



A diagnosztikus természettudomány-felmérések részletes tartalmi kereteinek kidolgozása: elméleti alapok és gyakorlati kérdések

Korom Erzsébet

Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Intézet

B. Németh Mária

MTA-SZTE Képességfejlődés Kutatócsoport

Nagy Lászlóné

Szegedi Tudományegyetem Biológiai Szakmódszertani Csoport

Csapó Benő

Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Intézet

Bevezetés

Ennek e fejezetnek az a fő funkciója, hogy kapcsolatot teremtsen az előző három elméleti fejezet és a következő részben bemutatásra kerülő részletes tartalmi leírások között. Itt foglalkozunk továbbá a tartalmi keretek műfaji sajátosságaival, és bemutatjuk azokat a megfontolásokat, amelyek az általunk alkalmazott megoldásokat indokolják.

Az első fejezet a nemzetközi kutatások alapján vázolta fel a természettudományos gondolkodás fejlesztésével és általában a természettudomány gondolkodásfejlesztő szerepével kapcsolatos eredményeket, elsősorban a fejlődés-lélektani megközelítés alapján. A második fejezet a természettudomány-tanítás külső céljai felől közelítette meg a problémát, ugyancsak a nemzetközi tudományos eredmények felhasználásával. A harmadik fejezetben már megjelentek a magyar közoktatás hagyományai, tantervi

adottságai, és körvonalazódott az a gyakorlat is, amelyhez a diagnosztikus rendszert illeszteni kell. Ezekből már látható az egyik megoldandó feladat: úgy kell a tudomány élvonalának eredményeit adaptálni, hogy azok mind az egyes tanulókra, mind pedig az oktatási rendszer egészére a legnagyobb fejlesztő hatást gyakorolhassák.

A diagnosztikus mérési rendszer három fő területen kerül egymással párhuzamosan kidolgozásra, minden tekintetben azonos alapelvek szerint.¹ Az olvasás, a matematika és a természettudomány azonos keretek közötti kezelését számos pszichológiai és pedagógiai alapelv és oktatásszervezési adottság indokolja. Megfelelő szintű szövegértés nélkül nem lehet sem matematikát, sem természettudományt tanulni, ugyanakkor a matematika és a természettudomány olyan szövegek olvasásának és megértésének képességeit is fejleszti, amelyekre a szépirodalmi szövegek nem kínálnak lehetőséget. A matematika és a nyelv logikája kölcsönösen erősítheti egymást. A természettudomány a legjobb gyakorlóterep a matematikában elsajátított összefüggések alkalmazására. A sokféle kapcsolatrendszer figyelembevételére és kihasználására különösen fontos az iskola kezdő szakaszában, amikor a tanulók értelmi fejlődése nagyon gyors, és rendkívül érzékeny a stimuláló hatásokra.

A három terület párhuzamos kezelésének további előnye, hogy kölcsönösen megtermékenyítik egymást, az egyik területen megjelenő ötletek, formai megoldások felhasználhatók a másik két területen is. A feladatrendszerek kidolgozása, az egységes skálázás, adatelemzés és a visszajelző rendszerek kifejlesztése is szükségessé teszi a három terület párhuzamos kezelését és bizonyos közös alapelvek követését. A párhuzamok azonban kompromisszumokat is igényelnek: ugyanazok az alapelvek csak bizonyos mértékig követhetők azonos módon a három területen. Az egységesség érdekében megőrizzük, és párhuzamosan alkalmazzuk a háromdimenziós megközelítést, ugyanakkor az egyes dimenziók értelmezésében figyelembe vesszük a területek sajátosságait.

A párhuzamos munka további előnye lehet a komplementer hatás. A három területet összesen kilenc elméleti fejezet alapozza meg. A fejezetek szerkezetének felvázolása során már nem törekedtünk a szigorú

¹ Ez a fejezet is tartalmaz olyan részeket, amelyek mind a három kötet azonos funkciójú fejezetében megjelennek.

párhuzamra. Így lehetővé vált, hogy az egyik terület az egyik, a másik valami más kérdést bontson ki részletesebben. Például az olvasás kötet első fejezetében hangsúlyosabb a fejlődés-lélektani, idegtudományi megközelítés, amelynek fontos üzenetei vannak a matematika és részben a természettudomány számára is. Néhány gondolkodási képesség leírása részletesebb a természettudomány kötet első fejezetében, ugyanakkor ezek a képességek fejlesztendőek a matematikában is. A kötetek második, a tudás alkalmazási kérdéseivel foglalkozó fejezeteinek általános érvényű megállapításai a másik két mérési területen is érvényesíthetőek. A kötetek harmadik fejezete mindegyik területen gyakorlati, tantervi kérdéseket is tárgyal, közös bennük a kötődés a magyar közoktatás történeti hagyományaihoz, mai gyakorlatához. Ugyanakkor az oktatás tartalmának kiválasztása és elrendezése terén is felmerül a progresszív nemzetközi tendenciák követésének, a másutt elért eredmények alkalmazásának igénye.

Ezeknek az elveknek megfelelően a kilenc elméleti fejezetet együttesen tekintjük a diagnosztikus mérési rendszer elméleti alapjának. Az egyes elméleti fejezetekben feldolgozott háttértudásból mindegyik területen meríthetünk anélkül, hogy a közös kérdéseket minden párhuzamos fejezetben részletesen kibontottuk volna.

E fejezet első részében áttekintjük a tartalmi keretek kidolgozásának fő szempontjait. Elsőként az oktatás céljainak és a mérések tartalmának leírására használt eszközrendszereket ismertetjük, és bemutatjuk a diagnosztikus mérések tartalmának részletes leírására általunk használt megoldást. A további részekben kifejtjük, miképpen alkalmazzuk ezeket az elveket a természettudomány tartalmi kereteinek kidolgozásában.

Taxonómiák, standardok és tartalmi keretek

A diagnosztikus mérések tartalmi kereteinek kidolgozása során különböző forrásokra támaszkodhatunk. Munkánk során azt a fejlődési irányt követtük, amely az oktatás céljainak és a mérések tartalmainak pontos meghatározására törekszik. Elsőként a tartalmak leírására használt rendszereket tekintjük át, és ezekhez viszonyítva jellemezzük az általunk alkalmazott módszert.

Taxonómiai rendszerek

A tantervi célok precíz leírására való törekvés az 1950-es évekig vezethető vissza. Többféle folyamat együttes hatásaként ekkor jelentek meg Bloom és munkatársainak taxonómiai rendszerei, amelyek azután erőteljesen befolyásolták az azt követő évtizedek pedagógiai törekvéseit. A taxonómiák kidolgozásának egyik kiváltó oka a tantervi célok megfogalmazásának homályosságával való általános elégedetlenség volt, egy másik pedig az oktatásban megerősödő kibernetikai szemléletmód. Megjelent a szabályozhatóság igénye, amihez szükség volt a visszacsatolásra, a visszacsatolás pedig feltételezi a célként kitűzött és az aktuálisan elért értékek mérését. A cél és az aktuális állapot összehasonlítása alapján lehet megállapítani a hiányosságokat, és ezekre alapozva lehet megtervezni a beavatkozást. Az ugyanebben az időben más folyamatok hatására megerősödő pedagógiai értékelés, a tesztek elterjedése szintén szükségessé tette a mérés tárgyának pontosabb meghatározását.

A taxonómia lényegében egy szerkezeti váz, amely megmutatja, hogyan lehet bizonyos dolgokat – esetünkben az elsajátítandó tudást – elrendezni, rendszerbe foglalni, osztályozni. Olyan, mint egy fiókos szekrény, melynek fiókjain ott vannak a címkék, amelyek megmutatják, minek kell azokba kerülnie. A taxonómia felfogható egy táblázatként is, aminek a kitöltött fejléce kijelöli, mi lehet az egyes oszlopokban és sorokban. A korábbi általános leírások után egy ilyen formalizált rendszer alapján történő tervezés valóban nagy előrelépést jelentett, és a konkrét tantárgyi célok kidolgozóit a tanítás eredményeként elvárt viselkedés alapos végiggondolására készítette.

A legnagyobb hatása az elsőként megjelenő, a kognitív területre vonatkozó taxonómiai rendszernek volt (Bloom és mtsai., 1956), amely új távlatokat nyitott a tanterv- és értékelélmélet számára. A taxonómiai rendszer konkrét, megfigyelhető kategóriákban írta le a tanulóktól elvárt viselkedésformákat. A legnagyobb újdonságot a hat egymásra épülő és minden tudásterületen egységesen alkalmazható keretrendszer jelentette. Ezen túl számottevő előrelépést jelentett a korábbi hasonló törekvéseket nagymértékben meghaladó részletesség, pontosság és konkrétság. További előny volt, hogy ugyanazt a részletes leírást lehetett használni a tanulási folyamatok megtervezésére és a mérőeszközök elkészítésére. Innen ered a *cél- és értékelés-taxonómiák* elnevezés, amely utal a kettős funkcióra.

