '99 természettudományi felméréseinek standard skálán kifejezett eredményei

Időpont	Élővilág	Fizika	Földtan
1995	507,7	504,0	507,8
1999	493,3	496,8	493,1

Mivel a *Monitor* '97 tesztjei nem csak a korábbi felmérésekkel egyeztek meg, a különböző évfolyamok feladatlapjai is tartalmaztak hídfeladatokat, az adatok lehetővé teszik a változások elemzését, az életkori minták egymással és a korábbi mérések eredményeivel való összehasonlítását.

A Monitor-vizsgálatok eredményei változatos képet, a negyedikesek teljesítményének folyamatos romlását mutatják (3.18. táblázat; *Vári*, 1999). A részletes elemzés szerint a legjobb eredmények a 4. évfolyamon földtudományból születtek, a 6. évfolyamon nem volt szignifikáns különbség a biológia, fizika és földtudomány között. Az idősebb életkori mintákban a biológia részteszt bizonyult a legkönnyebbnek (*Szalay*, 1999).

3.18. táblázat. A természettudományos ismeretek változása az egymást követő felmérésekben; a jobban (+) és a gyengébben (–) megoldott híditemek száma (*Vári*, 1999, 37. o. 4. táblázat)

A felmérések időpontjai	4. osztály		8. osztály		10. osztály		12. osztály	
	+	–	+	–	+	–	+	–
1997–1991	4	9	5	4				
1997–1993					2	10		
1997–1995	9	11	8	7	3	4	4	2

A *Monitor* '97 eredményei jelentős fejlődést jeleztek a természettudományos gondolkodásban a vizsgálat által átfogott nyolc év alatt. A tudományos szemléletet igénylő feladatok megoldása (pl. kísérlet tervezése, kijelentések igazságtartalmának megítélése) bár javuló tendenciát mutatott, minden korosztályban nehézséget okozott. A tanulók leginkább a konkrét ismeretekre épülő kérdésekkel boldogultak. A jelenséget az olvasási készségek fejlettségének csökkenésével és a természettudományok ismeretközpontú oktatásával hozták kapcsolatba (*Szalay*, 1999; *Vári* és mtsai., 1998).

A 10. évfolyamos tanulók 1997-es eredményei 1993-hoz képes jelentősen csökkentek, 1995-höz képest azonban alig változtak. A visszaesés fizi-

kából és kémiából, továbbá a problémafeladatokban jelentkezett leginkább. Az eredmények oka elsősorban abban keresendő, hogy a középszintű képzésben óriási különbségek vannak az iskolatípusok (szak-, szakközépiskolák és a gimnáziumok) között a természettudományos tantárgyak tanterveiben és óraszámában. A tizedikesek eredményei felhívták a figyelmet arra, hogy a tankötelezettség végén¹⁰ a magyar tanulók természettudományos tudása gyenge, különösen a szakiskolai tanulók tudásbeli leszakadása jelentős (3.19. táblázat; Szalay, 1999).

3.19. táblázat. A Monitor'97 standard skálán kifejezett teljesítményei a 10. és a 12. évfolyamon iskolatípusonként (Szalay, 1999 alapján)

Iskolatípus	Évfolyam	
	10.	12.
Gimnázium	562 (2,3)	527 (2,5)
Szakközépiskola	522 (2,2)	482 (2,1)
Szaktanárképző	435 (2,5)	–

Megjegyzés: (standard hiba)

Mivel a Monitor'97 ugyanazzal a teszttel mért a 10. és a 12. évfolyamon, az eredmények közvetlenül összehasonlíthatók. Mint az a 3.19. táblázatból kiderül, a 10. évfolyamos tanulók mind a két iskolatípusban jobban teljesítettek az érettségizőknél. Ez pedig arra utal, hogy a gimnáziumban is problémák vannak a természettudományok oktatásával.

A Monitor-vizsgálatok adatai szerint a mért természettudományos tudás növekedési üteme az iskolában eltöltött évek alatt lassul. A legjelentősebb tudásgyarapodást a 4. és 6. évfolyamok között mérték. Ennek egyik lehetséges oka, hogy a felső tagozatban megkezdődött a természettudományos tantárgyak oktatása.¹¹ Másrészt az intenzív értelmi fejlődésnek, az absztrakt gondolkodás megjelenésének hatása is valószínűsíthető. A vizsgálatok azt is kimutatták, hogy ebben a korosztályban a szövegértés fejlettsége befolyásolta a teljesítményt. A mért eszköztudás gyarapodásának mértéke a 6. és a 8. évfolyam között a tananyag drasztikus növekedése mellett csökkent. Valószínű, hogy az óraszám az iskolák többségében nem tette lehetővé,

¹⁰ Az 1990-es években 16 éves korig tartott a tankötelezettség.

¹¹ Az 1990-es években a természettudományok hagyományos tantárgyainak oktatása az 5–6. évfolyamon kezdődött.

hogyan a tananyag mélyebb megértését segítő feladatokkal kellő mértékben foglalkozzanak.

Az elemzések szerint a változás összességében a 9. és a 10. évfolyamon is kismértékű. Volt azonban néhány, a legmagasabb tudásszintekhez tartozó problémafeladat, ahol számottevő tudásnövekedést mutattak ki. A jelenség egyik lehetséges oka, hogy a természettudományok oktatása a különféle iskolatípusokban heterogén. Másrészt valószínűleg a tanulók mért természettudományos eszköztudása ugyan nem bővült jelentősen, de fejlődtek a magasabb szintű gondolkodás területén.

A 10. és a 12. évfolyam között a szakközépiskolások és a gimnazisták tudásnövekedése alig haladta meg azt a mértéket, amelyet a 8. és a 10. évfolyam között tapasztaltak, viszont a 12. évfolyamosok jobb eredményeket értek el a komplex tudást igénylő, bonyolultabb gondolkodási műveletek segítségével megoldható, probléma típusú feladatokban. Röviden összegezve a *Monitor '97* jelezte, hogy a magyar tanulók ismeretintegráló és gyakorlati problémamegoldó képessége a közoktatás folyamán csak kismértékben fejlődik (*Szalay, 1999*).

Az elemzések markáns különbségeket mutattak a középiskolások tudásszintjének eloszlásában. A fokozatátlépkor működő szelekció hatását jelzi, hogy a 10. évfolyamon a gimnazisták közel fele a legmagasabb tudásszintű csoportba tartozik, a szakmunkástanulók több mint fele pedig a két legalsó tudásszinten van, csak a legegyszerűbb ismereteket igénylő feladatokat tudja megoldani. Az ismeretek felismerése és az egyszerű következtetések azonban nem elegendőek a mindennapi jelenségek, helyzetek megértéséhez, kezeléséhez (*Szalay, 1999, 177. o. 17. ábra*).

Országos, területi és kutatási célú vizsgálatok

A természettudományos ismeretek fejlődésének, változásának kutatási célú vizsgálatára az 1960-as évektől találunk példákat (*Domján, 1974; Havas, 1980; Kelemen, 1963; Radnóti, 2003; 2004*). A hetvenes évek elején kezdődött Nagy József vezetésével az egyes tantárgyak tananyagát lefedő tudásszintmérő tesztek fejlesztése. A 18 kötetben publikált, országos reprezentatív mintán bémért és standardizált témazáró tesztek mintául szolgáltak a tantárgyi tudás részletes felmérésére törekvő, a pedagógiai gyakorlatban és a kutatómunkában egyaránt használható mérőeszközök készítéséhez (*Nagy, 1972, 1975*).

A kilencvenes évek elejétől Szegeden az Alapműveltségi Vizsgaközpontban számos tantárgyi tudásszintmérő teszt készült a különböző korosz-

tályoknak, melyeket országos mintán is kipróbáltak. Ugyanitt a kilencvenes évek második felében elkezdődött egy ma is egyedülálló, az alulról korlátos központi tartalmi szabályozás hatékonyságának ellenőrzésére alkalmas mérési-értékelési rendszer fejlesztése. Az 1998 tavaszán, közel 13 ezer 8–11. évfolyamos tanuló részvételével végzett vizsgálat a Nemzeti alaptantervre épülő, a kerettantervekkel kompatibilis, minimum- és minimum fölötti követelményeket mérő tesztekkel folyt (1. pl. *B. Németh* és *Nagy L.-né*, 1999; *Hajdu*, 1998; *Zátonyi*, 1998). Az eredmények empirikusan is megerősítették a gyakorló pedagógusok mindennapi tapasztalatait, miszerint a tanulók egy része nem rendelkezik a társadalmi beilleszkedéshez szükséges alapvető, a minimum szintű követelményeknek megfelelő tudással. A „Biológia és egészségtan” műveltségi területen¹² például a nyolcadikosok átlagosan 14%-a, a teljes minta 12%-a ért el 70 százalékpont¹³ feletti eredményt a minimum szintű részteszten. Az elemzések arra utaltak, hogy a differenciált tantervi követelmények, a tananyag minimum- és afölötti szintjei nincsenek jelen sem a tanításban, sem a tanulói tudás értékelésében (*B. Németh, Józsa* és *Nagy L.-né*, 2001; *Zátonyi*, 2001).

A 20. század végén a neveléstudományban végbement paradigmaváltást követően Magyarországon is megkezdődött az iskolában megszerezhető tudás minőségének vizsgálata. A Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Intézetében az MTA-SZTE Képességkutató Csoport és az SZTE Oktatáselméleti Kutatócsoport közreműködésével 1995 óta folynak a tudás különböző rétegei közötti összefüggések feltárására irányuló helyi és országos felmérések, melyekben helyet kapott a természettudományos tudás társadalmi dimenziójának, a tanultak hétköznapi alkalmazhatóságának és a fogalmi gondolkodás fejlődésének a vizsgálata is.

Az iskolai tudás minőségének elemzésére irányuló, 1995-ben zajlott kutatásban az iskolában szerzett természettudományos tudás alkalmazhatósága mellett a tantárgyi tudás mérésére is sor került a 7. és a 11. évfolyamon (*Csapó*, 2002b). A megfelelő jószágmutatókkal rendelkező biológia, kémia és fizika tudásszintmérő feladatlapok lehetővé tették a tesztekkel mért tantárgyi tudás és az egyes tantárgyakból szerzett év végi osztályzatok összeve-

12 A NAT „Biológia és egészségtan” műveltségi területéhez fejlesztett differenciált követelményekhez (*B. Németh*, 1997) készült tesztekkel végzett vizsgálatban, mely 8., 9. és 10. évfolyamokon folyt.

13 Figyelembe véve a tesztek pontatlanságát, mérési hibáit, megfeleltek általában a minimumkövetelményeket mérő tesztek 70–75%-os teljesítménye tekinthető.

tését. Az eredmények megerősítették az IEA- és a Monitor-vizsgálatok hazai eredményeit, Szegeden és vonzáskörzetében is nagy különbségek jelentkeztek az iskolák és az osztályok átlagteljesítményei között. Jelentős különbség mutatkozott az osztályozás és az objektív tesztelés eredménye között is, az osztályzatok a tényleges tárgyi tudás mellett számos egyéb tényező hatását tükrözik (Csapó, 2002c; Csikos és B. Németh, 2002). Az eredmények jelezték azt is, hogy elkülönül az iskolai és a hétköznapi tudás, a tanulók számos tévképzetet, a jelenleg elfogadott tudományos nézetekkel össze nem egyeztethető fogalmakat, elképzeléseket hordoznak (Korom, 2002); továbbá az iskolában szerzett tudást csak korlátozott mértékben tudják használni a hétköznapi jelenségek magyarázatában (B. Németh, 2002). Ezt megerősítették az 1995 és 2010 között reprezentatív mintákon végzett további felmérések, amelyek a 7. és 11. évfolyamos tanulók valós élethelyzetekben alkalmazható természettudományos tudását elemezték. Az eredmények valamennyi projektben, mindkét életkori mintában azt mutatják, hogy a tanulók főként „iskolai”, akadémikus tudással rendelkeznek, és azt azokban a kontextusokban tudják használni, amelyekkel a tanórákon találkoztak (B. Németh, 2000, 2003).

