



1. fejezet

A KISISKOLÁSKORI TERMÉSZETTUDOMÁNYOS NEVELÉS CÉLJA, FELADATA ÉS KERETEI

Papp Katalin
Nagy Anett
Z. Orosz Gábor

„A lángészhez a gyermek áll a legközelebb.”

Lánczos Kornél

Miért felejt el kérdezni a kíváncsi, minden iránt érdeklődő gyerek az iskolai oktatásban előre haladva? A természet miért válik izgalom tárházából érdektelen információhalmazzá? Ami kihívás volt a gyermekkori játékban, miért válik nyuggá a tanulásban? Úgy gondoljuk, hogy a természettudományos érdeklődés nemcsak a társadalom egy szűk rétegének veleszületett sajátja, hanem mindnyájunkban megtalálható tulajdonság. Egy óvodás vagy kisiskolás gyermek jellemző attitűdje a folyamatos tevékenység és kérdezés, naiv nyitottság a világra. A kisgyermekeknek még elegendő önbizalmuk van az új dolgok kipróbálására. Nem veszélyezi őket semmi, nem jönnek zavarba, és nem félnek hibázni. A kreatív emberek egész életükben megőrzik ezeket a tulajdonságokat. Az a gyermek, akit kreativitásra bátorítanak, valószínűleg ilyen is marad, és képes hatékonyan alkalmazkodni a változó világhoz. Ebben a fejezetben a gyermekkori, kisiskoláskori természettudományos nevelés jelentőségére és feladataira igyekszünk rámutatni egy rövid nemzetközi és hazai kitekintéssel.

A TERMÉSZETTUDOMÁNYOS NEVELÉS PROBLÉMÁI, A VÁLTOZÁS FELTÉTELEI

A Rocard-jelentés¹

Több mint tíz éve, 2007-ben jelent meg az ún. Rocard-jelentés, ami áttekintette az európai természettudományos nevelés helyzetét, és igyekezett megoldást találni arra a problémára, hogy egyre csökken a fiatalok érdeklődése a természettudományok és a matematika iránt. Ez nemcsak a kutatás és fejlesztés utánpótlását veszélyezteti, de egyéb társadalmi problémákat is okoz, ha az iskola nem tud kellően felkészíteni a hétköznapi életben való boldogulásra. Az Európai Bizottság által felkért munkacsoport Michael Rocard vezetésével igyekezett javaslatokat tenni a problémák megoldására (Rocard, Csermely, Jorde, Lenzen, Walberg-Henriksson, & Hemmo, 2007). A jelentésben hivatkoznak többek között az *OECD Evolution of student interest in science and technology* elemzésére, ami a természettudományok iránti attitűdök alakulásában kiemeli a kisgyermekkori tudományos tapasztalatok szerepét, de arra is rámutat, hogy „bár a kisgyermekekben megvan a természetes kíváncsiság a természettudományok iránt, a hagyományos formális oktatás elfojt-

¹ A Rocard-jelentés magyarul Csíkos Csaba fordításában az *Iskolakultúra* 2010, 12. számában olvasható.
<http://epa.oszk.hu/00000/00011/00153/pdf/2010-12.pdf>

A Rocard-jelentés megjelenése kapcsán készült interjú Csermely Péterrel a *Fizikai Szemle* 2007, 9–10. számában található. <http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz0710/Rocard-jelentes.pdf>

hatja ezt az érdeklődést, és így negatív hatással lehet a természettudományok tanulása iránti attitűd formálódására. A felismert okok között szerepel az a kényelmetlen helyzet, amikor az alsó tagozatos tanárok egy része úgy tanít különböző tantárgyakat, hogy hiányzik hozzá a kellő magabiztosság és tudás. Gyakran választják a hagyományos frontális oktatási stratégiát, mert ezt érzik kényelmesnek, és nem használják a kutatásalapú tanulás módszereit, amelyek mélyebb, integrált természettudományi szemléletet követelnek. Így a fókusz a memorizálásra helyeződik a megértéssel szemben; emellett a nagy tananyagmennyiség kevés időt hagy az érthető kísérletek számára” (Rocard, Csermely, Jorde, Lenzen, Walberg-Henriksson, & Hemmo, 2007, p. 9; fordította Csikos, 2010, p. 18)

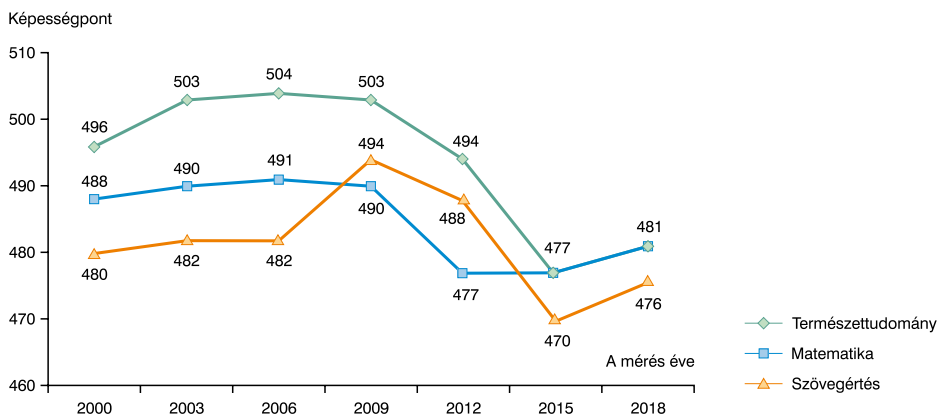
Ahhoz, hogy ez a helyzet változhasson, a Rocard-jelentés a pedagógusok módszertani tudásának alakítását, a tanító- és tanárképzés fejlesztését javasolja. Kiemeli, hogy az oktatásban kulcsszereplők a pedagógusok, ezért az ő támogatásuk, szemléletformálásuk alapvető feladat. Az oktatási módszerek közül elsősorban a kutatásalapú tanulást hangsúlyozza, ami épít a tanulók kíváncsiságára, és lehetővé teszi, hogy a tanulók tapasztalatokhoz, megfigyelésekhez jussanak, és azokat rendszerezék, értelmezzék.

A nemzetközi felmérések tapasztalatai

A természettudományos oktatás helyzetét, eredményességét rendszeresen jelzik a nemzetközi vizsgálatok eredményei. Az alábbiakban áttekintjük a két legnagyobb – a diákok természettudományos tudásának vizsgálatát is magában foglaló – nemzetközi vizsgálat legfontosabb jellemzőit, melyekben az indulásuktól kezdve Magyarország is részt vesz.

PISA-vizsgálatok

Az OECD (*Organisation for Economic Co-operation and Development*) által szervezett vizsgálat a PISA (*Programme for International Student Assessment*), melyet 2000 óta háromévente szerveznek. Ennek keretében a 15 éves tanulók tudását mérik az alábbi három területen: szövegértés, matematika és természettudományok. Fontos, hogy itt elsősorban azt vizsgálják, hogy a diákok mennyire tudják a megszerzett tudásukat iskolán kívüli, hétköznapi helyzetekben alkalmazni, és milyen sikerrel sajátítottak el olyan kompetenciákat, mint a jelenségek tudományos magyarázata, tudományos vizsgálatok tervezése, értékelése, valamint adatok és bizonyítékok tudományos értelmezése (OECD, 2019). Tekintettel arra, hogy ez a mérés az idősebb korosztályra vonatkozik, így itt csak egy olyan áttekintő grafikont mutatunk be, melyből kiolvasható a magyar diákok eredményeinek alakulása az elmúlt másfél évtized alatt (1. ábra).