A Bloom-féle taxonómiák elsőként az Egyesült Államokban váltottak ki jelentősebb közvetlen hatást, majd ez a rendszer alapozta meg az első nemzetközi IEA-felméréseket is (lásd még 2. fejezet). Az empirikus vizsgálatok nem mindenben igazolták a tudásnak e taxonómiai rendszerben feltételezett hierarchiáját. A Bloom-taxonómiát meghatározó viselkedés-lélektani megközelítés is háttérbe szorult az oktatási folyamatok pszichológiai értelmezésében, átadva a helyét más paradigmáknak, mindenekelőtt a kognitív pszichológiának. Így az eredeti kognitív taxonómiák alkalmazására is egyre ritkábban került sor. Az affektív és a pszichomotoros terület hasonló taxonómiai csak később készültek el, és bár sok területen alkalmazták azokat, nem váltottak ki a kognitívhoz hasonló széles körű hatást.

A taxonómiák mint rendszerezési elvek „üres rendszerek”, nem foglaloznak a konkrét tartalommal. A taxonómiákat bemutató kézikönyvekben a tartalom csak az illusztráció szerepét tölti be. Ha például *Bloom* taxonómiájának hat szintje – az ismeret, a megértés, az alkalmazás, az analízis, a szintézis és az értékelés – a kémia egy konkrét területén elérendő célok leírásában kerül alkalmazásra, akkor azt kell pontosan megadni, mit kell tudni kémiából, mit kell megérteni, mit alkalmazni stb. (lásd pl. *Kloppfer*, 1971).

Az eredeti taxonómiák hatására, vagy azok átdolgozásaként, korszerűsítéseként a későbbiekben is születtek, és folyamatosan születnek újabb rendszerek és a célok leírását segítő hasonló szellemű kézikönyvek (*Anderson és Krathwohl*, 2001; *Marzano és Kendall*, 2007). Ezek közös jellemzője, hogy folytatják a *Bloom* által meghonosított hagyományt, továbbra is központi kérdésként kezelve a célok operacionalizálását, a tudás konkrétan felmérhető alapelemekre való lebontását. A taxonómiai rendszerek elkészítése során kialakult módszerek később a standardok kidolgozásának is hasznos módszertani forrásai lettek.

Standardok az oktatásban

A standardok kidolgozása az 1990-es években kapott lendületet. Ez a folyamat elsősorban az angolszász országokban volt látványos, ahol a közoktatásban korábban nem voltak a tanítás tartalmát szabályozó normatív dokumentumok. Volt például olyan ország, ahol – kis túlzással – minden

iskolában azt tanítottak, amit helyi szinten eldöntöttek. Ilyen feltételek mellett az oktatáspolitikai lehetőségei beszűkültek, az iskolarendszer teljesítményének javítására kevés lehetőség adódott. Ezért indultak el azok a folyamatok, amelyek valamilyen szinten (tartományi, nemzeti) az iskolai oktatás céljainak központi meghatározásához vezettek.

Az oktatási standardok lényegében az egységes oktatási követelményeket jelentik. Ellentétben a taxonómiákkal – mint rendszerekkel –, a standardok mindig konkrét tartalommal foglalkoznak. Külön szakmai csoportok, a szakterület specialistáiból szerveződő munkacsoportok készítik azokat, így a különböző diszciplínák sajátosságaitól függően sokféle formai megoldást alkalmazhatnak.

A standardok a legfrissebb elméleti koncepciók és tudományos eredmények felhasználásával készülnek, az egyes országok természettudományos standardjai között mégis jelentős különbségek lehetnek (lásd pl. *Waddington, Nentwig és Schanze, 2007*). A standardok általában leíró jellegűek, és azt fejezik ki, milyen tudás várható el a tanulóktól az adott tárgyból egy adott évfolyam befejeztével. Ebből következően a *standardok* fogalmának a magyar tantervi szakirodalom *követelmények* kifejezése felel meg legjobban.

A standardok kidolgozásával párhuzamosan elterjedt azok alkalmazása, a taxonómiai rendszerekhez hasonlóan mind az értékelésben, mind az oktatás folyamatában. Kézikönyvek sokasága jelent meg, amelyek részletesen bemutatják a standardok kidolgozásának és alkalmazásának módszereit. A hangsúlyok azonban mások, mint amelyek a taxonómiai rendszerek esetében érvényesültek. A standardok közvetlenül inkább az oktatásban hatnak (lásd pl. *Ainsworth, 2003; Marzano és Haystead, 2008*), és csak másodlagos az ezekhez igazodó értékelés (pl. *O'Neill és Stansbury, 2000; Ainsworth és Viegut, 2006*). A standard alapú oktatás (*standard-based education*) lényegében azt jelenti, hogy *vannak* részletesen kidolgozott, egységes követelmények, melyek elérése elvárható az adott életkorú tanulóktól.

A standardok és a standard alapú oktatás a magyar és más, erősen központosított oktatási rendszerekben tapasztalatot szerzett szakemberek számára nem mindenben jelentenek újdonságot. Magyarországon az 1990-es évek előtt egy központi tanterv írta elő a tanítás tartalmait, amelyre egyetlen tankönyv épült. Az általános iskola minden tanulója ugyanazt a tananyagot tanulta, és elvileg mindenkinek ugyanazokat a követelmé-

nyeket kellett teljesíteni. Az egységes tanterveket egyes területeken (matematika, természettudományok) évtizedek gyakorlati szakmai tapasztalata csiszolta, más területek ki voltak szolgáltatva a politikai-ideológiai önkénynek. Az 1990-es években elindult folyamatokra erőteljesen hatott a standardokat alkalmazó angolszász modell, azonban az ingaeffektus is érvényesült, és a tantervi szabályozás átlendült a másik oldalra, a Nemzeti alaptanterv már csak minimális központi előírást tartalmaz. Ez a folyamat ellentétes azzal, ami ugyanebben az időszakban más országokban lejátszódott. Összehasonlításként érdemes megjegyezni, hogy az amerikai matematika standardokat bemutató kötet (*National Council of Teachers of Mathematics*, 2000) önmagában terjedelmesebb, mint a Nemzeti alaptanterv első, 1995-ben megjelent változata. Időközben a Nat még rövidebb lett.

A standardok megjelenése és a standard alapú oktatás azonban nem egyszerűen egységesítést vagy központosítást jelent, hanem a tanulás tartalmainak szakszerű, tudományosan megalapozott elrendezését. Az új szemléletű standardok kidolgozása olyan országokban is meghatározóvá vált, amelyeknek korábban is voltak egységes tantervei. Például Németországban, ahol az oktatás tartalmait tartományi szinten korábban is részletesen szabályozták, elkezdődtek az egységes standardok kifejlesztésére irányuló kutatások (*Klieme és mtsai.*, 2003). A standardok legfontosabb, meghatározó vonása a tudományos megalapozás igénye. A standardok kidolgozása, a standard alapú oktatás világszerte kiterjedt kutató-fejlesztő munkát indított el.

A diagnosztikus mérések tartalmi kereteinek kidolgozása során merítettünk mind a standard alapú oktatás elméleti megfontolásaiból, mind az egyes konkrét standardok tartalmi és formai megoldásaiból. Követtük a standardok kidolgozásának hagyományait abban is, hogy az egyes tartalmi-mérési területek sajátosságait érvényesítettük, és nem törekedtünk az olvasás, a matematika és a természettudomány tartalmainak leírásában a pontosan megegyező formai megoldásokra.

Az általunk kidolgozott tartalmi keretek azonban különböznek is a standardoktól abban a tekintetben, hogy nem követelményeket, nem elvárásokat határoznak meg. Közös vonásuk azonban a standardokkal a részletesség, a konkrét, pontos leírásra törekvés és a tudományos megalapozás igénye.

Tartalmi keretek

Az általunk elkészített részletes leírásokra a „tartalmi keretek” megnevezést használjuk (az angol *framework* megfelelőjeként). A mérések tartalmi keretei annyiban hasonlíthatnak a standardokra, hogy a tudás részletes, rendszerezett leírását tartalmazzák. Különbség azonban, hogy a standardok a kimenet felől közelítik meg az oktatást. A hagyományos tantervekkel ellentétben a tartalmi keretek nem azt rögzítik, hogy mit kell tanítani vagy megtanulni. Nem határoznak meg elérendő követelményeket sem, bár a tartalmi leírások implicite kifejezik, hogy mit lehetne/kellene tudni a maximális teljesítményszinten.