Az iskolai természettudományos tudás minőségére vonatkozó eredmények felhívták a figyelmet az induktív gondolkodásnak a természettudományos tudás megértésében, alkalmazásában játszott szerepére (Korom, 2002), illetve a matematikai és a természettudományos tudás kapcsolatára (B. Németh, 2000, 2002). A magyar tanulóknak az IEA- és TIMSS-vizsgálatokban 1995 és 2007 között elért matematika- és természettudományos eredményei, azok változásának elemzése szintén jelzi a két tudásterület kapcsolatát (Martin és mtsai., 2008), azt, hogy a matematikai műveltség adott szintje nélkül a természettudományos műveltség fejlődése is megreked.

A kognitív tudományok eredményeinek hatására hazánkban is megjelennek a természettudományos tudás elsajátítási folyamatát, az ismeretek szerveződését, a fogalmi rendszer fejlődését feltáró vizsgálatok (Korom és Csapó, 1997; Korom, 2000, 2005). Bár Magyarországon különböző tantárgyi területeken korábban is folytak a tanulók fogalmi rendszerének feltárására irányuló vizsgálatok (pl. Kelemen, 1963; Havas, 1980; Nagy L.-né, 1999a, 1999b, 1999c), a tanulás konstruktivista felfogásához és a nemzetközi tévképzetkutatásokhoz kapcsolódó vizsgálódások hazai viszonylatban újszerűnek számítottak, számos tanulói tévképzettel gazdagították a szakirodalmat, és olyan mérőeszközök, adatelemzési módszerek kidolgozását ered-

ményezték, amelyekkel részletes kép kapható a tanulói tudás szintjéről, a tanulói meggyőződések jellegéről.

Az utóbbi években a kutatók számos témakörben találtak természettudományos tévképzeteket a hazai tanulók körében (Banai, 2004; Dobóné, 2007; Kluknavszky, 2006; Korom, 2005; Korom és Nagy L.-né, 2012a, 2012b; Kotnyek és Nagy L.-né, 2005; Ludányi, 2007; Juhász, Márkus és Szabó, 1999; Nagy L.-né, 2004; Nagy L.-né és Korom, 2011; Takács, 2000, 2006; Tóth, 1999a, 1999b, 2000), és modelleket, technikákat, módszereket dolgoztak ki ezek osztálytermi környezetben lehetséges azonosítására, legyőzésére (Korom, 2005; Korom és Nagy L.-né, 2012b; Nagy L.-né, 2002, 2006; Radnóti, 2005a, 2005b; Radnóti és Nahalka, 2002). Az ismeretek szerveződésére, a tudásstruktúra elemzésére irányuló kutatásokban megjelent a Galois-gráf technika (Géczi és Takács, 2003; Takács, 1997; Takács, 2003) és a tudástérelmélet (Dobóné, 2007; Ludányi, 2007; Tóth, 2005, 2006; Tóth és Kiss, 2007).

A természettudományos tudás hazai kutatásában a keresztmetszeti vizsgálatok dominálnak, 2007-ben azonban az MTA-SZTE Képességkutató Kutatócsoport és az SZTE Oktatáselméleti Kutatócsoport elindította az első országos reprezentatív mintán zajló longitudinális vizsgálatosorozatot¹⁴. Ez a program két évente diagnosztizálja a fogalomrendszer differenciáltságát, és a 4–12. évfolyamig követi nyomon néhány alapvető természettudományos fogalom (pl. anyag, élőlény, életjelenségek, élőlények csoportjai és életfeltételei, anyagok tulajdonságai és azok változásai) gazdagodását, hídfeladatokat tartalmazó tesztrendszerrel. A 4., 6. és 8. évfolyam végén gyűjtött adatok szerint a tanulók alapfogalmai jelentős mértékben bővülnek, fejlődnek a tapasztalati szinten is könnyen megragadható témákban, de az absztrakt fogalmakat (pl. tápláléklánc, halmazállapot-változás, fényvisszaverődés) a tanulók közül csak kevesen értik meg (Korom és Nagy L.-né, 2008, 2010).

A jól szervezett, alkalmazható fogalmi tudás fontosságának felismerésével egyidejűleg a gyermeki gondolkodás fejlődésének vizsgálata is előtérbe került. A természettudományok területén az új ismeretek megszerzésében alapvető szerepet játszó analógiás gondolkodás (Nagy L.-né, 2006) és induktív gondolkodás, továbbá a deduktív és problémamegoldó gondolkodás (Revákné, 2001, 2004a, 2004b; Revákné és Máth, 2002) egyaránt a figyelem

14 www.edu.u-szeged.hu/ok/hu/kutatasi_programok/longitudinalis.edu.u-szeged.hu/kkcs/hu/longitudinalis

homlokterébe került. Egyértelművé vált, hogy az ismeretek elsajátítási szintje és a gondolkodási képességek fejlettségi szintje szorosan összefügg egymással. Együtt, olykor egymást helyettesítve segítik az új tudáselemek elsajátítását és különböző szituációkban, problémák megoldásában való alkalmazását.

A kutatási célú vizsgálatok mellett a nyolcvanas és kilencvenes években számos megye (pl. Győr-Moson-Sopron, Fejér, Nógrád, Jász-Nagykun-Szolnok, Vas, Zala, Tolna, Pest) vagy város (pl. Kecskemét, Békéscsaba) szervezett helyi felméréseket, hasonlította össze az iskolák teljesítményét, a tanulók tantárgyi tudását. Teljes körű megyei vizsgálatot végeztek például fizikából (*Bratinkáné*, 1989; *Horváth*, 1990; *Szenczi L.-né*, 1989), biológia, fizika, kémia és földrajz tantárgyakból (*Horváthné*, 1991), biológiából (*Vajthó* és *Bíró*, 1992), földrajzból (*Vitárius*, 1989) és kémiából (*Vargáné*, 1988).

Természettudományos műveltséget és kompetenciát mérő vizsgálatok

Az 1980-as években a kognitív tudományok, az empirikus kutatások eredményei átértelmezték a tanulás fogalmát, a tudás szerveződését és a tudásrendszer változását. A tartalom és a képességek szerepének és viszonyának újragondolása, a tudás három szerveződési formájának, a szakértelemnek, a műveltségnek és a kompetenciának az elkülönítéséhez vezetett (*Csapó*, 2004). A tudás komplex, rendszerszintű felfogása megjelenik az ezredforduló tudásméréseiben, az OECD PISA néven ismertté vált programjában és Magyarországon az olvasásból és matematikából évente végzett országos kompetenciovizsgálatokban. A továbbiakban a PISA természettudományos méréseinek bemutatására, az elméleti keret és a mérési koncepció áttekintésére, majd a hazai eredmények összegezésére kerül sor.

Az OECD–PISA-program természettudományos vizsgálatai

A rendszerszintű pedagógiai értékelés második korszakát képviselő PISA-programban a vizsgált tudást a „*literacy*” fogalom képviseli. A magyar nyelvre nehezen fordítható „*literacy*” jelentéstartalma leginkább a mi mű-

veltség szavunkhoz áll közel. A *scientific literacy*¹⁵ (természettudományos műveltség) az 1950-es évek végétől a természettudományos nevelés elveinek kifejezésére, legtöbbször az elvárt természettudományos ismeretek, illetve a természettudományokról, a természettudományos megismerésről (annak sajátosságairól, céljairól, korlátairól) szóló tudás, valamint a közvetíteni kívánt értékek megjelölésére használt kifejezés. A természettudományos műveltségnek nincs általánosan használt meghatározása. Az egyes megközelítések eltérnek abban, hogy hogyan értelmezik a természettudományok egymással való kapcsolatát, valamint a természettudományok és más tudományok viszonyát (B. Németh, 2008b, 2010; Durant, 1993; Jenkins, 1994; Roberts, 1983, 2007). A természettudományos műveltség egyik legismertebb és legnagyobb hatású műveltségkoncepcióját a PISA szakértői munkacsoportja dolgozta ki.

A PISA természettudományos vizsgálatainak elméleti kerete

A PISA-vizsgálatok elméleti keretét a megrendelő (az OECD) igényeinek megfelelően a társadalmi és gazdasági szempontok alakítják, középpontjában a mindennapi életben használható, működőképes tudás/műveltség áll. A PISA azt vizsgálja, hogy a részt vevő országok oktatási rendszereiben folyó képzés mennyiben szolgálja a modern munkaerőpiac igényeit, hogy a 15 éves fiatalok rendelkeznek-e a munkavállaláshoz szükséges tudással, kompetenciákkal. A PISA-programban a természettudományos műveltség definíciószerűen olyan alkalmazható tudás, melynek birtokában az egyén képes természettudományos problémákat felismerni, tudását gyarapítani, a természettudományos jelenségekre magyarázatot adni és bizonyítékokkal alátámasztott következtetéseket megfogalmazni. A természettudományos műveltség a természettudományos megismerés jellemzőinek megértése, a természettudomány és a technika anyagi, szellemi és kulturális környezetet alakító hatásának ismerete, a természettudományokkal kapcsolatos kérdések, természettudományos elméletek iránti érdeklődés (OECD, 2006a, 2009).

A PISA 2000-ben és 2003-ban a „Természettudományos ismeretek vagy fogalmak”, a „Természettudományos folyamatok” és az „Alkalmazási területek vagy kontextusok” dimenziók mentén folyt (OECD, 2000, 2003). A részletes mérési koncepció kidolgozására 2006-ban került sor, mikor a természet-

15 Ritkábban, hasonló jelentéssel és funkcióval használt szókapcsolat a *science literacy* (pl. AAAS, 1990); a *scientific culture* (lásd például Solomon, 1988), illetve a francia nyelvterületeken (pl. Kanadában) a „*la culture scientifique*” (Durant, 1993).

tudomány állt a vizsgálat középpontjában. A PISA 2006 megtartotta a két korábbi felmérés alapkategóriáit, de elnevezésükben és tartalmukban pontosította és kiegészítette azokat. A PISA 2009-ben, melyben a természettudomány ismét minor terület volt, a 2006-os felmérés elméleti kereteit használta, lényegi módosításokra nem került sor. A legutóbbi két természettudományi vizsgálat négy összekapcsolt komponens mentén vizsgálta a természettudományos műveltséget. Az elméleti keret rendszerbe foglalta a szükségesnek tartott ismereteket, kompetenciákat, a tudásalkalmazás, a feladatszituációk jellemzőit, kontextusát és a természettudományi attitűdöket (Balázi és mtsai., 2010a; OECD, 2006a, 2006b, 35. o., 2009).

Az első két PISA-vizsgálatban a kognitív dimenziót a „Természettudományi eljárások” kategória képviselte (OECD, 1999, 2002, 2003), de a leírt konkrét tevékenységek emlékeztetnek a 2006-ban kidolgozottakra. 2006-ban és 2009-ben a természettudományi kompetenciák három nagy kategóriába sorolt – (1) a természettudomány eredményeihez, azok megszerzéséhez és azonosításához, (2) a tudományos magyarázatok megfogalmazásához, (3) a bizonyítékok használatához szükséges – kompetenciák rendszere. Az itemek közel fele (42–49%-a) tudományos magyarázatok használatát méri (3.20. táblázat; Balázi és mtsai., 2010a; OECD, 2006a, 2009; Patkós, 2008).