1. ábra A magyar tanulók eredményei a PISA-vizsgálatokban (2000–2018)

Látható, hogy a magyar tanulók természettudományos teljesítménye a legutóbbi, 2018-as mérésben is a nemzetközi átlag (500 pont) alatt van. A korábbi mérések alapján kialakuló trend romló, illetve stagnáló tendenciát mutat. Mindez a kisiskoláskori természettudományos nevelés szempontjából azért érdekes, mert a 15 éves korban mért ismeretek és készségek megalapozásában, előkészítésében jelentős szerepe van az iskola kezdő szakaszának is.

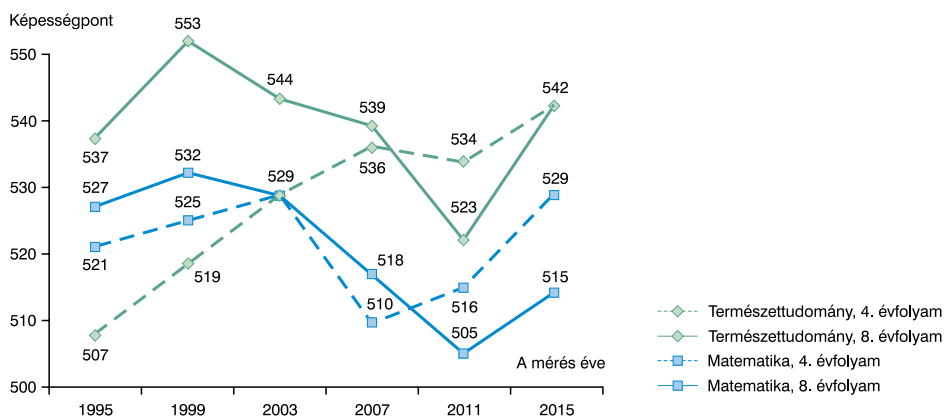
TIMSS-vizsgálatok

Az IEA (*International Association for the Evaluation of Educational Achievement*) által szervezett TIMSS-vizsgálatok kezdete az 1970-es évekre nyúlik vissza. A természettudományos tudást mérő első felmérést 1970–71-ben szervezték (*FISS: First International Science Study*), amelyben már a magyar tanulók is részt vettek, majd 1983–84-ben megismételték (*SISS: Second International Science Study*), lehetővé téve a változások megfigyelését. Az 1995-ben lebonyolított harmadik vizsgálat során már a diákok matematikai tudását is mérték (*TIMSS: Third International Mathematic and Science Study*). Innentől kezdve a vizsgálat TIMSS néven a 4. és 8. évfolyamos tanulók matematikai és természettudományos tudásának felmérése érdekében négyévente kerül megszervezésre. A feladatsorok a részt vevő országok tanterveinek közös része alapján készülnek, így tehát az iskolában megszokott tartalmakkal és kérdéstípusokkal találkoznak a tanulók (Papp, 2001; B. Németh, Korom, & Nagy, 2012).

A TIMSS-felmérés a tendenciák követése mellett figyelemmel kíséri a tantervi követelmények megvalósulását, valamint keresi az adott időszakban legsikeresebbnek, leghatékonyabbnak mutatózó oktatási gyakorlatokat. A tanulók és tanárai, valamint a felmérésben részt vevő iskolák igazgatói a mérés során kérdőíveket is kitöltenek. Ezekben többek között a diákok családi és iskolai körülményeire, tanulási szo-

kásaira, tantárgyakhoz fűződő viszonyára, a tanári munka szakmai vonatkozásaira, valamint az iskolai-tanulási klímára vonatkozó kérdések szerepelnek. A 2015-ben zajlott felmérés eredményeit már ismerjük, a 2019-es vizsgálat eredménye 2020 decemberében lesz nyilvános. A továbbiakban néhány fontosabb eredményt emelünk ki a hazai összefoglaló alapján (Szalay, Szepesi, & Vadász, 2016). A további tájékozódást segítik a TIMSS 2015 vizsgálat hivatalos dokumentumai (Martin, Mullis, Foy, & Hooper, 2016), illetve egy korábbi, a részletes eredményeket elemző és néhány nyilvánossá tett fizikafeladatot bemutató munkánk (Papp, Flach, & Molnár, 2018).

A tudást mérő tesztek értékelése pontokkal történik, és a skálát úgy alakítják, hogy az átlag 500 pont és a szórás 100 pont legyen. Az eredmények könnyebb értelmezése és összehasonlíthatósága érdekében képesszinteket jelölnek ki a skálán belül. A képesszintek kialakítását és leírását a feladatok nehézségének és megoldhatóságának részletes elemzése előzi meg. Mindkét évfolyam (4. és 8.) esetében négy képesszintet határoztak meg: kiváló szintű tudás 625 képességpont felett, magas szintű tudás 550–625 pont között, átlagos szintű tudás 475–550 között és alacsony szintű tudás 400–475 pont között. A 2. ábra mutatja a magyar diákok eddigi TIMSS-méréseken nyújtott teljesítményét a vizsgált két területen és életkorban.



2. ábra A TIMSS-vizsgálatok eredményei 4. és 8. évfolyamon természettudományból és matematikából (1995–2015)

Az eredmények 8. évfolyamon mindkét területen hasonló tendenciát mutatnak. A 4. évfolyamon azonban jelentős eltérés mutatkozik. A természettudományos eredmények jobban alakultak, a 2011-es visszaeséstől eltekintve nőtt, illetve szinten maradt a teljesítmény. A 2015-ös mérésben a magyar 4. évfolyamos diákok (542 pont) a 8–16. legjobb eredményt érték el. A legjobban Szingapúr (590 pont), a Koreai Köztársaság (589 pont), Japán (569 pont) és Oroszország (567 pont), Hongkong (557 pont), Tajvan (555 pont) és Finnország (554 pont) diákjai teljesítettek.

A továbbiakban a kisiskoláskori természettudományos nevelés szempontjából kiemelten fontos eredményekre koncentrálunk. Annak érdekében, hogy részletesebb képet kapjunk a 4. évfolyamos magyar tanulók tudásáról, megvizsgáljuk a teljesítményeket a mért tartalmi és kognitív területek szerint is (1. táblázat).

