



TARTALMI KERETEK A TERMÉSZETTUDOMÁNY DIAGNOSZTIKUS ÉRTÉKELÉSÉHEZ

Szerkesztette:

Csapó Benő és Szabó Gábor



NEMZETI TANKÖNYVKIADÓ



Tartalmi keretek
a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez

**TARTALMI KERETEK
A TERMÉSZETTUDOMÁNY
DIAGNOSZTIKUS ÉRTÉKELÉSÉHEZ**

Szerkesztette

Csapó Benő

Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Intézet

és

Szabó Gábor

Szegedi Tudományegyetem Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék

Nemzeti Tankönyvkiadó

Budapest

Diagnosztikus mérések fejlesztése
Projekt azonosító: TÁMOP 3.1.9-08/1-2009-0001

Nemzeti Fejlesztési Ügynökség
www.ujszechenyiterv.gov.hu
06 40 638 638



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Szerzők:

Philip Adey, Adorjánné Farkas Magdolna, B. Németh Mária, Csapó Benő,
Csíkos Csaba, Korom Erzsébet, Makádi Mariann, Nagy Lászlóné,
Radnóti Katalin, Revákné Markóczi Ibolya, Szabó Gábor, Tóth Zoltán, Wagner Éva

A kötet fejezeteit lektorálta:

Papp Katalin és Tasnádi Péter

ISBN 978-963-19-7236-8

© Philip Adey, Adorjánné Farkas Magdolna, B. Németh Mária, Csapó Benő,
Csíkos Csaba, Korom Erzsébet, Makádi Mariann, Nagy Lászlóné,
Radnóti Katalin, Revákné Markóczi Ibolya, Szabó Gábor, Tóth Zoltán,
Wagner Éva, Nemzeti Tankönyvkiadó Zrt., Budapest

Nemzeti Tankönyvkiadó Zrt.
a Sanoma company

www.ntk.hu • Vevőszolgálat: info@ntk.hu • Telefon: 06-80-200-788

A kiadásért felel: Kiss János Tamás vezérigazgató
Raktári szám: 42682 • Műszaki igazgató: Babicsné Vasvári Etelka
Felelős szerkesztő: Szilágyi Edit • Műszaki szerkesztő: Dobó Nándor
Terjedelem: 28,06 (A/5) ív • Első kiadás, 2012

If you can not measure it, you can not improve it.

Amit nem tudunk megmérni, azon nem tudunk javítani.

(Kelvin)

Tartalom

| | |
|--|-----|
| Bevezetés (<i>Csapó Benő és Szabó Gábor</i>) | 9 |
| 1. <i>Philip Adey és Csapó Benő</i> : A természettudományos gondolkodás fejlesztése és értékelése | 17 |
| 2. <i>B. Németh Mária és Korom Erzsébet</i> : A természettudományos műveltség és az alkalmazható tudás értékelése. | 59 |
| 3. <i>Korom Erzsébet és Szabó Gábor</i> : A természettudomány tanításának és felmérésének diszciplináris és tantervi szempontjai | 93 |
| 4. <i>Korom Erzsébet, B. Németh Mária, Nagy Lászlóné és Csapó Benő</i> : A diagnosztikus természettudomány-felmérések részletes tartalmi kereteinek kidolgozása: elméleti alapok és gyakorlati kérdések. . . | 151 |
| 5. <i>Korom Erzsébet, Nagy Lászlóné, B. Németh Mária, Radnóti Katalin, Makádi Mariann, Adorjánné Farkas Magdolna, Revákné Markóczi Ibolya, Tóth Zoltán, Csikos Csaba és Wagner Éva</i> : Részletes tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez. . | 179 |
| A kötet szerzői | 311 |

Bevezetés

A diagnosztikus mérések tartalmi kereteit bemutató kötet mottójaként *Kelvintől* vett idézetet választottunk: „Amit nem tudunk mérni, azon nem tudunk javítani”. Ennek igazságát egy másik hivatás területéről vett példával szemléltethetjük, felidézhetjük az orvoslás gyakorlatát: ha nem tudnánk lázat mérni, nem lehetne megállapítani, milyen hatása van a láz csillapítására alkalmazott gyógyszernek. Természetesen mérőeszköz nélkül, például a homlok megérintéséből is becsülhetjük a test hőmérsékletét, de a becslés pontosságát számos szubjektív tényező befolyásolhatja. Ma már el sem tudnánk képzelni az orvosok munkáját a diagnózis elkészítését és a terápia beállítását segítő sokféle mérőeszköz nélkül. Ugyanakkor a pedagógusok ma még nagyrészt szubjektív becslésekre hagyatkozva végzik iskolai fejlesztő munkájukat, anélkül, hogy mérőeszközöket alkalmaznának a tanulók fejlettségi szintjének vagy a fejlesztő beavatkozások, a napi pedagógiai munka eredményének meghatározására.