3.20. táblázat. Az itemek eloszlása a PISA 2006 felmérésben (OECD, 2006b, 46. és 364. o. alapján)

Ismeret	Item-szám	Kompetencia		
		Eredmények azonosítása	Jelenségek magyarázata	Bizonyítékok alkalmazása
Természettudományos ismeretek	Anyagi rendszerek	17		
	Élő rendszerek	24		
	Föld és a világegyetem	12		
	Technológiai rendszerek	8		
A természettudomány jellemzői	Természettudományi kutatások	25		
	Természettudományos magyarázatok	21		
Összesen	108	25	53	31

Kontextus: Személyes Társadalmi Globális

A 2006-os és 2009-es PISA elméleti kereteiben az ismeretek két csoportja van jelen, a természetről szóló ismeretek, valamint a természettudomány jellemzői (3.20. táblázat). A két kategória aránya a 2006-os vizsgálatban 57-43%, a 2009-esben közel 50-50%. A természetre vonatkozó ismeretek olyan, főleg integráló fogalmakat foglalnak magukban, amelyek segítenek megmagyarázni környezetünk jelenségeit, felölelik a természettudományok főbb területeit, az anyagi, az élő és a technológiai rendszereket, valamint a „Föld és a világegyetem” területet. A természettudományi megismerés kategória a természettudományi kutatások jellemzőit, módszereit, a természettudományos magyarázatok sajátosságait fogja át (Balázsi és mtsai., 2010a; OECD, 2006a, 2009).

A természettudományi attitűdök mérésére a 2006-os felmérésben került sor. Ekkor vizsgálták a tanulók természettudományi problémák, kutatások iránti érdeklődését, a természethez és a természettudományi kutatásokhoz való viszonyát. Feltérképezték, hogyan vélekednek a fiatalok a természettudományi kutatásokról, azok érvényességéről, szerepéről, lehetőségeiről; mennyiben vannak tudatában az egyéni tevékenység környezetre gyakorolt hatásának. Feltárták, hogy milyen ebben a korcsoportban a természeti környezet és a természeti erőforrások iránti felelősség (OECD, 2006a).

A PISA-vizsgálatokban a *kontextus* a természettudományhoz és a technika-hoz kapcsolható élethelyzetek, szituációk differenciált rendszere (részletesen l. OECD, 2006a, 25–28. o.). A feladatokban olyan, valamennyi részt vevő ország tanulói számára ismerős, érdekes és fontos szituációk jelennek meg, melyekben a mérni kívánt kompetenciák működése elvárható, melyhez a kiválasztott attitűdök kötődnek. Az eddig lebonyolított felmérések két szempont mentén jellemzik a kontextusokat. Az egyiket a természettudomány és a technika aktuális kérdései képezik. Az „Egészséghez”, a „Természeti forrásokhoz”, a „Környezethez”, a „Kockázati tényezőkhöz” és „A tudomány és a technika korlátaihoz” tartozó területek mindegyikét a társadalmi létből levezetett további személyes (egyéni, családi, kortárs) és társadalmi (közösségi) kapcsolatokra, illetve az emberiséget érintő globális kategóriákra¹⁶ bontják. Az utóbbi két vizsgálatban főként a társadalmi kontextusokban használható kompetenciák szerepeltek, az itemek több mint fele (55–57%-a) tartozott ebbe a kategóriába (Balázsi és mtsai., 2010a; OECD, 2006a, 2009).

16 A 2000-es és 2003-as vizsgálatban tudomány- és technikatörténeti kérdések is szerepeltek.

A PISA-vizsgálatok tesztjeinek szerkezete alapvetően különbözik a szokásosan használt, például a TIMSS-felmérésekben alkalmazott tesztekétől. Míg a TIMSS feladatlapjai a zárt vagy rövid választ igénylő, kevés itemszámú, esetenként változó témájú, kontextusú feladatokból állnak, a PISA-vizsgálatok természettudományos tesztjei a különböző témákat megjelenítő egységekből (klaszterekből) épülnek fel. A klaszterek magja egy dokumentum jellegű szöveg (pl. újságcikk, táblázat, grafikon), amely életszerű jelenséget, szituációt, problémát ír le, megadva ezzel a vizsgált tudáselemek kontextusát. A szövegekhez kapcsolódó itemek megoldásához a természettudományos kompetenciák és ismeretek mellett kellően fejlett olvasási és szövegértési képességek is szükségesek (mintafeladatokat lásd pl. *Balácsi és mtsai.*, 2010a; *OECD*, 2006b; *Vári*, 2004).

A PISA-vizsgálatok hároméves ciklusokban zajlanak. A mintavétel alapja az életkor, a mindenkori tizenöt évesek közül választanak, így országonként változik a különböző évfolyamokra járó diákok aránya. A PISA-programban részt vevő országok száma 2000 óta megduplázódott. A 2009-es felmérésben 34 OECD- és 31 nem OECD-ország diákjait vizsgálták. A mintát minden országból legalább 150 iskola és minden iskolából legalább 35, országonként minimum 4500 tanuló alkotja a PISA kritériumainak, a reprezentativitás szabályainak megfelelő megoszlásban.

A PISA-vizsgálatok eredményei

A természettudományos műveltség trendjeinek elemzését a 2006-os felmérés alapozta meg, másik három projektben a természettudomány csak mint kiegészítő felmérés van jelen. A 2006-os vizsgálatban szerepelt a képességskála rögzítéséhez szükséges számú item. Az OECD-országok 2006-os átlaga (500 pont) a később csatlakozott négy új ország eredményeit is figyelembe véve 498 pontra módosult. Ez az érték a változások elemzésének alapja, ez adja a viszonyítási pontot. Ehhez képest a 2009-ben számított OECD-átlag 501 pont.¹⁷

A részt vevő országok adott ciklusban mért teljesítményei (standard pontjai) egymáshoz, valamint a teljes minta és az OECD-országok átlagához való viszonyítást tesznek lehetővé, a változások követésére azonban nem alkalmasak. A országok összetétele az egyes mérési ciklusokban változott, a

¹⁷ A partnerországokat is magában foglaló teljes minta eredményei az OECD-országok átlagai körüli értékek. Mivel az elemzéseket (a statisztikai próbákat) az OECD-átlaghoz viszonyítva végezték, a táblázatok viszonyítási pontként csak az OECD-országok átlagait tartalmazzák.

teljesítménysorok viszont nem mutatnak számottevő átrendeződést. Kiugróan jó teljesítményt a programhoz 2009-ben csatlakozott Sanghaj ért el. Valamennyi vizsgálat élmezőnyében ott van Finnország, Korea, Japán, Tajvan és Hongkong. Figyelemre méltó, hogy e távol-keleti országok a TIMSS-felmérések 8. évfolyamos, a PISA mintájához közel álló életkorú, átlagosan 14,5 éves populációjában is kiváló eredményeket értek el, ott is a rangsor élén találhatóak (Finnország a TIMSS-vizsgálatokban nem vett részt). A PISA-vizsgálatok kilencéves történetében a legjelentősebb változást Németország esetében mérték. Németország 2000-ben Magyarországnál szignifikánsan gyengébben, az OECD-átlag alatt teljesített, 2003-ban elérte az OECD-átlagot, az utóbbi két vizsgálatban pedig már szignifikánsan jobb volt annál.

A 3.21. táblázat Magyarország teljesítményeit mutatja, a 2009-es érték a 2006-os felmérés teljesítményskálája alapján számított standard pont. Magyarországra vonatkozóan a 2009-ig lebonyolított vizsgálatok eredményeiből határozott kép rajzolódik ki: a magyar tanulók mind a négy alkalommal a nemzetközi átlag szintjén teljesítettek. Hazánk a részt vevő országok rangsorának középső harmadában helyezkedik el, pozíciója a PISA-vizsgálatokban lényegesen nem változott, az OECD országangosorában általában a 11–21. helyek egyikét foglalja el (részletesen l. *Balázsi és mtsai.*, 2010b; *OECD*, 2001, 2004, 2007a, 2010a).

3.21. táblázat. Az OECD-országok átlaga és Magyarország eredményei a PISA természettudományos vizsgálataiban (OECD, 2001, 2004, 2007a, 2010a)

A felmérések időpontja	OECD-országok		Magyarország		Magyarország helyezési számai	
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Minden résztvevő	OECD-országok
2000	500 (0,7)	100 (0,5)	496 (4,2)	103 (2,3)	12–18.	13–21.
2003	500 (0,6)	105 (0,4)	503 (2,8)	97 (2,0)	14–19.	11–16.
2006	500 (0,5)	95 (0,3)	504 (2,7)	88 (1,6)	19–23.	13–17.
2009	501 (0,5)	94 (0,3)	503 (3,1)	86 (2,9)	19–27.	13–21.

Megjegyzés: (standard hiba)

A változás elemzéséhez az egyes ciklusokat a közös itemekkel kapcsolták össze. A természettudományos vizsgálatban az első három alkalommal 14, 2000-ben és 2003-ban 25, a 2003-as és 2006-os felmérésben 22 azonos itemet használtak. A közös itemeknek a PISA 2000 skálájára konvertált

eredményei szerint a program által vizsgált természettudományos műveltség 2000 és 2006 között a részt vevő országok többségében nem változott szignifikánsan. Az OECD-országok közül szignifikáns teljesítménycsökkenés Franciaországban ment végbe, szignifikáns növekedést pedig Görögországban és Mexikóban mértek (OECD, 2007a, 370. o.). Az adatok szerint a magyar tanulók esetében 2000 és 2006 között nem volt szignifikáns változás (3.22. táblázat).

3.22. táblázat. Magyarország átlagos teljesítménye a PISA természettudományos vizsgálatában (OECD, 2007a)

Skálák	Magyarország átlaga
PISA 2000 teljes teszt a PISA 2000 skálán	496 (4,2)
PISA 2006 teljes teszt a PISA 2006 skálán	504 (2,7)
PISA 2006 teljes teszt a PISA 2000 skálán	499 (2,6)
PISA 2006 közös itemek a PISA 2000 skálán	492 (3,4)
PISA 2003 közös itemek a PISA 2000 skálán	495 (2,9)
A 2006-os és a 2003-os felmérések közös itemeinek különbsége	-2,8 n.s.

Megjegyzés: (standard hiba) n.s.: nem szignifikáns

A PISA-ban mért természettudományos műveltség 2006 utáni alakulásának elemzését már a rögzített képességskálán végezték el. A két vizsgálat (2006 és 2009) között eltelt rövid idő miatt 2009-ben nem volt várható a másik két műveltségi területhez hasonló mértékű változás. A 2009-es eredmények 2006-os skálán kifejezett OECD-átlaga 501 pont, ami nem különbözik szignifikánsan a 2006-os vizsgálatétól. Az adatok szerint az egyes országok teljesítményeinek változása szélesebb skálát fog át, mint a szövegértés vagy a matematika esetében (OECD, 2010b, 64–65. o.). Tényleges javulást az 56 résztvevő közül 11, köztük hét OECD-országban mutattak ki. Kiemelkedő, 30 pontos volt a növekedés az OECD-átlag alatti eredményt elért Törökországban és Katarban. A szignifikáns növekedést mutató országok között Norvégia (13 pont), az Egyesült Államok (13 pont) az OECD-átlagnak megfelelő, a többiek: Portugália (19 pont), Tunézia (15 pont), Brazília (15 pont), Kolumbia (14 pont) és Olaszország (13 pont) teljesítménye messze az OECD-átlag alatt volt. Javulást az élmezőnybe tartozók közül egyedül Koreában (16 pont), továbbá az ugyancsak az OECD-átlag felett teljesítő Lengyelországban (10 pont) mértek. A legjelentősebb teljesítményromlást mutató ország a Cseh Köztársaság (12 pont) után a rangsor élén álló Finnország

(9 pont) és Tajvan (11 pont). Európában még Szlovéniában csökkent számottevően (7 pont) a vizsgált természettudományos tudás színvonala. Az országgrangsorok viszonylagosságát mutatja, hogy a 2009-ben az OECD-átlag fölé került és a résztvevők rangsorában jelentősen előbbre lépett Németországban nem mértek szignifikáns javulást. Magyarország egyike volt annak a 40 résztvevőnek, ahol a kimutatott változás a statisztikai hibahatáron belül volt (*Balázs* és mtsai., 2010b; *OECD*, 2007a, 64. o., 2010b, 64–65. és 159. o.).