1. táblázat A magyar 4. évfolyamos tanulók természettudományos teljesítménye a TIMSS 2015 vizsgálatban (Szalay, Szepesi, & Vadász, 2016 alapján)

Terület	Témakörök/Kognitív területek	Arány (%)	Átlag-pontszám	Átlagpontszám		
				lányok	fiúk	
Tartalmi	Élő természet-tudományok	Élőlények tulajdonságai és életfolyamatai; Életciklusok, szaporodás, öröklődés; Élőlények, környezet és ezek kölcsönhatásai; Ökoszisztémák; Egészség	45	550 ▲	550	551
	Élettelen természet-tudományok	Anyagok tulajdonságai és osztályozása, valamint változásai; Az energia formái és az energia-átalakulások; Erő és mozgás	35	534 ▼	528	539 ↑
	Föld-tudomány	A Föld szerkezete, fizikai tulajdonságai és erőforrásai; Folyamatok a Földön, ciklusok, a Föld története; A Föld a Naprendszerben	20	535 ▼	525	545 ↑
Kognitív	Ismeret	Felidézés/felismerés; Jellemzés; Szemléltetés példákkal	40	550 △	545	555 ↑
	Alkalmazás	Összehasonlítás/szembeállítás/osztályozás; Kapcsolatba hozás; Modellhasználat; Információk értelmezése; Magyarázat	40	539 ▽	534	543 ↑
	Értelmezés	Elemzés; Szintézis; Hipotézis, előrejelzés; Tervezés; Értékelés; Következtetés levonása; Általánosítás; Indoklás	20	533 ▽	533	533
Természettudományos teljes teszt				542	538	546 ↑

▲: A tartalmi terület pontszáma magasabb, mint a természettudomány átlagpontszáma.

▼: A tartalmi terület pontszáma alacsonyabb, mint a természettudomány átlagpontszáma.

△: A kognitív terület pontszáma magasabb, mint a természettudomány átlagpontszáma.

▽: A kognitív terület pontszáma alacsonyabb, mint a természettudomány átlagpontszáma.

↑: A teljesítmény szignifikánsan magasabb.

A 4. évfolyamos magyar tanulók az *Élő természettudományok* területén jobban, míg az *Élettelen természettudományok* és a *Földtudomány* területeken az összesített 542 ponthoz képest szignifikánsabban rosszabbul teljesítettek. A kognitív területek közül az *Ismeret* területen jobbak, míg az *Alkalmazás* és az *Értelmezés* területeken szignifikánsan gyengébbek az eredményeik a teljes teszten elért pontszámhoz képest. A fiúk és a lányok közötti különbségeket is érdemes megnézni, ez szintén látható az 1. táblázatban. Az eredmények az mutatják, hogy 4. évfolyamon a teljes teszten, és több tartalmi, illetve kognitív területen is a fiúk teljesítettek jobban.

A TIMSS 2015 vizsgálatban részt vevő országok eredményeinek összehasonlítása során levonható az a következtetés, hogy „azokban az oktatási rendszerekben rejlik nagyobb potenciál, azok biztosítanak mélyebb természettudományi tudást diákjaik számára, amelyek a fizikát a másik két tudásterülettel egyenrangúan tanítják már a 4. évfolyam előtt is, és az iskolai tanórákon az összetett gondolkodásformákat megfelelőképpen fejlesztve oktatják a természettudományt” (Szalay, Szepesi, & Vadász, 2016, p. 82).

A szülői kérdőívek elemzéséből kiderült, hogy a magyar szülők természettudományral kapcsolatos attitűdjei nem térnek el szignifikánsan a nemzetközi átlagtól, és a szülői attitűdök hasonló összefüggésben vannak a tanulói teljesítményekkel. A nagyon pozitív attitűddel rendelkező szülők gyermekei 12 ponttal teljesítenek jobban természettudományból társaiknál.

A TIMSS 2015 vizsgálat adatai alapján az is megállapítható, hogy a 4. évfolyamos magyar tanulók közül nagyon kevesen végeznek legalább minden második tanórán természettudományos vizsgálatokat, a tanulók mindössze 6%-a. A jellemző arány nemzetközi szinten 27%, de ez nem is meglepő, hiszen a hazánkban felmért 10 éves tanulók mindössze 12%-a tanul olyan iskolában, ahol természettudományi labor található. A távol-keleti országokban ez majdnem minden tanuló számára elérhető, és a nemzetközi átlag is azt mutatja, hogy a tanulók több mint egyharmadának (38%) már ebben a korban is lehetősége van laboratóriumi munkát végezni (Szalay, Szepesi, & Vadász, 2016).

A nemzetközi felmérések, különösen a TIMSS-vizsgálatok hazai eredményei felhívják a figyelmet arra, lényeges, hogy a különböző természettudományos területek, témák hasonló teret kapjanak az oktatás során, valamint ne csak az ismeretek megtanulása, hanem azok alkalmazása és értelmezése is kiemelt cél legyen. Fontos odafigyelni a tanulók érdeklődésének felkeltésére, különösen a lányok ösztönzésére, támogatására. A tanulási motivációt és teljesítményt növelheti, ha rendelkezésre áll a kísérletezéshez igényes, innovatív tanítási-tanulási környezet és a szülők is pozitívan viszonyulnak a természettudományokhoz.

KÜLFÖLDI PÉLDÁK A GYERMEKKORI TERMÉSZETTUDOMÁNYOS NEVELÉSRE

A teljesség igénye nélkül bemutatunk néhány külföldi példát arra, hogy más országokban milyen módon valósul meg a gyermekkori természettudományos nevelés. Először az Amerikai Egyesült Államok természettudományos oktatásának alapelveit és rendszerét ismertetjük, ezt követően térünk ki arra, hogy Finnországban milyen elvek mentén tanítják a természettudományos tárgyakat, végül Ausztrália és néhány ázsiai ország természettudományos oktatásából emelünk ki sajátosságokat. A témában a további tájékozódást több összefoglaló munka is segíti (pl. Hunya, 2016; Korom & Szabó, 2012; Osborne & Dillon, 2008).

Természettudományos oktatás az USA-ban

Az Amerikai Egyesült Államok oktatási alapelveit a közös szttenderdek határozzák meg, melyekhez az államok egyénileg készítenek tanterveket. A természettudományos nevelésben a *Next Generation Science Standards* (National Research Council, 2013) az iránymutató, ami az óvodától egészen a 12. évfolyam végéig közös rendezőelv alapján rögzíti a követelményeket. A természettudományok tanítása során arra törekednek, hogy a diákok stabil, alkalmazható tudással rendelkezzenek, és motiváltak legyenek tudásuk későbbi gyarapítása iránt. Azokra az alapismeretekre helyezik a hangsúlyt, melyek feltétlenül fontosak a tudomány működésének megértéséhez és a természettudományos, mérnöki és technológiai problémák komplex, integrált szemléletű elemzéséhez. Ezen cél elérése érdekében lemondanak arról, hogy túlzottan elmélyüljenek a tudományterületek szakismereteiben.

A tudás három dimenzióját különböztetik meg: (1) szaktudományos alapismeretek (*disciplinary core ideas*), (2) gyakorlatok (*practices*), (3) interdiszciplináris tudáselemek (*crosscutting concepts*). A szaktudományos alapismeretek közé olyan tudáselemek tartoznak, melyek egy adott szakterület megértése szempontjából elengedhetetlenek, több évfolyamon keresztül taníthatók (egyre növekvő mélységben és komplexitásban), és kapcsolódnak a tanulók érdeklődéséhez, előzetes tapasztalataihoz vagy a hétköznapi élethez kötődő természettudományos, technológiai problémákhoz. Az ide tartozó tartalmakat a hagyományos tantárgyi besorolások helyett négy összevont területre osztják: élettelen természettudományok, élő természettudományok, föld- és űrtudományok, mérnöki és technológiai ismeretek. Ezek a tartalmak folyamatosan építkeznek egymásra. Például az élettelen természettudományok egyik szaktudományos alapismerete az anyagszerkezettel kapcsolatos. A gyerekek az első szakaszban, az óvodától a 2. évfolyamig, megtanulják, hogy az anyagok különböző minőségűek lehetnek és eltérő megfigyelhető tulajdonságokkal rendelkezhetnek. Felismerik, hogy a tárgyak kisebb egységekből építhetők

fel. A következő szakaszban, az 5. évfolyamig megértik, hogy az anyagok apró részecskékből állnak, melyek szabad szemmel nem láthatók, és megismerkednek az anyagmegmaradás törvényszerűségeivel. Megtapasztalják, hogy a megfigyelhető tulajdonságok vizsgálatával lehetőség nyílik az anyagok azonosítására.