A tartalmi keretek legismertebb példái a nemzetközi felmérésekhez készültek. A sok országra kiterjedő mérések esetében értelemszerűen szóba sem jöhet követelmények rögzítése. A tartalmi keretek ebben az esetben azt mutatják be, mit lehet, mit érdemes felmérni. A tartalom körülhatárolásánál különböző szempontokat lehet érvényesíteni. A korai IEA-mérések esetében a részt vevő országok tantervei jelentették a kiindulási alapot, tehát azt, hogy általában mit tanítanak az adott területen.

A PISA-mérések tartalmi keretei a három fő mérési területen azt írják le, hogy milyen alkalmazható tudásra van szüksége a modern társadalmak tizenöt éves fiataljának. Ebben az esetben a tudás alkalmazása és a modern társadalom szükségletei, az alkalmazás tipikus kontextusai meghatározó szerepet játszanak a tartalmi keretek kidolgozásában, és természetesen az adott diszciplínák, iskolai tantárgyak tudásának alkalmazásáról van szó bennük.

Egy harmadik megközelítés lehet a tanulásra és a tudásra vonatkozó tudományos kutatás felőli, a fejlődéslélektan és a kognitív pszichológia eredményeiből kiinduló leírás. Ez a szempont domináns azokon a kereszt-tantervi területeken is, amelyek nem egy (vagy néhány) iskolai tantárgyhoz kötődnek. Ilyen mérés volt például a tanulási stratégiákat és az önszabályozó tanulást középpontba állító negyedik területen a *PISA 2000*-felmérésben, amelynek tartalmi kereteit alapvetően pszichológiai szempontok, a tanulásra vonatkozó kutatási eredmények határozták meg (Artelt, Baumert, Julius-Mc-Elvany és Peschar, 2003). Pszichológiai szempontok alapján lehet leírni a tanulók attitűdjeit, amelyek vizsgálati szinte minden nemzetközi mérésben szerepel, és különösen kiemelkedő szerepet játszott a PISA 2006 természettudomány-vizsgálatban (OECD,

2006). Hasonlóképpen, a pszichológiai kutatásokból ismerjük a problémamegoldó gondolkodás szerkezetét, ami a 2003-as PISA kiegészítő mérési területe volt (OECD, 2004), és a legfrissebb kognitív kutatásokra épül a PISA 2012 keretében lebonyolítandó dinamikus problémamegoldás felmérés.

A diagnosztikus mérések számára készített tartalmi keretek (lásd az 5. fejezetet) merítettek a nemzetközi mérések tartalmi kereteinek munkálataiból. Annyiban hasonlítanak a PISA tartalmi kereteire (pl. OECD, 2006, 2009), hogy három fő mérési terület, az olvasás, a matematika és a természettudomány felmérését alapozzák meg. Különböznek azonban abban a tekintetben, hogy a PISA egy korosztályra, a tizenöt évesekre fókuszál, így egy metszetet ad a tanulók tudásáról. Ezzel szemben a mi tartalmi kereteink hat évfolyamot fognak át, fiatalabb tanulókkal foglalkoznak, és jelentős hangsúlyt kap bennük a fejlődési szempont.

A PISA tartalmi keretei egy adott mérési ciklusra készülnek, és bár az egyes mérési ciklusok között sok az átfedés, minden egyes ciklusban frissülnek. A PISA tartalmi keretek az egész értékelési folyamat leírását átfogják, a mérési terület meghatározásától (*defining the domain*) a területet szervező alapelvek kifejtésén (*organizing the domain*) keresztül az eredményeket leíró skálákig (*reporting scales*) és az eredmények interpretálásáig. Az általunk kidolgozott tartalmi keretek e folyamatból csak a mérési terület meghatározását, a szervező elvek bemutatását, és a tartalom részletes leírását fogják át. Bemutatják a mérések fő dimenzióit, a mérési skálák tartalmát, de nem foglalkoznak a skálán elérhető szintekkel és a skálázás kvantitatív kérdéseivel. Tekintettel a fejlődési szempontokra, a skálák kidolgozására csak további elméleti előmunkálatok és az empirikus adatok birtokában kerül sor.

A mérések tartalmának több szempontú megközelítése

Az utóbbi évtized oktatási innovációit főleg az integratív szemlélet határozta meg. Az érdeklődés középpontjába került kompetenciák maguk is különböző tudáselemek (egy-egy értelmezések szerint további, affektív elemekkel kiegészült) komplex egységei. A kompetencia alapú oktatás, a projekt módszer, a tartalomba ágyazott képességfejlesztés, a tartalomba

integrált nyelvtanítás és még sok más innovatív tanítási-tanulási módszer egyidejűleg több célt valósít meg. Az ilyen integratív megközelítések révén megszerzett tudásról feltételezhető, hogy könnyebben transzferálható, szélesebb körben felhasználható. Hasonló elvek szerint épülhetnek fel a szummatív jellegű kimeneti tesztek, ezt a megközelítést követik a PISA-tesztek és a magyar kompetenciamérések is.

Másfajta mérési megoldásra van azonban szükség akkor, ha a tanulás problémáit kívánjuk megelőzni, a lemaradásokat, a későbbi sikeres tanulást veszélyeztető hiányosságokat szeretnénk azonosítani. Ha a mérések eredményét a szükséges beavatkozások meghatározására használjuk, nem elég a tanulók tudásáról globális indikátorokat szolgáltató tesztet készíteni. Nem elég megállapítani, hogy a tanuló meg tud-e oldani egy komplex feladatot. Fel kell deríteni azt is, hogy mi az esetleges kudarc oka, vajon az alapvető ismeretei hiányoznak, vagy pedig azok a gondolkodási műveletek nem kellően fejlettek, amelyek az ismeretek logikus következtetési láncokká szervezéséhez szükségesek.

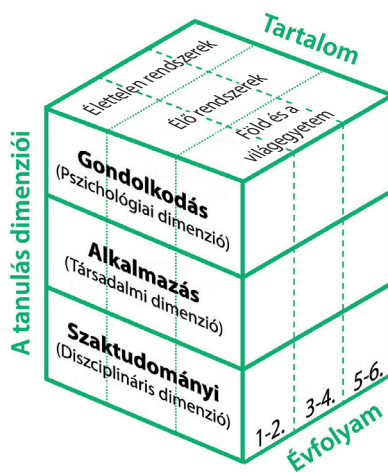
A diagnosztikus mérésekhez a tanulói tudás részletesebb leírására van szükség, ezért a tanításban érvényesülő integratív megközelítéssel ellentétben az analitikus megközelítést alkalmazzuk. Ugyanakkor a tanulást segítő méréseknek igazodniuk is kell az oktatás konkrét folyamataihoz. E követelményeknek megfelelően kialakulóban van a diagnosztikus és formatív felmérések technológiája, amely merít a nagymintás szummatív mérések tapasztalataiból, ugyanakkor számos új elemmel gazdagítja a mérési eljárásokat (*Black, Harrison, Lee, Marshall és Wiliam, 2003; Leighton és Gierl, 2007*).

A diagnosztikus mérések tartalmi kereteinek kidolgozása szempontjából számos tanulsága van a hasonló területeken végzett korábbi munkáknak, különösen a kisgyermekkorban alkalmazott felméréseknek (*Snow és Van Hemel, 2008*) és az iskola kezdő szakaszára kidolgozott formatív technikáknak (*Clarke, 2001, 2005*). Számunkra ezek közül is a legfontosabb a több szempontú, analitikus megközelítés, a pszichológiai és a fejlődési elvek hangsúlyossá tétele. Ugyanakkor a korábbi formatív és diagnosztikus rendszerek papír alapú teszteket használtak, ami erősen korlátozta a lehetőségeiket. Mi online számítógépes teszteket alkalmazunk, ami gyakoribb és részletesebb méréseket tesz lehetővé. A korábbiaknál nagyobb felbontású felméréseket végezhetünk, amihez alkalmazkodni kell a tartalmi kereteknek is.

A mérendő tartalom elrendezésének szempontjai

A felmérések tartalmát három fő szempont szerint rendezhetjük el. A három változó szerinti elrendezés egy háromdimenziós tömböt alkot, melynek vázlatát a 4.1. ábra mutatja be. A mérések tartalmának kifejtéséhez azonban ezt a háromdimenziós tömböt, annak egyes blokkjait lineárisan kell elrendezni. A tömb elemeit többféle módon felsorolhatjuk, attól függően, hogyan szeleteljük fel, melyik dimenzió mentén készítünk metszetet először, másodsor, majd harmadszor. Itt azt az elrendezési szempontot mutatjuk be, amelyik legjobban megfelel a diagnosztikus értékelés követelményeinek.