A teljesítmények képességszintek szerinti alakulása a PISA-felmérésekben

A természettudományos műveltség színvonalának populáción belüli eloszlását széles nehézségi skálát lefedő feladatokkal írták le, valószínűségi tesztelméleti módszerekkel hat képességszintet különböztettek meg. A tanulókat eredményeik alapján abba a szintbe sorolták, amely feladatait a tanulók 50%-os valószínűséggel megoldják (3.23. táblázat).

3.23. táblázat. *A képességszintek eloszlása (%) a PISA két legutóbbi természettudományos vizsgálatában (OECD, 2007b; 2010a)*

Képességszint	OECD-országok		Magyarország	
	2006	2009	2006	2009
1. szint alatt (335 alatt)	5,2 (0,1)	5,4 (0,2)	2,7 (0,3)	3,8 (0,9)
1. szint (335–401)	14,1 (0,1)	14,6 (0,3)	12,3 (0,8)	10,4 (0,9)
2. szint (401–484)	24,0 (0,2)	24,8 (0,3)	26,0 (1,2)	25,5 (1,1)
3. szint (484–559)	27,4 (0,2)	27,1 (0,3)	31,1 (1,1)	33,2 (1,3)
4. szint (559–633)	20,3 (0,2)	19,6 (0,3)	21,0 (0,9)	21,8 (1,2)
5. szint (633–708)	7,7 (0,1)	7,3 (0,2)	6,2 (0,6)	5,1 (0,5)
6. szint (708 felett)	1,3 (0,0)	1,1 (0,1)	0,4 (0,2)	0,3 (0,1)

Jelmagyarázat: (standard hiba)

Az 1. szinten (335–401 pont) és az az alatt teljesítő fiatalok munkavállalási esélye csekély. A szakértői csoport elemzése szerint a természettudományokhoz és a technikához köthető valós élethelyzetek sikeres kezeléséhez legalább a 2. szintnek (401–484 pont) megfelelő tudással kell rendelkezni. Ezen a szinten a tanulóknak már megvannak azok az ismereteik, kompetenciáik, melyek segítségével képesek szó szerint értelmezni a tudományos információkat, ismerős szituációkban helyes kérdéseket tudnak fel-

tenni és helytálló következtetésekre juthatnak. A 6. szintet (708 pontot) elérők sikeresen kezelik a komplex szituációkat, eredményesen érvelnek egyéni, társadalmi és globális helyzetekben. Ezek a tanulók döntéseik és érveik alátámasztásához képesek különböző forrásokból információkat, bizonyítékokat gyűjteni (*Balázsi és mtsai., 2010a; OECD, 2007a, 2010a, 147. o.; Patkós, 2008*).

A PISA céljainak megfelelően az elemzések középpontjában főleg a technikai fejlesztésben, az innovációban potenciális megvalósítóként számba jöhető magas fejlettségi szintű kompetenciákkal rendelkező (5. és 6. szintet elérő), illetve a beilleszkedési nehézségekkel küzdő, leszakadó (2. szint alatti) tanulói réteg nagysága és annak változása áll. A két legutóbbi vizsgálat adatai szerint Magyarországon a 15 évesek 0,3–0,4%-ának tudása felel meg a legmagasabb, 6-os képességszintnek. Ez az OECD-átlagnak, illetve a Magyarországtól szignifikánsan nem különböző országokénak – Egyesült Államok (1,5–1,3%) Svédország (1,1–1,0%), Dánia (0,7–0,9%) – kevesebb, mint fele-harmada. 2006-ban a kiváló eredményeket mutató Finnországban (3,9–3,3%) és Új-Zélandon (4,0–3,8%) Magyarországhoz képest több mint 8-szor, 2009-ben 11–12-szer több tanuló teljesített 708 pont felett. Törökországban és Mexikóban a 6. szint aránya fél ezrelék alatt volt (*OECD, 2007b, 2010a; Balázsi és mtsai., 2010b*).

Az 5. szint feletti sáv nagysága szerint sorba állítva a résztvevőket, Magyarország a 29., az OECD-országok közül csupán Portugáliát, Spanyolországot, Törökországot, Chilét és Mexikót előzi meg (*OECD, 2010b, 67. o.*). Magyarországon (3.23. táblázat) 2006-ban a tanulók 6,6%-a, 2009-ben 5,4%-a érte el a 633 pontos határt (az OECD-átlag 8,8–8,9%). A kiváló eredményeket mutató országok értékei – Sanghaj (24,3%), Finnország (20,6–18,7%), Japán (15,0–17,0%), Új-Zéland (17,6–17,6%), Hongkong (16,0–16,2%) – csaknem három-ötszöröse a magyarénak. A Magyarországtól szignifikánsan nem különböző országokban – Belgium (10,1–11,1%), Egyesült Államok (9,0–16,2%), Svédország (7,9–8,1%) – szintén nagyobb a felső két képességszintű tanulók aránya (*OECD, 2007b, 2010a; Balázsi és mtsai., 2010b*).

A leszakadók esetében valamivel jobb a hazai helyzet. Magyarországon az OECD-országok átlagáénál (5,2–5,4%) valamivel kevesebb, a tanulók 2,7–3,8%-ának nem sikerült elérni az 1. szintet (3.23. táblázat). Kevesebb a leszakadó Sanghajban (0,4%), Finnországban (0,4–1,1%), Hongkongban (1,7–1,4%) és Kanadában (2,2–2,0%). Magyarországhoz hasonló vagy an-

nál valamivel több tanuló tudása nem érte el az 1. szintet az élmezőny országai közül Japánban (3,2–3,1%), Új-Zélandon (4,0–4,0%), Ausztráliában (3,0–3,4%) és a szintén az OECD-átlagon teljesítő országokban az Egyesült Államokban (7,6–4,2%), Svédországban (3,8–5,8%), Dániában (4,3–4,1%), Lengyelországban (3,2–2,3%) (OECD, 2007b, 2010a; Balázsi és mtsai., 2010b).

A felső képességszintekhez képes viszonylag kedvezőbb képet mutat a 2. szint alatti indikátor. Az 56 résztvevőt a 2. szintnél gyengébb teljesítményt mutató tanulók százalékos aránya szerint sorba rendezve Magyarország a 15. (OECD, 2010b, 66. o.). A PISA adatai szerint hazánkban a 15 évesek 15,0–14,2%-a nem rendelkezik a munkaerőpiacra való belépéshez szükséges természettudományos tudással. Ez az érték az OECD-országokban átlagosan 19,3–20,0%. A többi résztvevőhöz képest e téren is jobb a helyzet Sanghajban (3,2%), Finnországban (4,1–6,0%) és Hongkongban (8,7–6,6%). Az élvonalhoz tartozó Kanada (10,0–9,5%), Japán (12,1–10,7%), Ausztrália (12,8–12,6%) és Új-Zéland (13,7–13,4%) azonban Magyarországhoz áll közelebb. A hozzánk hasonló összteljesítményű országokban hazánknál több tanulónak kisebbek a boldogulási esélyei (Egyesült Államok 24,4–18,1%, Svédország 16,4–19,2%, Dánia 18,4–16,6%, Lengyelország 17,0–13,2%) (OECD, 2007b, 2010a; Balázsi és mtsai., 2010b).

A gazdaság szereplői számára a képességindikátorok pillanatnyi értékénél informatívabb azok változása. Az elemzések mindkét képességszint OECD-átlagának kismértékű szignifikáns csökkenését (a felső szint –0,3; alsó szint –2,6%) mutatják. Az országok többségében a 2006-os és 2009-es adatok különbségei a statisztikai hibahatáron belül vannak. A magas képességszintű tanulók aránya a két vizsgálat között Olaszországban (5-6%) és Katarban (1%) nőtt, Tajvanon (5,8%), a Cseh Köztársaságban (3,2%), Szlovéniában (3%), az Egyesült Királyságban (2,6%) és Kanadában (2%) csökkent. Az elvárt természettudományos műveltséggel nem rendelkezők aránya 2009-ben 14, köztük kilenc OECD-országban volt kisebb (2,6–16,6%). A legjelentősebb változást Törökországban (16,6%) és Katarban (13,9%) mérték. Az európai országok közül Portugáliában (8,0%), Lengyelországban (3,8%), Olaszországban (4,6%), Izlandon (2,6%) szűkült a 2. képességszint alatti sáv. A PISA-vizsgálatokban az egyik legjobb teljesítményű Finnországban (1,9%), továbbá Svédországban (2,6%) és a partnerországok között Montenegróban (3,3%) azonban 2006 óta kiszélesedett az alacsony

képességszint. Magyarország esetében egyik képességindikátor sem mutat változást (OECD, 2010b, 160. o.).

Röviden összefoglalva: az elemzések a résztvevők nagy többsége esetében a várakozásnak megfelelően a PISA-felmérésekben vizsgált természettudományos tudás csekély változását mutatják. Olaszország az egyetlen ország a PISA-programban, ahol minkét képességindikátor javuló tendenciát jelez a vizsgált populáció mért természettudományos tudásában, vagyis nőtt a magas és csökkent az alacsony képességszintű tanulók aránya. Magyarország vonatkozásában megállapítható, hogy 15 éves tanulóink természettudományos tudása nemzetközi összehasonlításban átlagos. Átlagos abban az értelemben, hogy az összteljesítmény nem különbözik szignifikánsan az OECD-országok átlagától, és mind a leszakadó, mind a magas képességszintű réteg viszonylag szűk (OECD, 2007b, 2010a, 2010b, 160. o.; Balázsi és mtsai., 2010b).

A kompetenciaterületek teljesítményei




A 2006-os vizsgálatban sor került a természettudományos műveltség elméleti keretében leírt összetevőinek elemzésére. Klaszteranalízist végeztek, melyhez az ismeret-, illetve kompetenciaterület átlagának és az összteljesítménynek a különbségeit használták. Azokat az országokat, ahol a részterületek átlaga nagyobb a teljes teszténél, a relatíve jók, ahol kisebb, a relatíve gyengék közé sorolták. Mindkét csoportot a különbségek nagysága szerint további három: kicsi, közepes és magas különbségszintre osztották (3.24. táblázat). Az ismeret- és a kompetenciaterületek összehasonlítására nem került sor, mivel a két taxonómia kölcsönösen meghatározza egymást (3.20. táblázat). – Egyedül a „*természettudományos bizonyítékok használata*” kompetenciakörben vannak két ismeretkategóriába tartozó itemek (OECD, 2007a).