A gyakorlatok alatt azokat az ismereteket, készségeket és képességeket értik, melyek a természettudományos vizsgálatok és a technológiai fejlesztések során szükségesek. Ide tartozik a problémák azonosítása, kutatási kérdések feltevése; modellek fejlesztése és használata; vizsgálatok tervezése és kivitelezése; adatok elemzése és értelmezése; a matematika és az informatika eszköztárának használata; magyarázatok és megoldási javaslatok alkotása; a bizonyítékokon alapuló érvelés; illetve az információ kezelése és kommunikálása. Ezen területek tanítása során arra törekednek, hogy a diákok aktív résztvevőként maguk is bekapcsolódjanak a vizsgálatokba, ne csak halljanak, olvassanak róluk, így azokat a tanulószervezési módszereket preferálják, melyek ezt lehetővé teszik (pl. projekt- vagy kutatásalapú tanulás). Fontos, hogy minden gyakorlatban az életkori sajátosságoknak megfelelő mélységben merülnek el. Például az első szakaszban a valós tárgyakat és a róluk készült modelleket hasonlítják össze a gyerekek, illetve egyszerű modelleket készítenek a mennyiségek, kapcsolatok és mintázatok megjelenítésére. A második szakaszban már összetettebb modellek alkotása is követelmény, melyek jelenségek, illetve ok-okozati összefüggések megjelenítésére is alkalmasak. Ezenkívül elvárt, hogy a tanulók azonosítsák a modellek hiányosságait, és megtanulják, hogy a modelleket különböző jelenségek előrejelzésére, illetve értelmezésére is használhatják.

Az interdiszciplináris tudáselemek teremtik meg a kapcsolatot az egyes tudományterületek között, elősegítve ezzel a szerzett tudás elmélyítését, illetve szélesebb körű használhatóságát, transzferálhatóságát. Ezek az alábbi egységebe sorolhatók: mintázatok; ok és okozat; skálák, arányok és mennyiségek; rendszerek és rendszermodellek; energia és anyag: áramlások, ciklusok és megmaradás; szerkezet és funkció; állandóság és változás. Például a diákok megtanulják, hogy a természet, illetve az ember által alkotott tárgyak alakja összefüggésben van funkciójukkal, vagy hogy egy rendszert úgy lehet a legkönnyebben jellemezni, ha számba vesszük a komponenseit és az azok között fennálló kapcsolatokat.

A három dimenzió tanítása egyszerre valósul meg. A témakörök feldolgozása során a diákok szaktudományos alapismeretei a gyakorlatok végzésén keresztül szilárdulnak meg. A felmerülő problémák megoldása komplex megközelítésben történik, kiemelve az interdiszciplináris elemeket. Például az időjárás és az éghajlat témakörének feldolgozása során a tanulók megismerik, hogy a tudósok különböző időpontokban és helyszíneken mérik az időjárásra jellemző paramétereket, és ezeket felhasználva számításokat végeznek, majd ezek alapján tudnak előrejelzéseket meg-

fogalmazni. A diákok maguk is gyűjtenek adatokat, melyeket táblázatokba és grafikonokba szerkesztenek, majd következtetéseket vonnak le belőlük. Eközben megtanulják, hogy a változások megfigyelése során kirajzolódnak azok a tendenciák, melyeket előrejelzések készítéséhez lehet használni.

Az ausztrál természettudományos tanterv

Az ausztrál tanterv három, egymással összefonódó ágon tartalmazza a tudásanyagot. (1) A természettudományos megértés rész tartalmazza a szaktárgyi tudáselemeket (biológia, kémia, fizika, föld- és űrtudományok), melyeket hétköznapi élethez kötődő, releváns problémák megoldásán keresztül sajátítanak el a diákok. Fontos szempont itt is a tudás alkalmazhatósága. (2) A tudomány mint emberi törekvés eredménye elnevezésű rész a tudományok, a társadalom és a kultúra kölcsönhatásait mutatja be, így a diákok felismerhetik, hogy a tudományos felfedezések hogyan formálják a mindennapi életüket. (3) A természettudományos megismerés részben a tudományos vizsgálatok módszereinek elméleti ismeretei és az ezekhez tartozó készségek (kérdésfeltevés, előrejelzések alkotása, vizsgálattervezés és kivitelezés, adatgyűjtés, feldolgozás és elemzés, következtetések levonása és kommunikáció) fejlesztése jelenik meg. A természettudományok tanítása során törekedni kell arra, hogy ez a három ág egyszerre legyen jelen, összefonódásukat a diákok is meg tapasztalják és megértésük.

A témaköröket évfolyamról évfolyamra egyre mélyebben és komplexebben tárgyalják, mindvégig kiemelve a tudományterületek kapcsolatait, illetve a területektől független általános jellemzőit (pl. mintázatok, rendszerek jellemzői, állandóság- és változás, energia stb.). A tananyag feldolgozása során a diákok aktívan kapcsolódnak be a tudásszerzés folyamatába. Nagyon fontos kiemelni, hogy nemcsak megismerik, hanem ki is próbálják a tudományos vizsgálatok és a technológiai fejlesztések módszereit. Ennek következtében azon túlmenően, hogy hatékonyan fejlődnek készségeik, motiváló élményekkel gazdagodnak, hiszen részesülnek a felfedezés örömeiben és a természetes kíváncsiságuk is kielégítést nyerhet.

A következőkben a természettudományos nevelés egyes szakaszaiból példaként említünk meg néhány konkrét témakört. Az óvodában az időjárás tanulmányozásán keresztül azonosítják a tendenciákat, ismerkednek az állandóság és változás fogalmával, a rendszerek összetevőivel és azok jellemzési lehetőségeivel. Felismerik az időjárás-előrejelzés jelentőségét a szélsőséges körülményekre történő felkészülésben. Egyszerű kísérletek segítségével vizsgálják a testek mozgását, és elemzik a különböző erősségű, irányú lökések és húzások mozgásra gyakorolt hatását. Megismerik egyes állatok és növények életfeltételeit. Felismerik az összefüggéseket az élőlények szükségletei és az élőhelyük között.

Az általános iskola első két évfolyamán a hang és fény tanulmányozásán keresztül ismerkednek a hullámok alapvető jellemzőivel. Csoportosítják az anyagokat néhány tulajdonság alapján. Tanulmányozzák a szabad szemmel megfigyelhető állati és növényi szervek funkcióját, a növények növekedéséhez szükséges feltételeket, szaporodásuk módjait. Megértik, hogy az utódok hasonlítanak a szüleikre, de nem egyeznek meg velük teljesen. Összehasonlítják az ökológiai rendszereket az élettelen tényezők és a sokféleség szempontjából. Felismerik a szél és a víz felszínformáló erejét, javaslatokat gyűjtenek az erózió mérséklésére. Megfigyelik, leírják és előre jelzik néhány égitest mozgását.