Az elsőként kiemelt szempont, a tanulás célja, maga is egy többdimenziós rendszer, amely az elemzésünk három fő dimenzióját, a pszichológiai (gondolkodási), a társadalmi (alkalmazási) és a diszciplináris (szaktárgyi) dimenziókat jeleníti meg. Ez a három dimenzió az, melyekre mindegyik fő mérési területen (olvasás, matematika, természettudomány) fejlődési skálákat dolgozunk ki (lásd részletesebben a következő részben).



4.1. ábra. A mérések tartalmának több szempontú elrendezése

A második szempont a fejlődés. Ebben a tekintetben a hat évfolyamot három kétéves blokkra bontottuk, az 1–2., a 3–4. és az 5–6. évfolyamokat foglalva egy-egy csoportba. Mivel a hat évfolyamot átfogó időszakot egységes fejlődési folyamatnak tekintjük, ez csak egy technikai megoldás

a tartalom elrendezésére. Empirikus bizonyítékok hiányában az életkorhoz (évfolyamhoz) rendelés egyébként is csak hozzávetőleges lehet.

Végül a harmadik szempont az adott mérési területen rendelkezésre álló tartalmak köre. Az így lebontott tartalmi blokkok alkotják a részletes tartalmi keretek egységeit. A különböző szempontok kombinálása miatt az egyes szempontok értékeinek növelése könnyen kombinatorikai robbanáshoz vezethet. Így esetünkben a konkrét mérési tartalmak számát kell mértéktartóan kezelni. A három tanulási dimenziót, a három életkori blokkot és a természettudomány esetén három fő tartalmi területet megkülönböztetve 27 blokk adódik. További részterületek elkülönítésével ez a szám rohamosan növekedne.

A diagnosztikus mérések skálái, a pszichológiai, az alkalmazási és a diszciplináris dimenzió

Korábbi empirikus vizsgálataink tapasztalatai alapján egy olyan modellt dolgoztunk ki, amelynek három dimenziója megfelel az oktatás három fő céljának. Ezek a célok végighúzódnak az iskolázás történetén, és megfelelnek a modern iskolai teljesítménymérés fő irányainak (Csapó, 2004, 2008, 2010).

Az értelem kiművelése, a gondolkodás fejlesztése olyan cél, amely nem külső tartalmakat nevez meg, hanem belső tulajdonságra hivatkozik. Modern terminológiával ezt *pszichológiai* dimenzióknak nevezhetjük. Az előző részben már utaltunk arra, hogy ez a dimenzió a PISA-vizsgálatokban is megjelent. Több olyan mérési területet is láttunk, amely pszichológiai eredmények alapján értelmezte a mérés tartalmát. A természettudomány terén ez a dimenzió azt vizsgálja, fejleszti-e a természettudomány tanulója a gondolkodást, az általános kognitív képességeket vagy a szűkebb értelemben vett tudományos gondolkodást az elvárható mértékben.

Egy másik régóta jelenlévő cél, hogy az iskola nyújtson hasznosítható, iskolán kívül is alkalmazható tudást. Ezt a szempontot *társadalmi* dimenzióknak nevezzük, és a tudás hasznosíthatóságát, alkalmazhatóságát értjük alatta. A tudás alkalmazása rokon fogalom a tudástranszferrel, amely egy adott kontextusban elsajátított tudás alkalmazását jelenti egy másik kontextusban. A transzfernek lehetnek fokozatai, amit a transzfer-távolsággal jellemezhetünk.

A harmadik meghatározó cél az, hogy az iskolában a tanulók elsajátítsák annak a tudásnak a lényeges elemeit, amit a tudományok és a művészetek felhalmoztak. Ez a cél valósul meg, amikor a tanulók az adott diszciplína, tudományterület szempontjai és értékei szerint közelítenek a tanuláshoz. Ez a szaktantárgyi vagy *diszciplináris* dimenzió. Az utóbbi években több olyan oktatási törekvés indult el, amely a korábbi, egyoldalú diszciplináris megközelítést kívánta kiegyensúlyozni. A kompetencia alapú oktatás és az alkalmazást középpontba állító tudásszintmérés némileg elhomályosította a szaktudományok szempontjait. Ahhoz azonban, hogy a tananyag szaktudományi szempontból összefüggő, egységes és így megérthető rendszert alkosson, szükség van azoknak a tudáselemeknek az elsajátítására is, amelyek közvetlenül nem szolgálják az alkalmazást vagy a gondolkodás fejlesztését, de a tudomány lényegének megértéséhez nélkülözhetetlenek. A tudományos állítások érvényességét igazoló bizonyítékok elsajátítása, a fogalmak szoros egymásra épülését biztosító pontos meghatározások megtanulása szükséges ahhoz, hogy a tanulók tudása szaktudományi szempontból is egységes rendszert alkosson.

A háromdimenziós modell azt jelenti, hogy ugyanaz a tartalom (esetleg kisebb hangsúlyeltolódással) felhasználható mindhárom dimenzióban feladat írására. Ezt a rendszerezés példájával szemléltethetjük. A rendszerezési képesség műveletei (pl. a sorbarendezés, osztályozás, csoportba sorolás) elemi szinten már gyermekkorban kialakulnak. A világ dolgait kategóriákba rendezzük, a fogalmi kategóriák kialakításában nélkülözhetetlen a dolgok közötti hasonlóságok és különbségek felismerése, a kategorizálás alapjául szolgáló szempontok kiválasztása. A rendszerezési képesség elemeit fejlesztik az iskolai gyakorlatok, fejleszti a tudományos ismeretek rendszerezett átadása. Meg lehet mérni a rendszerezési képesség fejlettségének szintjét gondolkodási feladattal, egyszerű tartalmak segítségével (pl. hétköznapi tárgyak osztályozása, ruhadarabok csoportosítása aszerint, hogy melyik évszak(ok)ban viseljük azokat). Az alkalmazási feladat valamely hétköznapi szituációhoz kötődhet, amelyben alkalmazni kell a tanulónak az iskolában megtanult ismereteket is, például élelmiszerek csoportosítása napi és heti étrend összeállításához különböző szempontok (pl. összetétel, tápérték) szerint. Végül ellenőrizhetjük, hogy a tanulók megtanulták-e, hogyan rendszerezi a biológia tudománya az élőlényeket, mi a rendszerezés alapja, melyek az élőlények nagy csoportjai, hogyan nevezzük ezeket a csoportokat, és hogyan szemléltethető

vizuális formában (pl. fagráffal vagy halmazábrával) a csoportok egymáshoz való viszonya, az élőlények rendszerének hierarchiája. Ez utóbbi már olyan tudás, amit nem lehet a kognitív fejlődést stimuláló gyakorlatokkal kialakítani, csak a megfelelő szaktárgyi tudás elsajátításával.

A természettudományok tanulása szorosan összefügg az általános értelmi fejlődéssel. A természettudományok minden területén meghatározó szerepe van a műveletvégzésnek, a gondolkodásnak, és számos területen előtérbe kerül az elsajátított tudás alkalmazhatósága is. A három dimenzió ezért nem minden esetben válik el élesen egymástól. Azt, hogy egy feladatot a gondolkodási, az alkalmazási vagy a diszciplináris csoportba sorolunk-e attól függ, hogy az általa mért tartalom milyen mértékben kötődik a szaktudományi tudáshoz, a tananyaghoz, az iskolai feladatok kontextusához.

A pszichológiai dimenzió megjelenése a részletes tartalmi keretekben

A gondolkodási képességek fejlődését és fejlettségük vizsgálatát a részletes tartalmi keretekben az első alfejezet tárgyalja, amely a matematikával közös képességrendszer mellett példát mutat a természettudományos megismerés, vizsgálódás, kutatás területspecifikus elemeinek mérésére is. Elméleti háttérét a kötet első fejezete adja, amely áttekinti az általános gondolkodási képességek rendszerét, a fejlődés és a fejlesztés kérdéseit, tárgyalja az általános, a tudományos és a természettudományos gondolkodás viszonyát.