Egy másik, *Einsteintől* származó idézet rávilágít a pedagógiai mérések dilemmáira is: „Nem minden fontos, ami mérhető, és nem minden mérhető, ami fontos”. (*Not everything that is measurable is important, and not everything that is important is measurable.*) Ennek analógiájára a problémát, mellyel a természettudományos tudás diagnosztikus felmérése során szembesítünk, a következőképp jellemezhetjük: a tudásnak nem mindig azok a legfontosabb elemei, amelyeket a legkönnyebben mérni lehet. Értethető, hogy kezdetben a természettudományos tudásszintmérések is a legkönnyebben mérhető területekkel foglalkoztak, azt vizsgálva, tudják-e a tanulók változatlan formában reprodukálni a tananyagot. Bonyolultabb feladatot jelent annak felmérése, vajon megértették-e, amit megtanultak, és tudják-e azt új helyzetekben alkalmazni. Még tovább kell lépni, ha azt kívánjuk mérni, vajon megfelelően fejleszti-e a természettudomány tanítása a tanulók értelmi képességeit, természettudományos gondolkodását.

Az ezredforduló körüli évtizedekben világszerte megerősödtek azok a kutatások, fejlesztési programok, amelyek eredményeit integrálva és a gyakorlatba átültetve alapvetően javulhat az iskolai oktatás eredményessége. Az a program, amelynek keretében ez a kötet létrejött, három fontosabb fejlődési tendencia metszetében helyezkedik el. Egyrészt a nemzetközi felmérések jelentős lendületet adtak a pedagógiai értékelés, tesztelés fej-

lődésének; másrészt a pedagógiai és pszichológiai kutatás eredményei nyomán mind kifinomultabb tudáskonceptió kidolgozására nyílik lehetőség, ezért jobban meg lehet határozni, mit érdemes mérni a fejlődés egyes szakaszaiban; harmadsorban pedig az információs-kommunikációs technológiák alkalmazása lehetővé teszi, hogy a méréseket úgy, olyan gyakorisággal végezzük el, ahogyan azokra az iskolai munkában szükség van.

Az oktatási rendszerek fejlődésének kulcsa, hogy a rendszer különböző szintjein hatékony visszacsatoló mechanizmusok épüljenek ki. Ezeket olyan mérésekkel lehet megvalósítani, amelyek a rendszer egyes szintjein objektív adatokat szolgáltatnak a különböző teljesítményekről. A mérések teszik lehetővé, hogy megállapítsuk, megfelel-e a rendszer működése a kitűzött céloknak, vagy egy beavatkozás elérte-e a kívánt eredményt. A közoktatási rendszerben a visszacsatolás három fontosabb szintje alakult ki. A nemzetközi vizsgálatok az elmúlt évtizedben váltak rendszeressé. A fontosabb természettudományi felmérésekben (PISA, TIMSS) Magyarország is részt vesz. Ezek eredményei lehetővé teszik, hogy a magyar közoktatás teljesítményét más országokéval összehasonlítva értékeljük, és annak alapján következtetéseket vonjunk le arra vonatkozóan, miként lehet az oktatást rendszerszinten javítani. Az egymást követő felmérések eredményei visszajelzést adnak az esetleges beavatkozások hatásairól is. A nemzetközi értékelési programok megtervezésében és lebonyolításában a világ legjelentősebb kutató-fejlesztő központjai vesznek részt. Az általuk kidolgozott mérés-metodikai megoldások segítették és segítik a nemzeti értékelési rendszerek kialakítását.