Az általános iskola ötödik évfolyamáig az előző szakaszban szerzett tudásukat gyarapítják. Az időjárás vizsgálatán keresztül elsajátítják az adatok megjelenítésének főbb módszereit (táblázatok, grafikonok készítése), felismerik az időjárási jelenségek felszínformáló hatását. Folytatják a hullámok tanulmányozását, megismerkednek az amplitúdó és a hullámhossz fogalmával, a hullámok mozgást előidéző hatásával. Modellalkotás során felismerik, hogy egy tárgy akkor válik láthatóvá, ha a róla visszaverődő fénysugarak a szembe jutnak. Megtanulják, hogy az energia hang, fény, hő és elektromos áram közvetítésével juthat egyik helyről a másikra, és ütközések során adódhat át. Az energiáról tanult ismereteik alapján olyan készülékeket terveznek, melyek képesek az energiát egyik megjelenési formájából átalakítani egy másikba. Elemzik az egyensúlyi helyzetben és a nem egyensúlyi helyzetben lévő testekre ható erőket. Megismerkednek a mágneses és elektromos kölcsönhatásokkal. Megértik, hogy az anyag apró, szabad szemmel nem látható részecskékből áll. Keverékek készítésén keresztül vizsgálják a fizikai és kémiai változásokat. Megismerik a tömegmegmaradás törvényét. Megértik, hogy az élőlények tulajdonságainak egy része öröklött, más részüket a környezet alakítja ki. Vizsgálják a környezeti tényezők megváltozásának az életközösségekre gyakorolt hatását. Modellezik és vizsgálják a földburok, vízburok, légburok és a bioszféra kölcsönhatásait. Grafikonokat készítenek és adatokat értelmeznek a víz földi eloszlásával kapcsolatosan. Szemléltetik az anyag áramlását a táplálékláncokon és az élettelen környezeten keresztül. Megértik, hogy a növények a növekedésükhöz szükséges anyagokat a vízből és a levegőből szerzik, az állatok táplálékának energiatartalma pedig közvetve a napfény energiájából származik.

A finn természettudományos oktatás

Sokat hallani a finn oktatási rendszer sikereiről. Ismeretes, hogy a finn diákok kiemelkedően teljesítenek a nemzetközi felmérésekben az olvasás-szövegértés, a matematika és a természettudomány terén egyaránt.

A kimagasló sikerek hátterét számos vizsgálat elemezte, melyek a következő megállapításokra jutottak. A legfontosabb, hogy minden diák a lakóhelytől, nemtől, gazdasági helyzetétől függetlenül egyenlő esélyt kap a tanulásra. Lehetőleg mindenki a lakóhelyéhez legközelebbi iskolában tanul, mivel az iskolák színvonala egyforma. Nincsenek elitiskolák, vagy csak hátrányos helyzetű, vagy csak sajátos nevelési igényű diákokat fogadó iskolák. A kutatók megvizsgálták a nemzetközi vizsgálatokban kapott átlageredmények mögötti egyéni eredményeket is, és azt kapták, hogy a kiváló eredmények mögött nincsenek igazán kiugró szélsőségek, egyszerűen magas az átlagteljesítmény. Magyarországon ugyanakkor a kevés nagyon kiemelkedő eredmény mellett nagyon sok gyenge eredmény is van (Benedek, 2005).

A finn oktatás alapvető célja, hogy feltárja a tanulóknak rejlő lehetőségeket, és segítse őket a képességeiknek és teljesítményüknek legmegfelelőbb életpálya megtalálásában, kiépítésében. Az oktatás ingyenes, beleértve a tankönyveket, az étkeztetést és az utazást is. Az oktatás minden szintjén interaktív és kooperatív munka folyik. Európában ebben az országban a legrövidebb a tanítási nap, a diákok átlagosan 4-5 tanórán vesznek részt, és csak minimális mennyiségű házi feladatot kapnak. A diákok értékelése fejlődésorientált és egyénre szabott (Darázs, 2008).

Fontos kiemelni, hogy a finn természettudományos tantervben 7. évfolyamtól kezdve diszciplináris formában történik a természettudományos oktatás, míg az azt megelőző alsóbb évfolyamokon integráltan. Egyre inkább a kísérletező, tapasztalatokon alapuló természettudományos oktatás a jellemző. Az új ismeretek feldolgozását tényleges tevékenykedtetés és a kísérletek elvégzése kíséri. Az elmúlt években egyre szorosabbá vált az együttműködés – műhelymunkák és projektek formájában – a természettudományos tantárgyak tanárai között a természettudományos oktatás során. Nőtt a matematika és a természettudomány specializációjú osztályok száma, mely a műszaki és a természettudományos felsőoktatásba jelentkező diákok számának növekedésével járt.

A finn Nemzeti alaptantervet 2014-ben átdolgozták és fokozatosan vezették be. A természettudományos tárgyak tanításában az alapvető ismeretelemek elsajátítása éppolyan hangsúlyos, mint a megszerzett tudás alkalmazásának gyakorlása. Fontos szerepet kap a természet törvényszerűségeinek megértése, az oksági kapcsolatok meglátása, a rendszerszemléletű megközelítés (minden mindennel összefügg, egy tényező hogyan befolyásolja az egész működését). Az értékelés során meghatározó fontosságú, hogy milyen mértékben képesek a tanulók természettudományos vizsgálatok elvégzésére, források keresésére és kritikai elemzésére, a csapatmunkában való együttműködésre, illetve az is nagy jelentőséggel bír, hogy milyen érdeklődést mutatnak az egyes témakörök iránt. A tanterv oktatási iránymutatást ad, melyre a helyi oktatási hatóságok felépítik saját helyi tantervüket. Tanfelügyelet

nincsen, a legfontosabb irányító eszköz a tanterv. Minden szakmai, minősítési és irányítói funkciót a helyi közösségekre bíznak.

Finnországban rendkívül nagy a tanárok, a tanári hivatás társadalmi elismertsége. Az egyetemeken kb. ötszörös túljelentkezés van a tanári szakra, és az egyes szakok közötti népszerűségi versenyben a tanári pálya áll az első helyen (Csapó, 2015; Bús, 2015). A pedagógusok magasan képzettek, és autonómiát kapnak módszereik kiválasztásában, szabadon választhatnak könyvet, oktatási segédletet diákjaiknak. Nagyon jól felszerelt iskolai könyvtárhálózatuk van, így gyakorlatilag minden könyv és segédanyag mindenki számára rendelkezésre áll, illetve a kiadók online szolgáltatásait is igénybe vehetik. Az alsóbb évfolyamokon tanítók is ötéves egyetemi képzésen vesznek részt, mely gyakorlatorientált és gyermekközpontú.

Néhány ázsiai ország természettudományos oktatásának sajátosságai

Az ázsiai országok (pl. Hong Kong, Japán, Kína) a TIMSS- és a PISA-felméréseken kiemelkedően teljesítenek a természettudományos oktatás és a matematika terén is. Sikerük okait számos kutatás vizsgálta. Néhány ország bizonyos aspektusból nézve sok hasonlóságot mutat, egyes elemekben azonban nagyon eltérő tanítási stratégiával rendelkeznek.