A természettudományos gondolkodás

A természettudományos gondolkodást (*scientific thinking*) gyakran értelmezik úgy, mint a gondolkodás specifikus típusát. Olyan mentális folyamatok összességét értik alatta, amelyeket akkor használunk, amikor valamilyen természettudományos tartalomról (pl. erő a fizikában, oldatok a kémiában, növények a biológiában) gondolkodunk, vagy valamilyen tipikus természettudományos tevékenységet végzünk (pl. vizsgálatot, kísérletet tervezünk, hajtunk végre) (*Dumbar és Fugelsang, 2005*). A termé-

szettudományos gondolkodás segíti az általános gondolkodási képességek fejlődését, és egyben feltétele a természettudományos diszciplináris tudás eredményes elsajátításának.

A természettudományos gondolkodás nem szűkíthető le a tudományos megismerés módszereinek ismeretére, alkalmazására. Magában foglal számos olyan általános kognitív képességet, amit az emberek a nem természettudományos területen is alkalmaznak, mint például az indukció, dedukció, analógia, oksági gondolkodás, problémamegoldás. A természettudományos gondolkodás specifikus elemei kötődnek a természettudományos tárgyú vizsgálatok lépéseire (pl. kérdések felvetése, problémák felismerése, világos megfogalmazása; releváns adatok gyűjtése, értékelése; következtetések levonása, az eredmények objektív értékelése; az eredmények kommunikálása). Magukban foglalják a tudományos információk elemzését (pl. tudományos szövegek megértése, vizsgálatok értékelése, kapcsolatteremtés az elméletek és a tények között). Ide kapcsolódik továbbá a tudomány működésével, hatásainak értékelésével kapcsolatos tudás (pl. a természettudományos tudás állandó fejlődésének magyarázata; a fizikai, biológiai és a szociális világ szoros összefüggésének felismerése; a természettudományos eredmények hasznának és veszélyeinek azonosítása; a bizonyítékokon alapuló következtetés, döntéshozás), amely átvezet a tudás alkalmazási dimenziójához.

A természettudományos gondolkodás fejlődése, fejlesztése

A gyermekek értelmi képességeinek fejlődése összekapcsolódik személyiségük egyéb összetevőinek változásával. A különböző életkori szakaszokban eltérő a tanulók érdeklődése, másként gondolkodnak, különbözőképpen cselekednek, és másféle a valósághoz való viszonyuk. A kognitív fejlődés ütemében jelentős egyéni eltérések lehetnek, ezért az életkori szakaszok határai nem merevek. Az 1–6. évfolyamot a tartalmi keretekben egységes fejlődési folyamatnak tekintjük, a gondolkodási képességek fejlettségének szintjét empirikus adatok hiányában nem rendeljük hozzá a három életkori szakaszhoz. A gondolkodás fejlődésének értelmezéséhez és a gondolkodási műveletek vizsgálatához azonban alapul vesszük a fejlődéslélektanból ismert pszichológiai jellemzőket, és elsősorban az 1–4. és az 5–6. évfolyam között teszünk különbséget.

Az 1–6. évfolyamos korosztályt a *Piaget* által leírt szakaszok szerint alapvetően a konkrét műveletek jellemzik, de az 5–6. évfolyamon megjelenhetnek a következő szakasz, a formális műveletek jellemzői is. Az 1–4. évfolyamos tanulókat a tapasztalatokhoz kötött konkrét műveletek jellemzik: csak korlátozott számú változót tudnak kezelni; felismerik, leírják a változók közötti kapcsolatot, de nem tudják azt megmagyarázni. A formális műveletek szakaszában a gyerekek képesek többváltozós problémákat kezelni; eseményeket megjósolni, megmagyarázni. Például egy ökológiai rendszer jellemzése során a konkrét műveletek szakaszában a tanuló képes felismerni és leírni egy egyszerű táplálékláncot, és felismeri a kapcsolatot a tápláléklánc tagjai között. Ahhoz, hogy megértse az ökoszisztéma mint többváltozós rendszer dinamikus egyensúlyának lényegét, és értse, hogy egy tényező megváltozása a rendszerben további hatásokat eredményezhet és elvezethet az egyensúly eltolódásához, már a gondolkodás magasabb szintje szükséges (*Adey, Shayer és Yates, 1995*).

A természettudományos gondolkodás fejlődése szoros kapcsolatban van a matematikai készségek fejlettségével és azok alkalmazhatóságával. A természettudományos vizsgálatokhoz, a természettudományos kutatási készségek működéséhez alapvető például az elemi számolási készségek alkalmazása, az arányosság, a százalékszámítás, a mértékváltás, az adatok ábrázolása, grafikonok készítése, értelmezése, a valószínűségi gondolkodás, korrelatív gondolkodás.

A természettudományos gondolkodás elemeit az oktatás kezdetétől lehet fejleszteni. Nagy szerepet játszik ebben az időszakban a közvetlen tapasztalat, a dolgok, jelenségek megfigyelése, vizsgálata, de kísérletezés nélkül is fejleszthetők a gondolkodási műveletek (pl. vizsgálatok tervezése, megfigyelések, vizsgálatok eredményeinek értelmezése). Az életkor, illetve az iskoláztatás előrehaladtával fokozatosan nehezebb természetmegismerési módszerek, technikák, egyre több tartalmi területen való, egyre önállóbb alkalmazását várják el a tanulóktól a tantervek és a tankönyvek (*Nagy L.-né, 2006a, 2008, 2009*).

Számos módszertani publikáció hívja fel a figyelmet arra, hogy a fiatal gyermekeket be kellene vonni a természettudomány művelésébe („*sciencing*”) a természettudományos tények direkt közlése helyett. A tevékenységorientált (*action-oriented*) és kutatás alapú (*inquiry-based*) megközelítéseket a fiatal gyermekek természettudomány-tanulására is kiterjesztik; tevékenységek, feladatok révén segítik a kérdések feltevését,

a válaszok keresését, a vizsgálatok tervezését, adatok gyűjtését. A kutatási eredmények azonban azt jelzik, hogy az egyszerű felfedezési tanulás csak kevés gyermek esetében vezet el a tudományos ismeretrendszer elsajátításához. Hatékonyabb módszer az irányított felfedezés összekapcsolása az explicit tanítással.

Az 5. fejezetben áttekintjük, hogyan lehet figyelembe venni a természettudományos gondolkodás vizsgálata során az 1–4., valamint az 5–6. évfolyamot átfogó életkori szakaszok pszichológiai jellemzőit, és ebből következően a kognitív műveletek egymásra épülési sorrendjét. Az általános gondolkodási műveletek működését természettudományos területről választott tartalmakon vizsgáljuk. A részletes tartalmi keret kidolgozásakor felhasználtuk az eddigi hazai mérési tapasztalatokat; az általános gondolkodási képességek közül az induktív (Csapó, 2002), deduktív (Vidákovich, 2002), analógiás (Nagy L.-né, 2006b), kombinatív (Csapó, 1998) és korrelatív (Bán, 2002) gondolkodás, valamint a rendszerezési képesség (Nagy, 1990) vizsgálatának eredményeit. A területspecifikus elemek mérésére a természettudományos vizsgálat, problémamegoldás, szövegértés, bizonyítékelemzés, döntéshozatal területéről mutatunk be néhány példát.

Az alkalmazás dimenzió megjelenése a részletes tartalmi keretekben

Az alkalmazás a diagnosztikus mérések tartalmát leíró háromdimenziós modellben (4.1. ábra) a tanulás társadalmi elvárások szerint szerveződő dimenziója, amely a tudás társadalmi hasznosíthatóságára, különböző kontextusokban való alkalmazhatóságára, a tudástranszfer fejlesztésére, valamint a tudomány, a technika, a társadalom és a környezet közötti kapcsolatteremtés képességére helyezi a hangsúlyt. A társadalmi dimenzió a részletes tartalmi keretekben a gondolkodási és a diszciplináris dimenzióhoz hasonló súllyal jelenik meg. Azt a szempontrendszert írja le, amely mentén mérhető, hogy a tanulók egy adott fejlődési szakaszban rendelkeznek-e alkalmazható, a közvetlen és a tágabb környezet szempontjából hasznos természettudományos tudással.

Az alkalmazás dimenzió elméleti hátterét a természettudományos nevelés céljait és alapelveit képviselő természettudományos műveltség adja.

A természettudományos műveltségnek sokféle meghatározása van. Ezek azonban megegyeznek abban, hogy különböző hangsúlyokkal, de lényegében ugyanazt a társadalmi elvárást írják le, a mindennapi problémák értelmezését és megoldását támogató, az egyéni döntéseket megalapozó alkalmazható tudást foglalják elméleti keretrendszerbe.