3.24. táblázat. Az OECD-országok részterületeken elért eredményeinek összehasonlítása (OECD, 2007a, 63. o. 2.13. táblázat alapján)

Országok	Összteljesítmény	Kompetencia			Természettudomány jellemzőinek ismerete	Természettudományi ismeretek		
		Eredmények azonosítása	Jelenségek magyarázata	Bizonyítékok alkalmazása		Föld és a világ-egyetem	Élő rendszerek	Anyagi rendszerek
Ausztrália	527	8,4	-6,6	4,4	6,6	3,4	-5,1	-11,8
Ausztria	511	-5,7	5,6	-6,1	-7,3	-8,3	11,3	6,9
Belgium	510	4,7	-7,7	5,6	8,3	-13,9	-7,9	-3,1
Kanada	534	-2,6	-3,6	7,1	2,8	5,8	-4,0	-5,5
Cseh Közt.	513	-12,4	14,6	-12,3	-13,8	13,2	11,9	21,1
Dánia	496	-2,6	5,4	-7,3	-3,2	-9,0	8,9	6,6
Finnország	563	-8,4	2,8	4,1	-5,6	-9,0	10,5	-3,6
Franciaország	495	3,9	-14,1	15,8	12,2	-32,6	-5,3	-13,0
Németország	516	-5,9	3,4	-0,3	-3,9	-5,4	8,2	0,5
Görögország	473	-4,6	3,1	-7,9	-2,5	4,0	1,3	0,8
Magyarország	504	-21,3	14,2	-6,9	-11,9	8,6	5,2	29,2
Izland	491	3,0	-2,7	0,2	1,7	12,1	-9,4	2,6
Írország	508	7,6	-2,8	-2,4	4,4	-0,2	-2,8	-3,9
Olaszország	475	-1,2	4,1	-8,4	-3,6	-1,5	12,2	-3,0
Japán	531	-9,3	-4,1	13,0	0,2	-1,1	-5,2	-1,0
Korea	522	-3,1	-10,5	16,3	4,4	10,8	-23,9	7,6
Luxemburg	486	-3,5	-3,1	5,5	1,9	-15,6	12,2	-12,4
Mexikó	410	11,7	-3,4	-7,4	3,3	1,9	-7,7	4,6
Hollandia	525	7,7	-3,1	0,7	5,4	-6,8	-15,4	6,2
Új-Zéland	530	5,8	-8,2	6,4	8,7	-0,8	-2,2	-14,7
Norvégia	487	2,6	8,7	-14,0	-6,5	10,5	9,6	4,8
Lengyelország	498	-14,7	8,2	-4,1	-7,2	3,5	11,3	-0,7
Portugália	474	12,2	-5,0	-2,1	7,1	5,1	0,7	-12,0
Szlovák Közt.	488	13,5	12,6	-10,8	-10,2	14,9	11,4	15,1
Spanyolország	488	0,4	1,9	-3,6	0,4	4,9	9,2	-11,6
Svédország	503	-4,7	6,4	-7,2	-5,2	-5,5	8,4	13,7
Svájc	512	3,4	-3,7	7,2	2,9	-9,3	0,9	-5,1
Törökország	424	3,7	-0,8	-6,6	1,2	1,3	1,5	-7,7
Egyesült Kir.	515	-1,0	1,9	-1,2	1,8	-10,2	10,6	-6,4
Egyesült Áll.	489	3,2	-2,8	-0,4	3,3	15,1	-2,1	-3,7




Relative jók

A részterület átlaga az összteljesítménynél

	0-9,999 ponttal magasabb
	10-19,999 ponttal magasabb
	20 vagy több ponttal magasabb

Relative gyengék

A részterület átlaga az összteljesítménynél

	0-9,999 ponttal alacsonyabb
	10-19,999 ponttal alacsonyabb
	20 vagy több ponttal alacsonyabb

A résztvevők teljesítményei az egyes kompetenciakategóriákban összetett képet mutatnak. Az országgrangsorok alapján viszonylag kiegyensúlyozott teljesítményt mutató, mindhárom kompetenciaterületen szignifikánsan a legjobb Finnország a „*jelenségek magyarázatában*” és a „*bizonyítékok használatában*” a jók közepes, az „*eredmények azonosításában*” a gyengék kicsi különbségszintjén található (3.24. táblázat). Összteljesítményét tekintve a résztvevők rangsorában második Hongkong, a finnekhez hasonló eredményt ért el azzal a különbséggel, hogy az „*eredmények azonosításában*” a gyengék közepes különbségszintjén van. Az élvonal országai közül Finnország, Japán és Kanada a „*bizonyítékok használatában*” a jó országok között található (OECD, 2007a, 2007b).

Mint a legtöbb résztvevőre, Magyarországra is igaz, hogy a három kompetenciaterület eredménye nemzetközi összehasonlításban változó (3.25. táblázat). Magyarország a magyar természettudományos oktatásban leginkább jelen levő természettudományos jelenségek, fogalmak, törvények értelmezésében az OECD-átlag felett teljesített, az OECD-országok első harmadának második felében (6–12. helyen) található. Tanulóink a „*jelenségek magyarázatában*” relatíve jó közepes különbségszinten, a másik két területen a relatíve gyenge klaszterbe kerültek. Az „*eredmények azonosításában*” hazánk messze az OECD-átlag alatt teljesített, a résztvevők utolsó harmadában (21–25. helyen) található. A „*bizonyítékok használatában*” tanulóink tudása megfelel az OECD-országok átlagának, amely a résztvevők rangsorában a 14–20. helyek egyikéhez elegendő (OECD, 2007a, 2007b).

3.25. táblázat. A résztvevők magyar eredményei a PISA 2006 természettudományos vizsgálatában (OECD, 2007b)

A természettudományos műveltség mért összetevői		Átlag	Szórás	
Ismeretek	Természettudományos ismeretek	Föld és világegyetem	512 (2,7)	106 (2,0)
		Élő rendszerek	509 (2,4)	98 (1,5)
		Anyagi rendszerek	533 (2,5)▲	97 (1,4)
A természettudomány jellemzőinek ismerete		492 (2,2)	86 (1,4)	
Kompetenciák	Természettudományos eredmények azonosítása	483 (2,5)▼	81 (1,8)▼	
		Természettudományos jelenségek magyarázata	518 (2,6)▲	94 (1,5)▲
		Természettudományos bizonyítékok használata	497 (3,4)	102 (2,1)
<i>Teljes teszt</i>		<i>504 (2,7)</i>	<i>88 (1,6)</i>	

Megjegyzés: (standard hiba) ▲: nemzetközi átlag felett; ▼: nemzetközi átlag alatt

A természettudományos műveltség tartalmi összetevőinek eredményei

A PISA a természettudományos műveltség tartalmi összetevőinek két nagy körét, a természeti környezet és a természettudományok jellemzőinek ismeretét vizsgálta. A résztvevőket a természettudományos ismeretek és a természettudományok jellemzői részterület teljesítménykülönbsége szerinti sorba rendezve kiderül, hogy a két ismeretkategoría eredményei nem mutatnak tendenciaszerű együtt járást a teljes teszt átlagával. A kompetenciaterületekhez hasonlóan változó, hogy az egyes országok melyik területen eredményesebbek. A PISA 2006 adatai szerint a résztvevők döntő többségében nincs, vagy csak kis különbség van a tanulók diszciplinákhoz kapcsolódó és a kutatásokra vonatkozó tudásában (OECD, 2007a). A PISA-vizsgálatokban hagyományosan jól szereplő országok közül Finnország, Kanada, Hongkong esetében nincs, Új-Zéland, Ausztrália és Hollandia esetében pedig viszonylag nagy a két részterület közötti különbség (OECD, 2007a). A természeti környezethez képest számottevően többet tudtak a természettudományok jellemzőiről a francia (29,2 pont), a belga (16,6 pont), a holland (10,7 pont) és a portugál (9,1 pont), valamint az új-zélandi (14,6 pont) és az ausztrál (11,0 pont) tanulók (3.24. táblázat). A természettudományos diszciplinák ismeretében pedig a diszciplináris tudás átadására fókuszáló kelet-európai országok – a Cseh Köztársaság (29,2 pont), Magyarország (26,2 pont) és a Szlovák Köztársaság (24,1 pont) – voltak jóval eredményesebbek (OECD, 2007a).

A természettudományos ismereteknek az elméleti keretekben felállított diszciplinák szerinti elemzése megmutatta a részt vevő országok tantervei-

ben preferált területeket. Annak megállapításához, hogy a természettudományos tartalmak mely köre az egyes részt vevő országok erőssége vagy gyengéje, mindhárom terület eredményét összehasonlították a másik kettő átlagával.¹⁸ Eszerint a 15 éves fiatalok tudása a „*Föld és világegyetem*” kategóriában relatíve jó az OECD-országokban általában, Koreában (19 pont), Izlandon (16 pont) és az Egyesült Államokban (18 pont), az „*Élő rendszerek*” területen Finnországban (17 pont), Franciaországban (17 pont), Luxemburgban (26 pont) és az Egyesült Királyságban (19 pont) (3.24. táblázat). Az „*Anyagi rendszerekben*” a másik két tartalomkörnél lényegesen eredményesebb volt Magyarország (22 pont), Korea (14 pont) és Hollandia (17 pont) (OECD, 2007a).

Magyarország a teljes teszt teljesítményéhez viszonyítva a természettudományok jellemzőinek ismeretében a relatíve gyenge közepes, a természettudományos ismeretek részteszten az OECD-átlag felett, a relatíve jó közepes és nagy különbség-szintű országok közé tartozik. A természettudományos ismeretek és a természettudományok jellemzői közötti különbséget tekintve Magyarország Azerbajdzsán és Csehország mögött a harmadik az országok rangsorában. Magyarországnak a „*Föld és világegyetem*”-re, továbbá az „*Élő rendszerek*”-re vonatkozó tudása a nemzetközi átlagnak felel meg, az összteljesítményhez viszonyított elemzés szerint a relatíve jó, közepes különbség-szintű országok közé tartozik. A magyar fiatalok „*Anyagi rendszerek*”-kel kapcsolatos tudása nemzetközi összehasonlításban kiemelkedőnek mondható, az OECD-átlag felett relatíve jó és magas különbség-szintet (22 pont) mutat (3.24. táblázat; OECD, 2007a, 2007b).

Összegzés

A természettudományos tudás empirikus vizsgálata Magyarországon az 1970-es évektől igen intenzív. Számos, különböző indíttatású, koncepciójú, változó volumenű nemzetközi és hazai felmérést bonyolítottak le, és adott rendszerességgel szerveznek ma is.

Az elmúlt több mint negyven évben Magyarország tizenegy (hat IEA-szervezésű, egy CAEP és négy PISA) nemzetközi rendszerszintű felmérésben vett részt. Az IEA-projektek felmérései és a hozzájuk hasonló

¹⁸ A „Technológiai rendszerek” kategória elemzésére a kis itemszám (8) miatt nem került sor.

IAEP-felmérések, illetve a PISA-vizsgálatok a természettudományos tudás/műveltség különböző aspektusait mérik. Az IEA-projektek és az IAEP a tantervekben deklarált követelményekből levezetett nemzetközi tantervpanel alapján szerveződtek, tesztjeik a természettudományos tantárgy(ak)hoz kapcsolódó ismereteket és kognitív műveleteket, képességeket vizsgálták. A természettudományos nevelés klasszikus értelmezését tükröző, a szaktudományos, szakértői tudáshoz közelebb álló tudáskonceptiójukkal szemben a PISA vizsgálatainak tárgya az egyén fejlődését, társadalmi beilleszkedését, munkaerő-piaci boldogulását segítő tudásként leírt műveltség (*literacy*). Mindebből adódóan, az IEA- és az IAEP-vizsgálatokban az akadémikus, diszciplínaorientált szemlélet, a PISA-ban a realiztikus kontextus dominál.

E nemzetközi vizsgálatsorozatok tudáskonceptióikon túl eszközeikben is különböznek egymástól. Valamennyi vizsgálat a jól bevált feladattípusokból álló papír-ceruza tesztekkel mér, a tesztek szerkezete azonban alapvetően más. Az IEA- és az IAEP-vizsgálatok a mindennapi iskolai munkában megszokotthoz hasonló, rövid, tömör, a megoldáshoz alapvetően szükséges információkat tartalmazó itemekből összeállított, hagyományos feladatlapokat használnak. A PISA klaszterekre tagolt mérőeszközöket alkalmaz, amelyek mindegyikének elején egy-egy mindennapi szituációt megjelenítő szöveg található, amely megteremti a feladat kontextusát, és az itemek az abban leírt jelenségek, a felvetett problémák köré szerveződnek (*Olsen, 2004*).