A tradíciók megtartása mellett egyértelműen megjelennek a nyugati hatások mind a tananyagban, mind a módszerekben, természetesen az egyes országokban különböző mértékben. A legtöbb ázsiai országban a tanárok egységes könyvekből tanítanak a kormány által meghatározott tantervi követelményeknek megfelelően. Közös jellemző, hogy a matematika és a természettudomány kiemelt szerepet kap a tantervekben. A jól átgondolt reformokat és a szigorú sztenderdeket a bevezetésük után is folyamatosan fejlesztik, módosítják. Koherens, jól felépített tanterveket írnak elő, melyekben alapvetően a tartalom a meghatározó, a módszereket részben az iskolákra és a tanárookra bízák, akik alkalmazkodnak a diákok szükségleteihez és céljaihoz.

Hong Kongban az órákat a kutatásalapú megközelítés szerint építik fel a tanárok, akiket az egyetemen ennek megfelelően képeznek. Már a tanárjelöltektől elvárják, hogy képesek legyenek mindennapi eszközökből kísérleteket összeállítani, illetve a tanulók igényeihez és érdeklődéséhez igazodva össze tudják kapcsolni a diákok hétköznapi ismereteit a tanított ismeretekkel. Ezzel összhangban a központi tanterv csak 80%-ban határozza meg a tanított tartalmakat és módszereket, az iskolák és így a tanárok is az időkeret 20%-át a diákok igényeihez alkalmazkodva tölthetik fel tartalommal (So & Cheng, 2009).

Japán szinte minden területen (szövegértés, matematika, természettudomány) az élmezőnyben végez a nemzetközi felmérésekben. Japán a tanulás társadalma, ahol a legkisebbektől az idősebbekig mindenki úgy gondolja, hogy a társadalmi előrelépés egyetlen módja a tanulás és a kemény munka. A diákok kiskoruktól kezdve saját magukkal szemben is nagyon komoly elvárásokat támasztanak, és a jövőjük érdekében folyamatosan és magas szinten teljesítenek az iskolában. A versengés a fő motiváció iskolai teljesítményükben, azonban a cél nem a másik legyőzése, hanem önmaguk fejlesztése, saját maguk jobbá válása.

A japán természettudományos oktatás meghatározó célja az alsóbb évfolyamokon a diákok kíváncsiságának és érdeklődésének felkeltése, hogy ezzel megalapozzák a felsőbb évfolyamos tanulmányaikat. Emellett a tantervben meghatározott célként szerepel a természettudomány hasznosságának hangsúlyozása és felelős állampolgárok nevelése is (Tsukahara, é.n.).

Kínában, a világ legnagyobb oktatási rendszerében 200 millió diák tanul. A természettudományos órák nagy létszámú, akár 60-70 fős osztályokban, hagyományosan frontális oktatással és tanári demonstrációs kísérletekkel zajlanak. A természettudomány kiemelt szerepet kap a központi tantervekben, az első években (1-3. évfolyam) egy általános tantárgy részeként, míg a következő három évben (4-6. évfolyam) integrált természettudományként (Price, 2015). A középiskola alsó évfolyamán pedig az iskolától, illetve a diákok igényeitől függően a természettudomány tanítása egyes iskolákban integrált, míg másokban választható a biológia, kémia vagy a fizika tantárgyak egyike.

A 2002-ben bevezetett reform az eddigi tantárgyközpontú tudás helyett a használható tudás megszerzésére helyezte a hangsúlyt. A 2006-os újabb reformban meghirdettek egy 15 évre szóló tervet, mely két alappilléren nyugszik: a természettudományos műveltség növelésén és az élethosszig tartó tanulás fontosságának hangsúlyozásán (Jenkins, 2008). Ennek érdekében bevezettek egy új tantárgyat is, melynek összefoglaló neve STS (*Science, Technology, Society*), vagyis a természettudomány, a technika és a társadalom kapcsolata. Ez a tantárgy alapvetően a diákok hétköznapi tapasztalataira épít, illetve a megszerzett tudás alkalmazásának fontosságára (Gao, 2004).

A tanterv alsóbb évfolyamain a hangsúlyos témakörök a következők: az élőlények és a környezet védelme, a levegőszennyezés, a víz körforgása, a kihalással veszélyeztetett fajok, a hangszennyezés és az újrahasznosítás. A címszavak is jól mutatják, hogy a kínai természettudományos oktatás a környezetével kapcsolatosan felelősen gondolkodni tudó állampolgárok nevelésére fókuszál. Ezzel párhuzamosan Tanítóképzési Nemzeti Programot is hirdettek, mert hiszik, hogy azok a tanárok tud-

nak legjobban alkalmazkodni a 15 éves terv új elvárásaihoz, akik már az egyetemen az új szellemnek megfelelő képzést kapnak.

Az ázsiai reformok egyik legfontosabb közös vonása a tantervi tartalmak és módszerek különbözősége, illetve az eltérő oktatási struktúrák ellenére az, hogy az elmúlt időszakban a tantervfejlesztők és oktatásszervezők gondolkodása tanárközpontú helyett egyre inkább diákközpontúvá vált, így az oktatási folyamat tényleges főszereplője a diák lett (Tan, 2016).

Az amerikai, a finn, az ausztrál és néhány ázsiai országra kiterjedő tantervi kitekintésünk alapján elmondható, hogy a világ megismeréséhez, a tudományos ismeretek elsajátításához szükséges gondolkodási és kutatási készségek fejlesztése hosszú folyamat, melynek alapozása az óvodában, illetve kisiskoláskorban elkezdődik. Általános tendencia a tanulóközpontú módszerek előtérbe kerülése, a tudományos vizsgálódás elemeinek megjelenése.

A KISISKOLÁSKORI TERMÉSZETTUDOMÁNYOS NEVELÉS HAZAI KERETEI

Tantervi célok, feladatok

A természettudományos nevelés szabályozó dokumentumaiban hazánkban is megfigyelhető egy nézőpontváltás: az akadémiai jellegű tudás átadása helyett egyre inkább a mindenki számára releváns természettudományos műveltség kialakítása a cél. Ennek érdekében az érdeklődés felkeltése mellett nagy szerepet kap a hétköznapi életben is alkalmazható, releváns tudás kialakítása, a gondolkodásfejlesztés, a problémamegoldás, illetve a tudomány működésének, gazdasági, társadalmi szerepének bemutatása. A témakörök feldolgozása a közvetlen környezetben előforduló anyagok, jelenségek, élőlények tanulmányozásával kezdődik, majd a látómezőt egyre szélesítve kerülnek bemutatásra hazánk és világunk tudományos felfedezései, természeti értékei. A testi és lelki egészségre nevelés, az önismeret fejlesztése és a fenntarthatóság keresztantervi elemként fontos szerepet kap minden természettudományos tantárgy tanítása során. További cél a tudományos megismerés módszereinek elsajátítása, a tanultak tantárgyon belüli és tantárgyak közötti összekapcsolása, egy integrált természettudományos szemlélet kialakítása, az élethosszig tartó tanulás megalapozása. Mindez elsősorban tanulói aktivitáson alapuló módszerek segítségével történik. Mivel kötetünkben a természettudományos gondolkodás kisiskoláskori fejlesztésére fókuszálunk, így az alábbiakban azt tekintjük át, hogyan jelenik meg a gondolkodásfejlesztés az óvodában, illetve az általános iskola 1–6. évfolyamán a természettudományos nevelés során.