Az alkalmazható tudás

Alkalmazható tudáson a tudás tartalmi elemeinek (ismeretek) és műveleti rendszerének (gondolkodási képességek) olyan komplex rendszerét értjük, amely különböző helyzetekben is működik. A pszichológiai vizsgálatok (pl. *Butterworth*, 1993; *Clancey*, 1992; *Schneider*, *Healy*, *Ericsson* és *Bourne*, 1995; *Tulving*, 1979) jelzik, hogy a tanulás szituatív jellegű, a tudás aktiválása, alkalmazása függ a tanulási és a felhasználási szituáció viszonyától, vagyis az alkalmazás nem automatikus, a tanulóknak a tartalmak és a műveletek transzferálását meg kell tanulniuk. A tudás transzferálása során fel kell ismerni a feladatok, a szituációk közötti hasonlóságokat, különbségeket. A tartalmak és a műveletek szempontjából eltérő távolság lehet a már ismert és az új feladat között. A transzfertávolság mellett a szakirodalom a tudástranszfer számos formáját írja le (*Molnár*, 2006). A részletes tartalmi keretekben a közeli és a távoli transzfer fogalmát használjuk. A közeli transzfer esetében a tanulási és az alkalmazási szituáció nagymértékben hasonlít. Ilyen például egy tantárgy adott témakörében elsajátított tudás alkalmazása ugyanazon tantárgy más témaköreiben vagy más tantárgyban. A távoli transzfer alatt olyan alkalmazást értünk, mikor a tanulási és az alkalmazási szituáció között jelentős különbségek vannak, például az iskolában tanultak alkalmazása hétköznapi helyzeteket, szituációkat, valós (realisztikus) problémákat tartalmazó feladatok megoldásában (4.2. ábra). A tudástranszfert, az alkalmazást nagymértékben befolyásolják a feladat jellemzői és az a szituáció, kontextus, amely a feladatban megjelenik, ezért az alkalmazható tudás értékeléséhez szükséges a kontextus jellemzése, leírása.

Az alkalmazás kontextusa

A kontextus értelmezése a különböző tudományterületeken igen változó (*Butterworth, 1993; Goldman, 1995; Grondin, 2002; Roazzi és Bryant, 1993*). A részletes tartalmi keretek kidolgozaskor a kontextus alatt a feladatoknak, problémáknak értelmezési keretet adó dolgok (személyek, tárgyak, események), azok jellemzőinek és egymáshoz való viszonyának összességét, a szituációt leíró azon információk együttesét értjük, amely alapvetően meghatározza a tudás aktiválását, a feladat megoldását.

A kontextus a nemzeti standardokban és a különböző felmérések elméletei kereteiben legtöbbször implicit jelentéstartalommal használt jelzős szerkezetek, ellentétpárok formájában jelenik meg. Ilyenek például az „ismert – ismeretlen /új””; „iskolai – iskolán kívüli” vagy a „tudományos – életszerű / valós /realisztikus” kifejezések. A kontextus részletesebb jellemzésére először a PISA-programban került sor (*OECD, 2006*). A részletes tartalmi keretekben a PISA rendszerét vettük alapul, amelyben az egyik szempontot a kontextus (személyes/társadalmi/globális), a másikat azok a társadalmi szempontból fontos természettudományos tartalmak, problémák (pl. egészség, természeti források, kockázatok) adják, amelyeket az egyes kontextusokban vizsgáltak. Megtartottuk ezeket a szempontokat, de a tudás hétköznapi szituációkban való alkalmazásának értékelése mellett az iskolai kontextushoz kötődő alkalmazásokat is figyelembe vettük. Az iskolai kontextus három formáját különböztettük meg: (1) adott tantárgy más témája, (2) más természettudományos tantárgy, (3) nem természettudományos tantárgy (4.2. ábra). A nem iskolai, hétköznapi szituációkat a realisztikus kontextusok képviselik, melyek felosztásában megtartottuk a PISA személyes, társadalmi és globális kategóriáit.

Iskolai	Adott tantárgy más témája	
	Más természettudományos tantárgy	
	Nem természettudományos tantárgy	
Realisztikus	Autentikus	Személyes (egyéni, családi, kortárs)
		Társadalmi (közösségi)
	Nem autentikus	Globális (a világot érintő)

4.2. ábra. A tudás alkalmazásának kontextusai

Realisztikusnak tekintjük azokat a jelenségeket, eseményeket, kérdéseket, problémákat, melyek értelmezése és megoldása különböző megfontolások miatt (pl. hozzátartoznak a természettudományos műveltséghez) elvárható az adott életkorban. Mivel a fiatalabb korosztályokban (az 1–6. évfolyamokon) mind a tanulásban, mind a felhasználásban (feladatmegoldásban) fontos szerepe van az egyéni tapasztalatoknak, és releváns tudást elsősorban a közvetlen környezet problémáinak megoldása jelent, a realiztikus feladatokat két csoportba soroltuk aszerint, hogy a bennük megjelenő szituáció mennyiben jelent a tanuló számára ténylegesen átélhető tapasztalatot. Megkülönböztettünk autentikus és nem autentikus feladatokat. Az autentikus feladatok kontextusa főként személyes, esetleg társadalmi, a tanuló életéből vett szituációkhoz (pl. közlekedés, sport), a saját életében, családjában, kortársi kapcsolataiban vagy tágabb környezetében megtapasztalt helyzetekhez, problémákhoz kötődik. A nem autentikus feladatok olyan mindennapi problémák, amelyekben megjelenik a tudomány, a technika és a társadalom kapcsolata, de az adott életkorú gyerek számára ténylegesen nem relevánsak (pl. globális felmelegedés, alternatív energiaforrások). Az 1–6. évfolyamokon nem autentikus a társadalmi problémák többsége és a globális, az emberiséget általában érintő kérdések köre.

Az alkalmazási dimenzióhoz kapcsolódóan a részletes tartalmi keretek második alfejezetében mintafeladatokkal illusztrálva mutatjuk be, hogyan mérhető a tudás alkalmazása a különböző kontextusokban, figyelembe véve az életkori sajátosságokat, a tanulók tapasztalatait, érdeklődését.

A diszciplináris dimenzió megjelenése a részletes tartalmi keretekben

A tartalmi dimenzió szempontjából két módon is rendszereztük a természettudományos tartalmakat: interdiszciplináris és diszciplináris szempontokat követve. Az interdiszciplináris megközelítésben – összhangban a diszciplináris dimenzióval kapcsolatos harmadik fejezettel – fontosnak tartjuk olyan alapfogalmak, alapelvek, összefüggések kialakítását, fejlesztését, amelyek összekötik az egyes diszciplinákat, a természettudományos műveltség alapját képezik, és nemcsak az 1–6. évfolyamon, ha-

nem a természettudományos oktatás teljes időtartama alatt bővíthetők, formálhatók. Számos példát találunk a külföldi természettudományos standardokban alapfogalmak, alapelvek megadására, a Nemzeti alaptantervünk is törekszik erre. Az általunk javasolt rendszerben két alapfogalom szerepel: anyag és energia, az összefüggések pedig a szerkezet és tulajdonság kapcsolatára, a rendszerek és kölcsönhatások értelmezésére, az állandóság és változás felismerésére, a tudományos megismerésre, valamint a tudomány, társadalom, technika kapcsolatára vonatkoznak.

A szaktudományi tartalmak tárgyalásának másik módja a diszciplináris szempontokat követi. A négy természettudományos diszciplína alapján három tartalmi területet alakítottunk ki: Élettelen rendszerek, Élő rendszerek, valamint a Föld és a világegyetem. A fizikai világgal, az anyagokkal és azok tulajdonságaival, állapotaival foglalkozó két tudományterületet, a kémiát és a fizikát nem választottuk szét, egy tartalmi területen belül értelmeztük. Annak ellenére, hogy hazánkban a természettudományos tantárgyak tanítása az 1–6. évfolyamon integrált tantárgyak (környezetismeret, természetismeret) keretein belül zajlik, indokoltnak tartjuk ezt a felosztást.

A három tartalmi terület elkülönítése lehetővé teszi, hogy a diszciplináris tudás elemei nyomon követhetők legyenek az egyes életkori szakaszokban, összerendezve lehessen látni, hogy a természettudományos diszciplínákon belül mely témakörök, fogalmak, tények, összefüggések jelennek meg a 6. évfolyamig. A három tartalmi terület megkülönböztetése azért is hasznos, mert a természettudományos oktatás teljes időszakára, a diszciplínák szerint történő oktatási szakaszra (7–12. évfolyam) is alkalmazható. A három tartalmi terület összhangban van a PISA-vizsgálatokban alkalmazott felosztással. A 2006-os és 2009-es felmérések mérési kereteiben a természettudományos ismeretek hasonló elnevezéssel szerepelnek. A három terület mellett a PISA-vizsgálatokban megjelennek még a technológiai rendszerek, valamint a természettudományokról és a természettudományos kutatásról szóló témakörök is (*OECD*, 2006. 32–33. o.; *OECD*, 2009. 139–140. o.). E három utóbbi témakör az általunk készített rendszerben a diszciplínákon átívelő összefüggések között kapott helyet.