A koncepcionális és módszertani különbségek ugyan kizárják az eredmények közvetlen összehasonlítását, a felmérések tapasztalatai fontosak, egymást kiegészítve más-más oldalról jellemzik a természettudományos oktatás hatékonyságát. Az eredmények változása képet ad a részt vevő országok oktatási rendszereiben zajló változásokról és azok hatásairól. Az elemzések megmutatták, hogy a rangsor csak közelítő képet ad a részt vevő országok teljesítményéről, az egymáshoz, illetve a minta átlagához való viszonyításon kívül mélyebb következtetések megfogalmazására nem alkalmas. Az adatok egyértelműen jelzik, hogy a ranghely változása nem feltétlenül jelent tudáscsökkenést vagy -növekedést. A rangsorok viszonylagosságát mutatja például, hogy a PISA az általánosan kiváló teljesítményű Finnország esetében a természettudományos műveltségi területen 2006 és 2009 között az OECD-átlagnál nagyobb, a rangsorban a harmadik legjelentősebb teljesítménycsökkenést mért. A finnekhez hasonlóan Törökországnak az OECD-országok közötti pozíciója sem változott számottevően, ellenben a 2009-es vizsgálat szerint

az egyik legjelentősebb javulás itt ment végbe (*Balácsi és mtsai., 2010b; OECD, 2010b*).

Magyarország az első IEA-vizsgálatok – a FISS, de különösen a SISS – 14 éves populációjában a világ élvonalához tartozott, a TIMSS-felmérésekben viszont hullámzó teljesítményt mutat. A nyolcadikosok 1995-ben a résztvevők második harmadára jellemző teljesítményük után 1999-ben ismét a rangsor élére kerültek, majd 2003-ban és 2007-ben újra a mezőny második felében végeztek. Ebben a korcsoportban 1995-ben és 2007-ben négy, 2003-ban öt ország tanulóinak teljesítménye volt szignifikánsan jobb a magyarokénál. 1995-ben tíz, 1999-ben nyolc, 2003-ban két, 2007-ben pedig öt résztvevőtől nem különbözött szignifikánsan a nyolcadikosaink teljesítménye. 1999-ben a 3. ranghelyen, az első kilenc, egymástól szignifikánsan nem különböző eredményt produkáló ország között van hazánk. A hullámzó teljesítményre magyarázat lehet, hogy a TIMSS-mérések alapkoncepcióikban ugyan megegyeztek, részleteikben azonban különböztek. A közzétett feladatokat elemezve kiderül, hogy a magyar természettudományos oktatás szemléletéhez és gyakorlatához a FISS és a SISS után a TIMSS-R (1999) állt a legközelebb. Az 1995-ös, a 2003-as és a 2007-es TIMSS feladatainak realiztikus kontextusa, illetve 2003-ban az STS-koncepciók megjelenése idegen volt a magyar tanulók számára. Az természetes, hogy az ismerős, az iskolaiakhoz hasonló feladattípusok megoldásakor jobb eredmények születnek, de a változó teljesítmény nem minden országra jellemző. Voltak/vannak országok, amelyek teljesítménye kiegyensúlyozott, valamennyi TIMSS-felmérésben az élmezőny tagja volt például Szingapúr, Korea vagy Japán.

Az IEA-vizsgálatok másik két populációjában (4. évfolyam és a középiskola záró évfolyama) a magyar tanulók teljesítménye nem volt kiemelkedő. Ennek oka részben a 4. évfolyamon az alsó tagozatos természettudományos tantervekben, részben az oktatási gyakorlatban keresendő. A tantervelemzési vizsgálatokból kiderült, hogy kisiskoláskorban kevés lehetőséget biztosítunk a természettudományos megismerés, gondolkodás alapvető elemeinek kiépítésére. A természettudományos ismeretek döntő részének elsajátítása felső tagozaton, azon belül is hetedik és nyolcadik évfolyamon történik.

Az IEA vizsgálataiban viszonylag jól szereplő nyolcadikos tanulóink teljesítményének tartalmi és kognitív dimenziók szerinti elemzése megmutatta, hogy már a FISS- és a SISS-felmérésekben is elsősorban az ismeretek felidézését és egyszerű alkalmazását igénylő feladatokban voltunk kiemelkedően eredményesek. A TIMSS-felmérések megerősítették ezt a tapasztalatot.

latot, és jelezték, hogy a magasabb szintű gondolkodást igénylő feladatok nehézséget jelentenek tanulóink számára.

A PISA-vizsgálatok hazai eredményeivel kapcsolatban leggyakrabban használt jelző a „sokkoló”, mivel Magyarország az IEA felméréseiben a megszokotthoz képest lényegesen gyengébben, a résztvevők rangsorának a középmezőnyében, a nemzetközi átlagon teljesítők között szerepelt. A magyar tanulók a lényegben ugyanazt az életkori mintát mérő és időben is közeli TIMSS-R-ben (1999-ben) az 1–9., a PISA 2000-ben az OECD-országok átlagán, a 13–21. helyen teljesítettek, vagyis a természettudományos oktatásunk a PISA műveltségkoncepciójának csak kevéssé tud megfelelni. Vannak azonban olyan országok, mit például Korea, Japán, melyek mindkét vizsgálatosorozatban az élmezőnyben vannak, tanulóik a TIMSS és a PISA alapvetően különböző műveltségdefiníciójának is képesek megfelelni.

A 2009-ig lebonyolított négy PISA-vizsgálat (2000, 2003, 2006 és 2009) nem mutatott szignifikáns változást a hazai tanulók természettudományos műveltségében annak ellenére, hogy az ezredfordulót követően, a PISA 2000 eredményeinek megismerése után tantervi változások és módszertani fejlesztések indultak el a természettudományos tantárgyak tanításában. Magyarország a PISA-felmérésekben ugyanúgy, mint az egészen más mérési célok szerint szerveződő TIMSS-felmérésekben, a diszciplínákhoz, különösen a fizikához és a kémiához (Anyagi rendszerek) kapcsolódó természettudományos ismeretterületen az eredményesebbek, kevésbé ismerik a természettudományos kutatások jellemzőit, és nehezen tudják alkalmazni módszereit.

A nemzetközi felmérések hatására hazai rendszerszintű vizsgálatokra is sor került: a tantervi reformokat értékelő TOF-80 felmérés volt az első, amelyet a Monitor-vizsgálatok követtek. A Monitor-vizsgálatokban a természettudomány tudásterület viszonylag kis teret kapott. Az eredmények megerősítették a nemzetközi vizsgálatok tapasztalatait, melyek azt jelezték, hogy a magyar diákok nincsenek felkészülve tudásuk gyakorlati alkalmazására. Bár a nemzetközi rendszerszintű vizsgálatok is részletes adatokat szolgáltatottak az eredményeket befolyásoló háttérváltozókról, a Monitor-vizsgálatok életkorok és iskolatípusok szerinti elemzéseinek köszönhetően tovább bővült ez a kör. A Monitor-vizsgálatok megmutatták, hogy a tanulók tudásában már az általános iskolában nagy az iskolák közötti különbség, a szakiskolások (akkor szakmunkástanulók) több mint felének természettudományos tudása nem éri el a mindennapi életben való boldoguláshoz szükséges szintet.

A Monitor-vizsgálatokat felváltották a 2001-től folyó, sok tekintetben a PISA-vizsgálatok mintájára szerveződő országos kompetenciamérések, melyek azonban csak a szövegértésre és a matematikára terjednek ki. A természettudományos műveltség, kompetencia hazai mérési koncepciójának kidolgozása és a természettudományos terület bevonása a kompetenciamérésekbe a következő évek fejlesztési feladata.

Összegezve: a felmérések Magyarország esetében egyszerre mutatnak állandóságot és változást. Az eredmények szerint tanulóink nemzetközi összehasonlításban azokban a vizsgálatokban, azokon a tudásterületeken eredményesek, melyek közel állnak a magyar természettudományos oktatás akadémikus hagyományaihoz. Mivel az elmúlt évtizedekben a magyar természettudományos nevelésben nem ment végbe a világ számos országára jellemző paradigmaváltás, az igények és a tudásfelfogás átalakulását követelő felmérésekben Magyarország ma már a nemzetközi átlag körül teljesítő országok egyike. A továbblépéshez természettudományos oktatásunk jelenlegi helyzetének átgondolása, az eredményeket befolyásoló rendszerszintű tényezők további elemzése, valamint a tudásfelfogásban, a természettudományos műveltség koncepciójában történt változások értelmezése és a hazai pedagógiai gyakorlat számára való lefordítása szükséges.

Irodalom

- Adams, R. J. és Gonzalez, E. J. (1996): The TIMSS Test Design. In: Martin, M. O. és Kelly, D. L. (szerk.): *Third International Mathematics and Science Study (TIMSS) Technical Report, Volume I: Design and Development*. Boston College, Chestnut Hill, MA.
- Aikenhead, G. S. (1994): What is STS teaching? In: Solomon, J. és Aikenhead, G. S. (szerk.): *STS education: International perspectives on reform*: Teachers College Press, New York. 47–59. <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/>
- American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1990): *Science for all Americans*. Oxford University Press, New York.
- B. Németh Mária (1997): Vélemények a biológia és egészségtan alpműveltségi vizsga általános követelményeiről. *Új Pedagógiai Szemle*, **47**. 5. sz. 58–65.
- B. Németh Mária (2000): A természettudományos ismeretek alkalmazása. *Iskolakultúra*, **10**. 8. sz. 49–68.
- B. Németh Mária (2002): Az iskolai és hasznosítható tudás: természettudományos ismeretek alkalmazása. In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai tudás*. 2. kiadás. Osiris Kiadó, Budapest. 123–148.

- B. Németh Mária (2003): A természettudományos műveltség mérése. *Magyar Pedagógia*, **103**. 4. sz. 499–526.
- B. Németh Mária (2008a): Irányzatok a természettudományos nevelésben. *Iskolakultúra*, **18**. 3–4. sz. 17–30.
- B. Németh Mária (2008b): A természettudományos műveltség fogalma és értelmezései. *Iskolakultúra*, **18**. 7–8. sz. 3–19.
- B. Németh Mária és Nagy Lászlóné (1999): *Biológia. Alapműveltségi vizsga: részletes követelmények és a vizsgáztatás eszközei, módszerei*. Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged.
- B. Németh Mária, Józsa Krisztián és Nagy Lászlóné (2001): Differenciált követelmények mint a tudás jellemzésének viszonyítási alapjai. *Magyar Pedagógia*, **101**. 4. sz. 485–511.
- Balácsi Ildikó, Ostorics László, Schumann Róbert, Szalay Balázs és Szepesti Ildikó (2010a): *A PISA 2009 tartalmi és technikai jellemzői*. Oktatási Hivatal, Budapest.
- Balácsi Ildikó, Ostorics László, Szalay Balázs és Szepesti Ildikó (2010b): *PISA 2009. Összefoglaló jelentés*. Szövegértés tíz év távlatában. Oktatási Hivatal, Budapest.
- Banai Valéria (2004): Mit tudnak a tanulók a gyógynövényekről? *A Biológia Tanítása*, **12**. 1. sz. 15–30.
- Báthory Zoltán (1979): A természettudományok tanításának eredményei. In: *Tanulmányok a neveléstudomány köréből. 1975–1976*. Akadémiai Kiadó, Budapest. 1953–1976.
- Báthory Zoltán (1999): Természettudományos nevelésünk – változó magyarázatok. *Iskolakultúra*, **9**. 10. sz. 46–54.
- Báthory Zoltán (2000): *Tanulók, iskolák – különbségek. Egy differenciális tanításmélet vázlata*. 3., átdolgozott kiadás. Okker Oktatási Kiadó, Budapest. 221–277.
- Báthory Zoltán (2003): Rendszerszintű pedagógiai felmérések. *Iskolakultúra*, **13**. 8. sz. 3–19.
- Beaton, A. E., Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Gonzalez, E. J., Smith, T. A. és Kelly, D. L. (1996): *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, Chestnut Hill, Boston College, Boston.
- Bloom, B. S. (1956): *Taxonomy of Educational Objective: The classification of Educational Goals*. Handbook I. Cognitive Domain. McKay, New York.
- Bratinkáné Magyar Éva (1989): *Fizika 6. osztályos megyei tudásszintmérés elemzése*. Nógrád Megyei Pedagógiai Intézet, Salgótarján.
- Brunkhorst, H. K. és Yager, R. E. (1986): A new rationale for science education – 1985. *School Science and Mathematics*, **86**. 5. sz. 364–374.
- Chrappán Magdolna (1998): A diszciplináris tárgytól az integrált tárgyakig. *Új Pedagógiai Szemle*, **48**. 12. sz. 59–74.
- Comber, L. C. és Keeves, J. P. (1973): *Science Education in Nineteen Countries*. International Studies in Evaluation. Wiley, New York.
- Csapó Benő (1999): Természettudományos nevelés: híd a tudomány és a nevelés között. *Iskolakultúra*, **9**. 10. sz. 5–17.
- Csapó Benő (2002a): A tudáskonceptió változása: nemzetközi tendenciák és a hazai helyzet. *Új Pedagógiai Szemle*, **52**. 2. sz. 38–45.
- Csapó Benő (2002b): Az iskolai tudás vizsgálatának elméleti keretei és módszerei. In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai tudás*. 2. kiadás. Osiris Kiadó, Budapest. 15–43.