Az életkori sajátosságokat figyelembe véve már az óvodában megkezdődik az értelmi fejlődés tudatos támogatása (Óvodai nevelés országos alapprogramja, 2012). Elsősorban a gondolkodáshoz szükséges érzékelésnek, észlelésnek, a figyelemnek, az emlékezetnek, a képzeletnek és a kreativitásnak a fejlesztése történik, melynek legfontosabb módszereként a játékot tekintik.

A gondolkodásfejlesztés az általános iskolai nevelés során is fontos szerepet kap. A Nemzeti alaptanterv (NAT, 2012) kiemeli, hogy a természettudományos nevelés részeként törekedni kell a természettudományos gondolkodás differenciált fejlesztésére. A kulcskompetenciák közül elsősorban a digitális kompetencia az információ keresése, feldolgozása, kritikai elemzése révén, a matematikai kompetencia az adatelemzés, a következtetések megfogalmazása révén, illetve a természettudományos és technikai kompetencia a tudományos megismerés során használt gondolkodási műveletek miatt hozható kapcsolatba a gondolkodásfejlesztéssel. Az *Ember és természet* műveltségi terület céljainak és feladatainak ismertetésénél előkerül, hogy a szakismeretek átadásán túl fontos, hogy a diákok átéljék és megértsék a tudományos megismerés folyamatát. Jártasságot kell szerezniük a megfigyelésekben, a változók azonosításában és a kísérletezésben, az ezúton szerzett adatok kezelésében, elemzésében, a modellalkotásban, a bizonyítékokon alapuló érvelésben, az eredmények kommunikálásában. A megismerés készségein túl olyan alapvető gondolkodási műveletek fejlesztése is említésre kerül, mint az összehasonlítás, az osztályozás és a valószínűségi gondolkodás. Ezek megvalósításához eszközként olyan módszereket javasol az alaptanterv, melyben a diákok tevékenyen vesznek részt, mint például a problémaalapú tanulás vagy a kooperatív módszerek. A fejlesztés 1–4. évfolyamon elsősorban a *Környezetismeret*, míg 5–6. évfolyamon a *Természetismeret* tantárgy keretein belül valósulhat meg.

A Nemzeti alaptanterv legújabb változatában (NAT, 2020) a *Természettudomány és földrajz* műveltségi területhez kötődően megjelenik célként a gondolkodásfejlesztés. A tudományos megismeréshez és a problémamegoldáshoz szükséges gondolkodási képességek és készségek fejlesztésén túl cél a tudomány természetének megértése is. Bár ezt a tanterv nem fejti ki, ennek eléréséhez olyan kérdéseket érdemes feldolgozni, hogy hogyan keletkeznek a tudományos ismeretek, mennyire megbízhatóak és időtállóak, milyen mértékben befolyásolják a megismerést a tudósok elméletei, milyen forrásokból meríthetnek ötleteket a kutatók, milyen etikai szabályokat kell betartaniuk, hogyan zajlik az új felfedezések közzététele, kik és hogyan hagyják jóvá a megállapításokat, milyen hatással van a tudományos kutatásokra a társadalom és a kultúra. Az előző alaptantervhez képest hangsúlyosabb az életkori sajátosságoknak és a tanulók érdeklődésének megfelelő természettudományos tartalmak interdiszciplináris megközelítése, illetve a rendszerszintű gondol-

kodás fejlesztése. A tanítás során továbbra is a tanulói aktivitáson alapuló módszereket ajánlott alkalmazni, melyek között említésre kerül a projektmódszer és a kutatásalapú tanulás.

A természettudományos nevelés az eddigiekkel ellentétben nem az 1–2. évfolyamon, hanem csak a 3–4. évfolyamon kezdődik a *Környezetismeret* tantárgy keretében, majd az 5–6. évfolyamon folytatódik a *Természettudomány* tantárgy óráin. A *Környezetismeret* tantárgy bevezetőjében kiemelésre kerül, hogy „[...] a megismerési képességek fejlesztése a fő cél, az ismeretanyag pedig az ezek megtanulását, gyakorlását szolgáló eszköz.” (NAT 2020, p. 366). Ebben az életkori szakaszban a megfigyelés, a leírás, az összehasonlítás, a csoportosítás, a mérés, a kommunikáció és a vitakészség fejlesztése a kiemelt. A gondolkodásfejlesztés fontosságát jelzi továbbá az is, hogy a megismerés módszereihez, azon belül a *Megfigyelés, összehasonlítás, csoportosítás, a Mérés*, valamint a *Kísérletezés* egységekhez külön tanulási eredményeket alkottak. A *Természettudomány* tantárgy a *Környezetismeret* folytatásaként, integrált szemléletű, gyakorlatorientált, kontextusalapú tananyagfeldolgozáson alapul. A tanulók hétköznapjaiban megjelenő természettudományos problémák feldolgozásán keresztül valósul meg a tudományos alapfogalmak előkészítése, a gondolkodásfejlesztés, a tudomány természetéről alkotott nézetek alakítása és az attitűdformálás. A *Környezetismeret* tantárgy céljai kiegészülnek a várható eredmények becslésének (hipotézisalkotás), illetve a szintetizáló gondolkodás fejlesztésével is.

Iskolai, tanórán és tantermen kívüli lehetőségek

Ahhoz, hogy a tantervekben meghatározott célok, feladatok megvalósuljanak, célszerű minden lehetőséget kihasználni. Nem nehéz észrevenni azt a tendenciát, miszerint a kisiskolások tanítási óráinak száma csökken, miközben az iskolában eltöltött idő nem változik, sőt az egész napos iskola lehetőségével növekszik. Ebben a helyzetben módot találhatunk arra, hogy az iskolai infrastruktúrát használva, nem tanórai keretek között tegyünk lépéseket természettudományos foglalkozások szervezésére. Ez különösen az 1–2. évfolyamon lenne rendkívül fontos, mivel önálló tantárgy keretében a tanulók nem találkoznak természettudományos ismeretekkel, pedig ezt a fogékony, értékes életkori szakaszt is fontos lenne kihasználni. A tanórán és tantermen kívüli természettudományos foglalkozásokhoz, szakkörökhöz, tematikus napokhoz, tematikus hetekhez, projektekhez számos (pl. anyagi, tárgyi) feltétel szükséges, de lelkesedés és szakmai támogatás nélkül biztosan nem valósíthatók meg. Az előbbi más forrásból eredhet, de utóbbiban segíthet e kötet további tanulmányozása. Meggyőződésünk, hogy a közeljövőben egyre nagyobb számban lesznek – különböző tantárgyakhoz kötődően – ilyen formában szerveződő tanulási alkalmak.

A 2020-as kerettanterv is több órát javasol tantermen kívül: az iskola udvarán, közelebbi parkban vagy természetközeli helyeken megvalósítani, ahol a gyermekek aktív tevékenységgel, tapasztalatszerzéssel tanulnak.