A részletes tartalmi keretek harmadik alfejezetekben áttekintjük a három tartalmi területen (Élettelen rendszerek, Élő rendszerek, A Föld és a világegyetem) azokat a tudáselemeket, amelyek elsajátítását a

szaktudományok szempontjából kiemelkedő fontosságúnak tartjuk. Az 1–6. évfolyamon tanítható és mérhető ismeretek, készségek és képességek tárgyalásánál figyelembe vesszük a tanulók gondolkodására, ismeretrendszerének fejlődésére vonatkozó kutatási eredményeket, és rámutatunk a tanulók tudásában várható különbségekre az egyes életkori szakaszokban. A természettudományok tanulásának kezdeti szakaszában a tanulók elsősorban a tapasztalati tudásukra építenek, ami rendkívül hasznos kiindulási alap, ugyanakkor számos téma esetében a mindennapi tapasztalatok és a tudományos ismeretek nem kapcsolhatók közvetlenül össze, a tudományos fogalmak megértéséhez hosszabb út vezet. Ahol lehetséges, utalunk a fogalmi fejlődés egyes állomásaira, jellegzetes megnyilvánulási formáira, diagnosztizálási lehetőségeire. A tanulói tudás fejlődésére vonatkozó leírást a diagnosztikus értékelésben alkalmazható feladatokkal illusztráljuk. A diszciplináris dimenzió a szaktudományi szempontokat helyezi előtérbe, ezért az itt megjelenő feladatok a tudományos ismeretek elsajátításának szintjét vizsgálják az iskolai feladatok ismert kontextusában.

Élettelen rendszerek

Ez a tartalmi terület az élettelen természettel kapcsolatos ismeretelemeket határolja körül. Annak ellenére, hogy a Nemzeti alaptantervben hangsúlyosak a fizikai világra vonatkozó ismeretek a természettudományos nevelés alapozó szakaszában is, a jelenleg ajánlott kerettantervek, illetve a forgalomban lévő tankönyvek és munkafüzetek elemzése azt mutatja, hogy a fizika és a kémia szaktárgyi tudás tanulását megalapozó tartalmak az 1–6. évfolyamokon a többi természettudományos diszciplinához képest lényegesen kisebb arányban szerepelnek. A kisiskoláskort rendkívül fontos időszaknak tekintjük a fizikai világ megismerésében, a tudományos ismeretrendszer és gondolkodásmód elsajátításának előkészítésében. A részletes tartalmi keretekben ezért – összhangban a Nemzeti alaptantervvel és a külföldi tantervi és értékelési dokumentumokkal – a jelenlegi oktatási gyakorlatnál nagyobb hangsúlyt fektetünk a fizikai és a kémiai ismereteket alapozó témakörökre (A testek és az anyagok tulajdonságai, Az anyagok változásai, Kölcsönhatások, Az energia), a fizikai és kémiai alapfogalmak kialakításának megkezdésére.

A gyerekeket érdekli az őket körülvevő természeti és társadalmi környezet, megpróbálják megmagyarázni a természeti jelenségeket, kíváncsiak arra, hogyan működnek azok a technikai eszközök, amelyekkel nap mint nap találkoznak. Az iskolának fontos szerep jut abban, hogy segítsen rendszerezni a sok helyről megszerzett ismereteket. Ha ezt nem teszi, a gyermekek által kitalált laikus magyarázatok tévképzetek kialakulásához és azok rögzüléséhez vezethetnek. Fontos fejlesztési feladat, hogy a diákokban már kisiskolás korban is formáljuk azt a tudást és szemléletmódot, amely alapján később képesek lesznek értelmezni a tudomány és a technika szerepét az emberek életében. Az Élettelen rendszerekre vonatkozó tartalmi keret arra is felhívja a figyelmet, hogy a fizikai és kémiai ismeretek elsajátítása során végzett változatos tevékenységek olyan gondolkodási képességeket fejlesztenek, amelyek hasznosíthatók más tantárgyak tanulásában és később, az életben való boldoguláshoz is szükségesek.

Élő rendszerek

Az Élő rendszerek tartalmi területre kidolgozott részletes tartalmi keretek – kapcsolódva számos fizikai, kémiai és természetföldrajzi ismerettel – az élőlényekkel kapcsolatos elvárt tudást mutatják be. A tartalmi elemek összhangban vannak a Nemzeti alaptantervben megfogalmazott tanítási elvekkel, figyelembe veszik a korcsoportok sajátosságait és azt a célt, hogy a tananyag elsajátítása hozzájáruljon a tanulók kognitív képességeinek fejlesztéséhez, tanulási motivációjuk növeléséhez. Az elvárható tudáselemek rendszerének kialakításánál, a témakörök (Az élet kritériumai és az élőlények tulajdonságai, Egysejtű élőlények, Növények, Állatok, Gombák, Ember, Életközösségek, Környezet- és természetvédelem) megadásánál figyelembe vettük a biológia érettségi követelmények rendszerét is, hogy az 1–6. évfolyamra kidolgozott rendszer továbbfejleszhető legyen a 12. évfolyam végéig. Lényeges szempont, hogy a részletes tartalmi keret hangsúlyozza a biológiatudomány módszereinek (pl. megfigyelés, kísérlet) közvetítését, a biológiatudomány, a technika és a társadalom szoros kapcsolatának felismertetését és a különböző tartalmi területeken átívelő alapfogalmak, összefüggések különböző aspektusból való megmutatását.

A Föld és a világegyetem

A természettudományi tudásban kissé speciális szerepet tölt be ez a tartalmi terület, mivel olyan tudáselemeket is magában foglal, amelyek más tudományterületekkel (pl. matematika) szoros kapcsolatban állnak, és a társadalom-földrajzi vonatkozások révén hidat képeznek a társadalomtudományok felé.

A tartalmi keret kidolgozása a földrajzi-környezeti tartalmak főbb logikai dimenziói alapján történt. A földrajz mint tér- és időtudomány jellegéből következően alapvető terület a tájékozódás térben és időben, a földi szférák (a földfelszín, a vízburok és a légkör) felépítése és jelenségei, illetve a regionális tér különböző nagyságrendű (a lakóhely és Magyarország, bolygónk és a világegyetem) ismerete, problémacentrikus megközelítése (a természeti környezet és a társadalom kapcsolata, környezetállapot). A tartalmi keret a földrajz mint környezettudomány közoktatási tartalmait és az azok elsajátításához, alkalmazásához szükséges tudás alapjait foglalja össze. Összeállításának alapját a külföldi standardok mellett elsősorban a hazai tantervméleti kutatások eredményei és az aktuális dokumentumok (Nemzeti alaptanterv, érettségi követelményrendszer), illetve a földrajz tantárgypedagógia új irányzatai képezték. Lényeges jellemzője, hogy megkülönböztetett figyelmet szentel az ismeretekhez kapcsolódó készségek, tevékenységek egymásra épülő fejlődésének az egyes életkori szakaszokban.

Összegzés és további feladatok

A természettudomány részletes tartalmi keretei csak kiindulópontot jelentenek a diagnosztikus mérési rendszer kidolgozásához, egy hosszú fejlődési folyamat kezdő szakaszát vázolva. Az elméleti háttér és a részletes tartalmi keretek továbbfejlesztésének többféle forrása lehet.

A munka időbeli keretei által szabott korlátok miatt nem kerülhetett sor a külső szakmai vitára. Most e kötetekben megjelennek magyarul és angolul, így a legszélesebb tudományos és szakmai közösségek számára hozzáférhetővé válnak. A továbbfejlesztés első köre e szakmai körből érkező visszajelzések figyelembevételére várhatóan megvalósulhat meg.

A fejlesztés második, lényegében folyamatos forrása az új tudományos

eredmények beépítése lehet. Néhány területen különösen gyors a fejlődés, ezek közé tartozik a kora gyermekkori tanulás és fejlődés kutatása. A tudás, a képességek, a kompetenciák értelmezése, operacionalizálása számos kutatási programban megjelenik. Hasonlóan élénk munka folyik a formatív és diagnosztikus értékelés terén. E kutatások eredményeit fel lehet használni az elméleti háttér újragondolásához és a részletes leírások finomításához.