- Csapó Benő (2002c): Iskolai osztályzatok, attitűdök, műveltség. In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai műveltség*. Osiris Kiadó, Budapest. 37–64.
- Csapó, B. (2004): Knowledge and competencies. In: Letschert, J. (szerk.): *The integrated person. How curriculum development relates to new competencies*. CIDREE, Enschede. 35–49.
- Csikos Csaba és B. Németh Mária (2002): A tesztekkel mérhető tudás. In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai tudás*. 2. kiadás. Osiris Kiadó, Budapest. 91–122.
- Csorba F. László (2003): Gyakorlatiasság és tudás. *Új Pedagógiai Szemle*, **53**. 4. sz. 11–20.
- Dobóné Tarai Éva (2007): Általános iskolai tanulók tudásszerkezete (Az anyag és az anyag változásai). *Iskolakultúra*, **17**. 8. sz. 119–131.
- Domján Károly (1974): *Oksági összefüggések megértése 6–10 éves korban*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Drake, S. M. (2000): *Integrated curriculum: A chapter of the curriculum handbook*. Association for Supervision and Curriculum Development, Alexandria, VA.
- Dressel, P. (1958): The Meaning and Significance of Integration. In: Nelson, B. H. (szerk.): *The Integration of Educational Experiences*. 57th Yearbook of the National Society for the Study of Education. University of Chicago Press, Chicago. 3–25.
- Durant, J. R. (1993): What is scientific literacy. In: Durant, J. R. és Gregory, J. (szerk.): *Science and culture in Europe*. Science Museum, London. 129–137.
- Fazekas György (1976): *A biológiatanítás tudományos vizsgálata*. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Felvégi Emese (2006): Integrált természettudomány-tanítás, nemzetközi projektek. *Új Pedagógiai Szemle*, **56**. 5. sz. 122–124.
- Fogarty, R. (1991): *The Mindful School: How to Integrate the Curricula*. IL SkyLight Publishing Inc. Palatine. <http://vocserve.berkeley.edu/ST2.1/TowardanIntegrated.html>.
- Fogarty, R. és Stoehr, J. (1995): *Integrating curricula with multiple intelligences: teams, themes and threads*. IL SkyLight Publishing Inc. Palatine.
- Franyó István (1985): Az általános iskolai biológiatanítás hatékonyságának vizsgálata I. *A biológia tanítása*, **24**. 6. sz. 161–171.
- Franyó István (1986): Az általános iskolai biológiatanítás hatékonyságának vizsgálata II. *A biológia tanítása*, **25**. 6. sz. 162–172.
- Franyó István (1987): Az általános iskolai biológiatanítás hatékonyságának vizsgálata III. *A biológia tanítása*, **26**. 6. sz. 168–178.
- Franyó István (1988): Az általános iskolai biológiatanítás hatékonyságának vizsgálata IV. *A biológia tanítása*, **27**. 4. sz. 97–108.
- Franyó István (1989): Az általános iskolai biológiatanítás hatékonyságának vizsgálata V. *A biológia tanítása*, **28**. 1. sz. 1–13.
- Futó Józsefné (1969): *Teljesítményértékelés a biológia tanításában*. Országos Pedagógiai Intézet, Budapest.
- Géczi János és Takács Viola (2003): A biológia tesztek megoldásának struktúrája. *Acta Paedagogica*, **3**. 1. sz.
- Habók Anita (2004): A tanulás tanulása az értelemgazdag tudás érdekében. *Magyar Pedagógia*, **104**. 4. sz. 443–470.
- Hajdu Lajos (1998): *Földrajz. Alapműveltségi vizsga: részletes követelmények és a vizsgázatás eszközei, módszerei*. Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged.

- Havas Péter (1980): *A természettudományos fogalmak alakulása*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Havas Péter (1999): Természettudományokkal Európán keresztül. *Új Pedagógiai Szemle*, **49**, 9. sz. 106–122.
- Horváth Lajos (1990): *Megyei mérés tapasztalatai fizikából Bács-Kiskun megye szakközépiskoláiban. A fizika tanításának helyzete a megye szakmunkásképző iskoláiban*. Bács-Kiskun Megyei Pedagógiai Intézet, Kecskemét.
- Horváthné Papp Ibolya (szerk., 1991): *Pedagógiai kérdések Tolna megyében. Biológia, fizika, földrajz, kémia, technika tantárgyi mérések eredményei és értékelése. Általános iskola*. Tolna megyei Pedagógiai Intézet, Szekszárd.
- Hsingchi, A. W. és Schmidt, W. H. (2001): History, Philosophy, and Sociology of Science in Science Education: Results from the Third International Mathematics and Society Study. *Science and Education*, **10**, 1–3. sz. 51–70.
- Jacobs, H. H. (szerk., 1989): *Interdisciplinary curriculum: Design and implementation*. Association for Supervision and Curriculum Development, Alexandria, VA.
- Jenkins, E. W. (1994): Scientific literacy. In: Husen, T. és Postlethwait, T. N. (szerk.): *The international encyclopedia of education*. Volume 9, Pergamon Press, Oxford, UK. 5345–5350.
- Juhász Erika, Márkus Edina és Szabó Irma (1999): Természettudományos tévképzetek iskolai vizsgálata. *Iskolakultúra*, **9**, 10. sz. 97–103.
- Keeves, J. P. (1992a): The IEA Study of Science III: Changes in Science Education and Achievement: 1970 to 1984. Pergamon Press, Oxford.
- Keeves, J. P. (1992b): Learning Science in a Changing World. Cross-national Studies of Science Achievement: 1970 to 1984. IEA.
- Kelemen László (1963): *A 10–14 éves tanulók tudásszintje és gondolkodása*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Kluknavszky Ágnes (2006): A folyadékok szerkezetéről alkotott tanulói elképzelések. *A Kémia Tanítása*, **14**, 4. sz. 19–27.
- Korom Erzsébet (2000): A fogalmi váltás elméletei. *Magyar Pszichológiai Szemle*, **55**, 2–3. sz. 179–205.
- Korom Erzsébet (2002): Az iskolai és a hétköznapi tudás ellentmondásai: a természettudományos tévképzetek. In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai tudás*. 2. kiadás. Osiris Kiadó, Budapest. 149–176.
- Korom Erzsébet (2005): *Fogalmi fejlődés és fogalmi váltás*. Műszaki Kiadó, Budapest.
- Korom Erzsébet és Csapó Benő (1997): A természettudományos fogalmak megértésének problémái. *Iskolakultúra*, **7**, 2. sz. 12–21.
- Korom Erzsébet és Nagy Lászlóné (2008): *Természettudományos alapfogalmak fejlettségének vizsgálata 4. évfolyamon*. VIII. Neveléstudományi Konferencia. Budapest, 2008. november 13–15. (Tartalmi összefoglalók: 240. o.)
- Korom Erzsébet és Nagy Lászlóné (2010): *Természettudományos alapismeretek fejlődése 4–6. évfolyamon*. VIII. Pedagógiai Értékelési Konferencia, Szeged, 2010. április 16–17. Tartalmi összefoglalók.
- Korom Erzsébet és Nagy Lászlóné (2012a): A kémiai fogalmak megértését segítő oktatási módszerek alkalmazásának tapasztalatai a természetismeret tantárgy alkalmazásában. *A Kémia Tanítása*, **20**, 1. sz. 3–15.

- Korom Erzsébet és Nagy Lászlóné (2012b): Természettudományos ismeretek megértését segítő program az 5–6. évfolyamon. *Iskolakultúra*, **22**, 2. sz. 3–16.
- Kotnyek Flóra és Nagy Lászlóné (2005): A majomból lett ember, avagy egy, a 12.-es gimnazista tanulók körében végzett felmérés tanulságai. *A Biológia Tanítása*, **13**, 4. sz. 11–19.
- Lake, K. (1994): Integrated Curriculum. The NorthWest Regional Education Library (*School Improvement Research Series*, SIRS). <http://www.nwrel.org/scpd/sirs/8/c016.html>
<http://www.smallschoolsproject.com/index.asp?siteloc=tool§ion=indes>
- Lapointe, A. E., Askew, J. M. és Mead, N. A. (1992): *Learning science*. Report. Prepared for National Center Educational Statistics, U.S. Department of Education and the National Science Foundation.
- Layton, D. (1981): The schooling of science in England, 1854–1939. In: MacLeod, R. és Collins, P. (szerk.): *The parliament of science*. Science Reviews, Northwood. 188–210.
- Ludányi Lajos (2007): A levegő összetételével kapcsolatos tanulói koncepciók vizsgálata. *Iskolakultúra*, **17**, 10. sz. 50–63.
- Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Beaton, A. E., Gonzalez, E. J., Smith, T. A. és Kelly D. K. (1997): *Science Achievement in the Primary School Years: IEA's Third International Mathematics and Science Study (TIMSS)*. TIMSS International Study Center Boston College, Chestnut Hill, MA., Boston.
- Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Gonzalez, E. J., Gregory, K. D., Smith, T. A., Chrostowski, S. J., Garden, R. A. és O'Connor, K. M. (szerk., 2000): *TIMSS 1999 International Science Report*. Boston College Chestnut Hill, MA., Boston.
- Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Gonzalez, E. J., Gregory, K. D., Smith, T. A., Chrostowski, S. J., Garden, R. A. és O'Connor, K. M. (szerk., 2001): *Science Benchmarking Report: TIMSS 1999 – Eighth Grade*. Boston College Chestnut Hill, MA., Boston.
- Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Gonzalez, E. J. és Chrostowski, S. J. (2004): *TIMSS 2003 International Science Report. Findings From IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades*. TIMSS & PIRLS International Study Center Lynch School of Education, Boston College Chestnut Hill, MA., Boston.
- Martin, M. O., Mullis, I. V. S. és Foy, P. (2008): *TIMSS 2007 International Science Report: Findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades*. TIMSS & PIRLS International Study Center Lynch School of Education, Boston College, Boston.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Beaton, A. E., Gonzalez, E. J., Kelly, D. K. és Smith, T. A. (1998): *Mathematics and Science Achievement in the Final Years of Secondary School: IEA's Third International Mathematics and Science Study (TIMSS)*. TIMSS International Study Center Boston College, Chestnut Hill, Boston.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Smith, T. A., Garden, R. A., Gregory, K. D., Gonzalez, E. J., Chrostowski, S. J. és O'Connor, K. M. (szerk., 2001): *Assessment Frameworks and Specifications 2003 (2nd Edition)*. International Study Center, Lynch School of Education, College Boston, Boston.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Ruddock, G. J., O'Sullivan, C. Y., Arora, A. és Eberber, E. (szerk., 2005): *TIMSS 2007 Assessment Frameworks*. TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College, Boston.
- Nagy József (1972): *A témazáró tudásszintmérés gyakorlati kérdései*. Tankönyvkiadó, Budapest.