Sok országban, köztük hazánkban is kiépült a teljes körű, néhány évfolyamon minden tanulóra kiterjedő évenkénti felmérés. Így az iskolák részletes visszajelzést kapnak saját tanulóik eredményéről, amelyek elemzése révén javíthatják belső folyamataikat, munkájuk hatékonyságát. Az eredmények nyilvánosságra hozatala ösztönzést jelenthet a fejlődés lehetőségeinek keresésére. Ugyanakkor az ilyen jellegű rendszereket hosszabb ideje működtető országok gyakorlata azt is megmutatta, hogy az iskolákra gyakorolt nyomás csak bizonyos mértékig javítja a hatékonyságot, és különböző torzulásokhoz vezethet az, ha az iskolák vagy a pedagógusok számára túl magas az egyes mérések tétje. A hatékonyságot a továbbiakban csak a tanárok munkáját közvetlenül segítő módszerek és eszközök elterjesztésével lehet javítani. Ezek közé tartozik olyan mérőeszközök kidolgozása, amelyekkel a pedagógusok pontosan meg tudják

határozni, hol tart a tanulók fejlődése a későbbi tanulás szempontjából fontosabb területeken.

A hagyományos, papír alapú tesztek azonban nagyon költségesek és munkaigényesek, így nem voltak alkalmasak a kellően gyakori mérésre. Ezért második fontos fejleményként említjük az új információs és kommunikációs technológiák robbanásszerű fejlődését, melyek az élet minden területén, így a pedagógiai mérésekben is újszerű megoldásokat kínálnak. Alkalmazásukkal korábban megvalósíthatatlan feladatok kényelmesen megoldhatóvá válhatnak az oktatásban is. Ez utóbbiak közé tartozik a gyakori diagnosztikus visszajelzést biztosító pedagógiai értékelés. A számítógépek alkalmazása az oktatásban gyakorlatilag az első nagyméretű elektronikus számítógépek megjelenésével megkezdődött, hiszen már évtizedekkel ezelőtt is születtek számítógépes oktatóprogramok. Az informatikai eszközök iskolai alkalmazását azonban gyakran a technológia motiválta, azzal a logikával, hogy ha már adott a lehetőség, alkalmazzuk azt a tanításban is. Az online diagnosztikus értékelés a másik oldalról indult el: egy alapvető jelentőségű pedagógiai feladat megoldásához keressük az alkalmas technológiát. Itt az információs-kommunikációs technológia valóban mással nem pótolható eszközt jelent, amely kiterjeszti a pedagógiai értékelés lehetőségeit.

A harmadik és e kötet tárgyához legközelebb álló fejlemény a pszichológia kognitív forradalma, amely a múlt század végén számos területre kihatott, és új lendületet adott az iskolai tanulás és tanítás kutatásának is. Új, a korábbinál differenciáltabb tudáskonceptiók kialakulásához vezetett, ami lehetővé tette az iskolai oktatás céljainak pontosabb meghatározását, tudományosan megalapozott standardok, követelmények kidolgozását. Ez a folyamat megnyitotta az utat a tanulók fejlődési folyamatainak részletesebb feltérképezése előtt is. A természettudomány tanításában viszonylag korán megjelent a pszichológiai szempont. *Piaget* az értelmi fejlődést vizsgáló klasszikus munkáiban egyszerű természettudományos kísérletek végzésével tanulmányozta a gyerekek gondolkodását, később a fogalomfejlődés és a tévképzetek kutatásához is a természettudományos jelenségekkel kapcsolatos megismerési folyamatok szolgáltatták az elsődleges vizsgálati terepet.

A kora gyermekkor meghatározó szerepének felismerése nyomán a figyelem középpontjába került az iskola kezdő szakasza, különösképpen a nyelvi fejlődés segítése és a gondolkodási képességek fejlesztése.

Számos vizsgálat bizonyította, hogy az alapvető készségek elsajátítása nélkül a tanulók nem képesek a tananyag mélyebb megértésére, ami nélkül pedig legfeljebb csak változatlan formában tudják reprodukálni a tananyagot, de nem képesek új helyzetekben alkalmazni. A megfelelő alapok kialakítása nélkül a későbbi tanulásban súlyos nehézségek jelentkeznek, az első iskolai években elszenvedett kudarc egész életre meghatározza a tanuláshoz való viszonyt. A természettudományos fogalmak fejlődése már az iskolát megelőzően elindul, az első iskolai éveknek meghatározó szerepe van a fogalomfejlődés helyes irányba terelésében. A korai természettudomány-tanítás formálja a gyerekek gondolkodását, szemléletmódját, a tapasztalati megismeréshez való viszonyát.