Iskolán kívüli színterek

Az elmúlt évtizedben különböző formában valósultak meg az iskolán kívüli – intézményes formában történő –, a természettudományos ismeretközvetítést lehetővé tevő fejlesztések. Minden régióban működik interaktív természettudományos központ (pl. Győrben a Mobilis Interaktív Kiállítási Központ, Budapesten a Csodák Palotája, Egerben a Varázstorony, Debrecenben és Szegeden az Agóra, Pécsen a Csodák Pécsi Palotája), ahol kiváló felszereltséggel és lelkes, felkészült szakemberek vezetésével folyik a természettudományos ismeretterjesztő munka, több helyen tematikus szakkörök (l. pl. Molnár & Papp, 2014; Csiszár, 2019 a, b) formájában is. Országszerte közel hetven, korszerű természettudományos diáklaboratórium fogad tanulócsoportokat a kísérleti tapasztalatszerzésen alapuló tanulás lehetőségét kínálva.

Egyre gazdagabb a múzeumok, könyvtárak, nemzeti parkok, fűvészkertek, tanösvények, állatkertek, vadasparkok által kínált információk, illetve tematikus foglalkozások köre, ahol lehetőség van a tanulócsoportoknak részt venni a tananyaghoz kapcsolódó vagy azt kiegészítő interaktív foglalkozásokon. Ezeknek a foglalkozásoknak nemcsak a motivációs hozadéka magas, de fejleszti a tanulók kognitív és szociális képességeit is (Fűz, 2018). Ezek az intézmények országszerte sokat tesznek azért, hogy a gyermekek mihamarabb kapcsolatba kerüljenek a természettudománnyal, hiszen az itt dolgozók gyorsan felismerték, hogy a természettudományos nevelés nem a közoktatás felsőbb évfolyamainak privilégiuma. Egyre több szakember látja be annak fontosságát, hogy minél fiatalabb korban szükséges a tudományok iránt felkelteni a fiatalok érdeklődését, helyesebben inkább építeni a gyerekek természetes kíváncsiságára.

A hazai felsőoktatási intézmények, kutatóintézetek, civil szakmai szervezetek közül is egyre többen foglalkoznak a tudománynépszerűsítéssel és pályaaorientációval. A középiskolás diákok mellett az általános iskolás tanulók „megnyerése” is fontos feladat. Gyakori e szervezetek honlapjain a korosztály számára közérthető cikkek, filmek, interaktivitást igénylő problémafelvetések megjelenése, és rendszeressé kezdenek válni a tematikus rendezvények (nyílt napok, Kutatók Éjszakája, A Tudomány Hete stb.) is.

IRODALOM

- B. Németh, M., Korom, E., & Nagy, L. (2012). A természettudományos tudás nemzetközi és hazai vizsgálata. In B. Csapó (Ed.), *Mérlegen a magyar iskola* (pp. 131–190). Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Benedek, M. (2005). A „finn csoda” – és ami mögötte van. *Új Pedagógiai Szemle*, 55(4).
- Bús, E. (2015). Tanárképzés Finnországban. *Iskolakultúra*, 25(11), 17–28.
- Csapó, B. (2015). A kutatásalapú tanárképzés: nemzetközi tendenciák és magyarországi lehetőségek. *Iskolakultúra*, 25(11), 3–16.
- Csiszár, I. (2019a). Titkok padlása a SzeReTeD Laborban I: alsósoknak szóló természettudományos foglalkozások ÉLMÉNYE. *Tanító*, 57(3), 1–4.
- Csiszár, I. (2019b). Titkok padlása a SzeReTeD Laborban I: alsósoknak szóló természettudományos foglalkozások tartalmi keretei. *Tanító*, 57(4), 1–4.
- Darázs, B. (2008). Megújuló törekvések a természettudományos oktatásban. Szakdolgozat. Szegedi Tudományegyetem. http://titan.physx.u-szeged.hu/modszertan/oktatas/szakdolgozatok/O9Szkd_Fiz_DarazsBarbara.pdf
- Fűz, N. (2018). Az iskolán kívüli tanórák hatékonyságának megítélése általános iskolás diákok és pedagógusok körében. *Iskolakultúra*, 28(8–9), 38–53.
- Gao, L. (2004). The Recent Reform of School Science Curriculum in China. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 5(2). http://www.eduhk.hk/apfslt/v5_issue2/foreword/
- Hunya, M. (2016). A tantervi szabályozás európai példái. <https://ofi.oh.gov.hu/publikacio/tantervi-szabalyozas-europai-peldai#finno>
- Jenkins, E. W. (2008). School science curriculum reform in China. www.leeds.ac.uk/educol/documents/174042.doc
- Korom, E., & Szabó, G. (2012). A természettudomány tanításának és felmérésének diszciplináris és tantervi szempontjai. In B. Csapó & G. Szabó (Eds.), *Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez* (pp. 93–150). Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó. http://pedagogus.edia.hu/sites/default/files/termeszettudomany_tartalmi_keretek.pdf
- Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Foy, P., & Hooper, M. (2016). *TIMSS 2015 International results in science*. <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/>
- Molnár, M., & Papp, K. (2014). Természettudományos nevelés kisgyermekkorban – egy példa Szegedről. *Fizikai Szemle*, 64(3), 74–79.
- National Research Council. 2013. *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Nemzeti alaptanterv (2020). *Magyar Közlöny*, 17, 290–446.
- OECD (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. PISA, OECD Publishing, Paris <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>.
- Osborne, J. F., & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe*. London: Nuffield Foundation.
- Óvodai nevelés országos alapprogramja. <https://net.jogtar.hu/getpdf?docid=a1200363.kor&targetdate=&printTitle=363/2012.+%28XII.+17.%29+Korm.+rendelet>
- Papp, K. (2001). Ami a számszerű eredmények mögött van... A magyar tanulók fizikatudása egy nemzetközi vizsgálatban. *Fizikai Szemle*, 51(1), 26–34.
- Papp, K., Flach, F., & Molnár, M. (2018). A kisgyermekkorban természettudományos nevelés itthon és külföldön – Helyzetkép. *Fizikai Szemle*, 68(3), 101–107.
- Price, R. F. (én.). *Science Curriculum – A Global Perspective: Science Teaching in China*. <http://www.artofteachingscience.org/countries/china.html>

- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Luxembourg, Belgium: European Commission. https://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf
- So, W. W., & Cheng, M. M. (2009). Science Education in Hong Kong: Opportunities for Research and Development. *Educational Research Journal*, 24(2), 196–216.
- Szalay, B., Szepesi, I., & Vadász, Cs. (2016). *TIMSS 2015 Összefoglaló jelentés*. Budapest: Oktatási Hivatal.
- Tan, R. G. H. (2016). Early Childhood Care and Education in Five Asian Countries. The HEAD Foundation. [http://www.headfoundation.org/papers/2016_-_6\)_Early_Childhood_Care_and_Education_in_Five_Asian_Countries_A_Literature_Review_20160719.pdf](http://www.headfoundation.org/papers/2016_-_6)_Early_Childhood_Care_and_Education_in_Five_Asian_Countries_A_Literature_Review_20160719.pdf)
- Tsukahara, S. (é.n.), Science Curriculum – A Global Perspective: Science Teaching in Japan. <http://artofteachingscience.org/countries/japan.html>