A tartalmi keretek fejlesztésének legfontosabb forrása alkalmazásuk gyakorlata lesz. A diagnosztikus rendszer folyamatosan termeli az adatokat, amelyeket fel lehet használni az elméleti keretek felülvizsgálatára is. A most kidolgozott rendszer a mai tudásunkra épül, a tartalom elrendezése és a hozzávetőleges életkori hozzárendelés tudományelméleti értelemben csak hipotézisnek tekinthető. A mérési adatok fogják megmutatni, melyik életkorban *mit tudnak* a tanulók, és csak további kísérletekkel lehet választ kapni arra a kérdésre, hogy hatékonyabb tanulásszervezésel *meddig lehet eljuttatni* őket.

A különböző feladatok közötti kapcsolatok elemzése megmutatja a fejlődés leírására szolgáló skálák összefüggéseit is. Rövid távon elemezni lehet, melyek azok a feladatok, amelyek az egyes skálák egyedi jellegét meghatározzák, és melyek azok, amelyek több dimenzióhoz is tartozhatnak. A diagnosztikus mérésekből származó adatok igazán fontos elemzési lehetőségei azonban az eredmények longitudinális összekapcsolásában rejlenek. Így hosszabb távon elemezni lehet azt is, milyen az egyes feladatok diagnosztikus ereje, melyek azok a területek, amelyek tudása meghatározza a későbbi tanulás eredményeit.

Irodalom

- Adey, P., Shayer, M. és Yates, C. (1995): *Thinking Science: The curriculum materials of the CASE project* (2. kiadás). Thomas Nelson and Sons Ltd., London.
- Ainsworth, L. (2003): *Power standards. Identifying the standards that matter the most*. Advanced Learning Press, Englewood, CA.
- Ainsworth, L. és Viegut, D. (2006): *Common formative assessments. How to connect standards-based instruction and assessment*. Corwin Press, Thousand Oaks, CA.
- Anderson, L. W. és Krathwohl, D. R. (2001): *A taxonomy for learning, teaching and assessing*. Longman, New York.
- Artelt, C., Baumert, J., Julius-Mc-Elvany, N. és Peschar, J. (2003): *Learners for life. Student approaches to learning*. OECD, Paris.

- Bán Sándor (2002): Gondolkodás a bizonytalanról: valószínűségi és korrelatív gondolkodás. In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai tudás*. 2. kiadás. Osiris Kiadó, Budapest, 231–260.
- Black, P., Harrison, C., Lee, C., Marshall, B. és Wiliam, D. (2003): *Assessment for learning. Putting it into practice*. Open University Press, Berkshire.
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H. és Krathwohl, D. R. (1956): *Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals. Handbook I: Cognitive Domain*. Longmans, New York.
- Butterworth, G. (1993): Context and cognition in models of cognitive growth. In: Light, P. és Butterworth, G.: *Context and cognition*, Erlbaum, Hillsdale, NJ. 1–13.
- Clancey, W. J. (1992): Representations of knowing: In defense of cognitive apprenticeship. *Journal of Artificial Intelligence in Education*, 3. 2. sz. 139–168.
- Clarke, S. (2001): *Unlocking formative assessment. Practical strategies for enhancing pupils learning in primary classroom*. Hodder Arnold, London.
- Clarke, S. (2005): *Formative assessment in action. Weaving the elements together*. Hodder Murray, London.
- Csapó Benő (1998): *A kombinatív képesség struktúrája és fejlődése*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Csapó Benő (2002): Az új tudás képződésének eszközei: az induktív gondolkodás. In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai tudás*. 2. kiadás. Osiris Kiadó, Budapest, 261–290.
- Csapó, B. (2004): Knowledge and competencies. In: Letschert, J. (szerk.): *The integrated person. How curriculum development relates to new competencies*. CIDREE, Enschede. 35–49.
- Csapó Benő (2008): A tanulás dimenziói és a tudás szerveződése. *Educatio*, 2. sz. 207–217.
- Csapó, B. (2010): Goals of learning and the organization of knowledge. In: Klieme, E., Leutner, D. és Kenk, M. (szerk.): *Kompetenzmodellierung. Zwischenbilanz des DFG-Schwerpunktprogramms und Perspektiven des Forschungsansatzes*. 56. Beiheft der Zeitschrift für Pädagogik. Beltz, Weinheim. 12–27.
- Dumbar, K. és Fugelsang, J. (2005): Scientific Thinking and Reasoning. In: Holyoak, K. J. és Morrison, R. G. (szerk.): *The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning*. Cambridge University Press, Cambridge, New York, 705–725.
- Goldman, A. (1995): A tudás oksági elmélete. *Magyar Filozófiai Szemle*, 1–2. sz. 231–248.
- Grondin, J. (2002) *Bevezetés a filozófiai hermeneutikába*. Osiris Kiadó, Budapest.
- Hartig, J., Klieme, E. és Rauch, D. (2008, szerk.): *Assessment of competencies in educational context*. Hogrefe, Göttingen.
- Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M., Reiss, K., Riquarts, K., Rost, J., Tenorth, H. E. és Vollmer, H. J. (2003): *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards*. Bundesministerium für Bildung und Forschung, Berlin.
- Kloppfer, L. E. (1971): Evaluation of learning in Science. In: Bloom, B. S., Hatings, J. T. és Madaus, G. F. (szerk.): *Handbook on formative and summative evaluation of student learning*. McGraw-Hill Book Company, New York. 559–641.
- Leighton, J. P. és Gierl, M. J. (2007, szerk.): *Cognitive diagnostic assessment for education. Theory and applications*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Marzano R. J. és Kendall, J. S. (2007): *The new taxonomy of educational objectives*. 2nd ed. Corwin Press, Thousand Oaks, CA.

- Marzano, R. J. és Haystead, M. W. (2008): *Making standards useful in the classroom*. Association for Supervision and Curriculum Development, Alexandria.
- Molnár Gyöngyvér (2006): *Tudástranszfer és komplex problémamegoldás*. Műszaki Kiadó, Budapest.
- Nagy József (1990): *A rendszerezési képesség kialakulása*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Nagy Lászlóné (2006a): A tanulásról és az értelmi fejlődésről alkotott elképzelések hasznosítása a természettudományok tanításában. *A Biológia Tanítása*, **14**. 5. sz. 15–26.
- Nagy Lászlóné (2006b): *Az analógiás gondolkodás fejlesztése*. Műszaki Kiadó, Budapest.
- Nagy Lászlóné (2008): A természet-megismerési kompetencia és fejlesztése a természettudományos tantárgyakban. *A Biológia Tanítása*, **16**. 4. sz. 3–7.
- Nagy Lászlóné (2009): Hogyan támogatják a környezetismeret-tankönyvek a tanulók kompetenciáinak, képességeinek fejlődését? *A Biológia Tanítása*, **17**. 5. sz. 3–21.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000): *Principles and standards for school mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics, Reston, VA.
- O’Neill, K. és Stansbury, K. (2000): *Developing a standards-based assessment system*. WestEd, San Francisco.
- OECD (2004): *Problem solving for tomorrow’s world. First measures of cross-curricular competencies from PISA 2003*. OECD, Paris.
- OECD (2006): *Assessing scientific, reading and mathematical literacy. A framework for PISA 2006*. OECD, Paris.
- OECD (2009): *PISA 2009 Assessment Framework. Key competencies in reading, mathematics and science*. OECD, Paris.
- Roazzi, A. és Bryant, P. (1993): Social class, context and development. In: Light, P. és Butterworth, G. (szerk.): *Context and cognition*. Erlbaum, Hillsdale, NJ. 14–27.
- Schneider, V. I., Healy, A. F., Ericsson, K. A. és Bourne, L. E. (1995): The effects of contextual interference on the acquisition and retention of logical. In: Healy, A. F. és Bourne, L. E. (szerk.): *Learning and memory of knowledge and skills. Durability and specificity*. Sage Publications, London. 95–131.
- Snow, C. E. és Van Hemel, S. B. (2008, szerk.): *Early childhood assessment*. The National Academies Press, Washington DC.
- Tulving, E. (1979): Relation between encoding specificity and levels of processing. In: Cemark, L. S. és Craik, F. I. M. (szerk.): *Levels of processing in human memory*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale.
- Vidákovich Tibor (2002): Tudományos és hétköznapi logika: a tanulók deduktív gondolkodása. In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai tudás*. 2. kiadás. Osiris Kiadó, Budapest, 201–230.
- Waddington, D., Nentwig, P. és Schanze, S. (2007, szerk.): *Making it comparable. Standards in science education*. Waxmann, Münster.