- Nagy József (1975): *A témazáró tesztek reliabilitása és validitása. Standardizált témazáró tesztek.* JATE, Pedagógiai Tanszék, Szeged.
- Nagy Lászlóné (1999a): Hogyan sajátították el a tanulók „Az élővilág és a környezet” témakör tananyagát? Egy fogalomfejlődési vizsgálat tanulságai. *Iskolakultúra*, **9.** 10. sz. 86–96.
- Nagy Lászlóné (1999b): A biológiai alapfogalmak fejlődése 6–16 éves korban. *Magyar Pedagógia*, **99.** 3. sz. 263–288.
- Nagy Lászlóné (1999c): Az élőlények megkülönböztetése az élettelen dolgoktól. *A Biológia Tanítása*, **7.** 5. sz. 17–22.
- Nagy Lászlóné (2002): Az analógiák osztálytermi alkalmazása. *A Biológia Tanítása*, **10.** 3. sz. 20–31.
- Nagy Lászlóné (2004): Biológiai fogalmak tanításának problémái: egy tudásszintmérés néhány tanulsága. *A Biológia Tanítása*, **12.** 2. sz. 3–18.
- Nagy Lászlóné (2006): *Az analógiás gondolkodás fejlesztése.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- Nagy Lászlóné és Korom Erzsébet (2011): A biológiai fogalmak megértését segítő oktatási módszerek alkalmazásának tapasztalatai a természetismeret tantárgy tanításában. *A Biológiai Tanítása*, **19.** 4. sz. 3–15.
- Nahalka István (1993): Irányzatok a természettudományos nevelés II. világháború utáni fejlődésében. *Új Pedagógiai Szemle*, **53.** 1. sz. 3–24.
- OECD (1999): *Measuring Student Knowledge and Skills.* OECD, Paris.
- OECD (2000): *Measuring student knowledge and skills. The PISA 2000 Assessment of reading, mathematical and scientific literacy. Education and Skills.* OECD, Paris.
- OECD (2001): *Knowledge and Skills for Life.* First results from PISA 2000. OECD, Paris.
- OECD (2002): *Sample tasks from the PISA 2000 Assessment of reading, mathematical and scientific literacy.* OECD, Paris.
- OECD (2003): *PISA 2003 Assessment Framework – Key Competencies in Reading, Mathematics, Science. Problem solving and Knowledge science skill.* OECD, Paris.
- OECD (2004): *Learning for Tomorrow's world.* First results from PISA 2000. OECD, Paris.
- OECD (2006a): *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy A Framework for PISA 2006.* OECD, Paris.
- OECD (2006b): *Science Competencies for Tomorrow's World Volume 1: Analysis.* OECD, Paris.
- OECD (2007a): *PISA 2006 Science Competencies for Tomorrow's World. Volume 1: Analysis.* OECD, Paris.
- OECD (2007b): *PISA 2006. Volume 2: Data.* OECD, Paris.
- OECD (2009): *PISA 2009 Assessment Framework – Key Competencies in Reading, Mathematics and Science.* OECD, Paris.
- OECD (2010a): *PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Reading, Mathematics and Science (Volume I).* OECD, Paris.
- OECD (2010b): *PISA 2009 Results: Learning Trends: Changes in Student Performance Since 2000 (Volume V).* OECD, Paris.
- Olsen, R. V. (2004): *The OECD PISA assessment of scientific literacy: how can it contribute to science education research?* Paper at NARST Annual International Conference, Vancouver, Canada, 1–4. april 2004. <http://folk.uio.no/rolfvo/engpubl.html>

- Olsen, R. V. (2005): *Achievement tests from an item perspective. An exploration of single item data from the PISA and TIMSS studies, and how such data can inform us about students' knowledge and thinking in science*. Dr. Scient avhandling. Unpublished, Oslo. http://folk.uio.no/rolfvo/Publications/Rolf_Olsen_DrScient_new.pdf
- Olsen, R. V., Lie, S. és Turmo, A. (2001): Learning about students' knowledge and thinking in science through large-scale quantitative studies. *European Journal of Psychology of Education*, **16**, 3. sz. 403–420.
- Orpwood, G. (2001): The role of assessment in science curriculum reform. *Assessment in Education*, 8. sz. 135–151.
- Orpwood, G. és Garden, R. A. (1998): *Assessing mathematics and science literacy*. TIMSS Monograph No. 4.: Pacific Educational Press, Vancouver, BC.
- Országos Pedagógiai Intézet Tantervelméleti Főosztály (1982): Valóságközelben az iskolai nevelés. *Köznevelés*, **38**, 32. sz. 3–5.
- Papp Katalin (2001): Ami a számszerű eredmények mögött van ... – a magyar tanulók fizikatudása egy nemzetközi vizsgálatban. *Fizikai Szemle*, **51**, 1. sz. 26–34. <http://www.kfki.hu/fszemle/archivum/fsz0101/papp.html>
- Patkós András (2008): Pillantás a PISA-ra. *Fizikai Szemle*, **58**, 1. sz. 25. <http://www.kfki.hu/fszemle/archivum/fsz0801/patkos0801.html>
- Radnóti Katalin (2003): A fizika tantárgy helyzete és fejlesztési feladatai egy vizsgálat tükrében. *Fizikai Szemle*, **53**, 5. sz. 170.
- Radnóti Katalin (2004): Fizikatanítás a középiskolában. – A 2003-as obszervációs felmérés tapasztalatai. <http://www.oki.hu/printerFriendly.php?tipus=cikk&kod=kozepfok>
- Radnóti Katalin (2005a): A fizika tantárgy problémái és lehetséges megoldások egy felmérés tükrében. *A Fizika Tanítása*, **13**, 3. sz. 5–13.
- Radnóti Katalin (2005b): A fizika tantárgy helyzete egy vizsgálat tükrében. *Iskolakultúra*, **15**, 3. sz. 81–94.
- Radnóti Katalin és Nahalka István (szerk., 2002): *A fizikatanítás pedagógiája*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Revákné Markóczi Ibolya (2001): A problémamegoldó gondolkodást befolyásoló tényezők. *Magyar Pedagógia*, **101**, 3. sz. 267–284.
- Revákné Markóczi Ibolya (2004a): Nehezen megoldható biológia problémafeladatok. *Iskolakultúra*, **14**, 4. sz. 42–50.
- Revákné Markóczi Ibolya (2004b): Így oldjunk meg problémafeladatokat biológiából. *A Biológia Tanítása*, **12**, 2. sz. 23–25.
- Revákné Markóczi Ibolya és Máth János (2002): A természettudományos problémamegoldó gondolkodás fejlesztése a középiskolában. *Új Pedagógiai Szemle*, **52**, 10. sz. 101–109.
- Roberts, D. A. (1983): *Scientific literacy. Towards a balance for setting goals for school science programs*. Minister of Supply and Service, Ottawa, ON, Kanada.
- Roberts, D. A. (2007): *Scientific Literacy / Science Literacy*. In: Abell, S. K. és Lederman, N. G. (szerk.): *Handbook of Research on Science Education*. Lawrence Erlbaum, Mahwah, NJ. 729–780.
- Smith, J. és Karr-Kidwell, P. (2000): *The interdisciplinary curriculum. A literary review and a manual for administrators and teachers*. Eric Document Reproduction Service No. ED443172.

- Solomon, J. (1998): The science curricula of Europe and the notion of scientific culture. In: Roberts, D. A. és Östman, L. (szerk.): Problems of meaning in science curriculum. Teachers College Press, New York. 166–177.
- Szabó Árpád (1998): A természettudományos nevelés. *Új Pedagógiai Szemle*, **48.** 6. sz. 13–14.
- Szalay Balázs (1999): Természettudomány. In: Vári Péter (szerk.): *Monitor '97. A tanulók tudásának változása*. Országos Közoktatási Intézet, Budapest. 150–208.
- Szenczi Lászlóné (1989): *Hatodik osztályos fizika eredményvizsgálat*. Tolna Megyei Pedagógiai Intézet, Szekszárd.
- Takács Gábor (2000): Természettudományos tévképzetek és az oktatás kapcsolata. *Budapesti Nevelő*, **36.** 2–3. sz. 29–40.
- Takács Gábor (2006): Természettudományos tévképzetek. *A Biológia Tanítása*, **14.** 5. sz. 3–14.
- Takács Viola (1997): A tudásszerkezet mérése. *Iskolakultúra*, **7.** 6–7. sz. Melléklet.
- Takács Viola (2003): Biológia tesztek megoldása és az intelligencia hányadosok. *Iskolakultúra*, **13.** 4. sz. 51–66.
- Tóth Zoltán (1999a): Egy kémiai tévképzet nyomában. *Iskolakultúra*, **9.** 2. sz. 108–112.
- Tóth Zoltán (1999b): A kémiatankönyvek mint a tévképzetek forrásai. *Iskolakultúra*, **9.** 10. sz. 103–108.
- Tóth Zoltán (2000): Bermuda-háromszögek a kémiában. *Iskolakultúra*, **10.** 10. sz. 71–76.
- Tóth Zoltán (2005): A tudásszerkezet és a tudás szerveződésének vizsgálata a tudástér-elmélet alapján. *Magyar Pedagógia*, **105.** 1. sz. 59–82.
- Tóth Zoltán (2006): Középszintű tanulók alapvető fizikai és kémiai mennyiségek ismeretével és alkalmazásával kapcsolatos tudásszerkezetének vizsgálata a tudástér-elmélet segítségével. *A Kémia Tanítása*, **14.** 2. sz. 12–21.
- Tóth Zoltán és Kiss Edina (2007): A fizikai és kémiai változások azonosításával kapcsolatos tudásszerkezet. *Iskolakultúra*, **17.** 1. sz. 19–30.
- Vajthó Erik és Bíró Zoltán (1992): *Eredményvizsgálat biológiából*. Pest Megyei Pedagógiai Szolgáltató Iroda, Budapest.
- Vargáné Kömlői Gyöngyi (1988): Témazáró tudásszintmérés kémiából. *A kémia tanítása*, 5. sz.
- Vári Péter (szerk., 1997): *Monitor '95. A tanulók tudásának felmérése. Mérés – Értékelés – Vizsga I.* Országos Közoktatási Intézet, Budapest.
- Vári Péter (szerk., 1999): *Monitor '97. A tanulók tudásának változása*. Országos Közoktatási Intézet, Budapest.
- Vári Péter (szerk., 2004): *PISA-vizsgálat 2000*. Műszaki Kiadó, Budapest.
- Vári Péter, Andor Csaba, Bánfi Ilona, Bérces Judit, Krolopp Judit és Rózsa Csaba (1998): Jelentés a Monitor '97 felmérésről. *Új Pedagógiai Szemle*, **48.** 1. sz. 82–102.
- Vári Péter, Bánfi Ilona, Felvégi Emese, Krolopp Judit, Rózsa Csaba és Szalay Balázs (2000): A tanulók tudásának változása I–II. rész. Jelentés a Monitor '99 vizsgálat eredményeiről. *Új Pedagógiai Szemle*, **50.** 6. sz. 25–35. és 7–8. sz. 15–26.
- Vitárus Sándor (1989). *Tudásszintmérés földrajzból*. Pest Megyei Pedagógiai Intézet, Budapest.
- Zátonyi Sándor (1982). *Eredményvizsgálat témazáró feladatlapokkal (Fizika 6–8. osztály)*. Országos Pedagógiai Intézet, Budapest.

- Zátonyi Sándor (1983): A tanulási teljesítmények különbségének vizsgálata a fizikában. *Pedagógiai Szemle*, **34.** 2. sz. 119–129.
- Zátonyi Sándor (1998): Fizika. Alapműveltségi vizsga: részletes vizsgakövetelmények és a vizsgáztatás eszközei, módszerei. Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged.
- Zátonyi Sándor (2001): Fizika felmérő: A 8–11. évfolyamos tanulók tudásának diagnosztikus értékelése. *Iskolakultúra*, **11.** 3. sz. 28–36.