Az említett fejlődési folyamatok nyomán indította el a *Szegedi Tudományegyetem Oktatásméleti Kutatócsoportja* a „Diagnosztikus mérések fejlesztése” c. projektet. Ennek keretében három fő területen, az olvasás-szövegértés, a matematika és a természettudomány területén kerül sor a diagnosztikus mérések tartalmi kereteinek részletes kidolgozására az iskola első hat évfolyama számára. Ezekre épülnek a több ezer feladatot tartalmazó feladatbankok, melyeket majd online számítógépes rendszer tesz az interneten keresztül hozzáférhetővé. Ez a rendszer – melynek teljes kidolgozása sok egymásra épülő lépésből álló, hosszú folyamat – alkalmas lesz arra, hogy gyakori tanulói szintű visszajelzéseket szolgáltatson.

A diagnosztikus tesztek mindenekelőtt azt elemzik, hol tart az egyes tanulók fejlődése bizonyos viszonyítási szempontokhoz képest. Miként a rendszerszintű vizsgálatoknál általában, itt is a populáció átlaga lehet természetes viszonyítási alap, hiszen fontos információt jelent, hogy hol tart a tanuló a hasonló helyzetű társaihoz képest. Ezen túl szükség van a fejlődésbeli elvárások, külső viszonyítási pontok meghatározására is. A diagnosztikus teszteknek azonban ennél többet kell nyújtaniuk: követniük kell a tanulók fejlődésének időbeli változását, azaz egy adott teljesítményt össze kell vetni a tanuló korábbi eredményeivel is.

A diagnosztikus mérések akkor segíthetik hatékonyan a tanulók fejlesztését, ha a mérőeszközök tudományos alaposággal kidolgozott tartalmi keretekre épülnek. A kutatási eredmények alapján lehet meghatározni, hogy mely területeken, milyen dimenzióban mérhető a fejlődés, milyen a változások kívánatos iránya, az egyes területeken mit jelent az előrelépés, miben nyilvánul meg egy korábbi fejlettségi szint meghaladása. Mind a kora gyermekorra való fókuszálás, mind pedig a diagnosztikus

aspektus szükségessé teszi a mérések tartalmának részletesebb kidolgozását, sokoldalú tudományos megalapozását, a fejlődés-lélektani szempontok, a tudás alkalmazásával kapcsolatos elvárások és a természettudomány diszciplináris sajátosságainak figyelembevételét.

A mérések tárgyát a tartalmi keretek írják le. Ezek kidolgozása a projekt egyik legfontosabb feladata volt. Az eredményeket három azonos szerkezetű kötet foglalja össze. Ez a kötet a természettudomány diagnosztikus felméréseinek tartalmi kereteit mutatja be, két hasonló kötet az olvasás és a matematika területén végzett munkáról számol be. A három területen párhuzamosan folyt a fejlesztőmunka, ugyanazt a tágabb elméleti koncepciót, azonos fogalmi rendszert alkalmazva került sor a mérések részletes tartalmának meghatározására. Ennek megfelelően a kötetek közös szerkezetén túl a bevezető és egy közbülső fejezet is tartalmaz közös részeket. A projekt keretében egységesen a *természettudomány* kifejezést használjuk a mérési terület általános megnevezésére, abban az értelemben, ahogy a nemzetközi szakirodalom alkalmazza a *science* terminust.

A kötetben is bemutatásra kerülő fejlesztőmunka épít a Szegedi Tudományegyetemen pedagógiai értékelés terén folyó több évtizedes kutatómunka tapasztalataira és az MTA-SZTE Képességfejlesztés Kutatócsoport eredményeire. Mindenekelőtt a pedagógiai értékelés, a méréselmélet terén végzett tevékenységek tapasztalatait, a feladatírás, teszt szerkesztés, tesztfejlesztés terén kialakított technológiákat hasznosítottuk. Számos konkrét vizsgálat eredményei segítették a tartalmi keretek kidolgozására irányuló munkánkat, így a tudás szerkezetével, szerveződésével kapcsolatos vizsgálatok, a fogalmi fejlődés, a gondolkodási képességek fejlődése, a problémamegoldás, az iskolakészültség-felmérések eredményei, továbbá az iskolai longitudinális kutatási program tapasztalatai.

Ugyanakkor a diagnosztikus mérések tartalmi kereteinek kidolgozása az előzőeken túlmutató komplex feladat, amelynek megoldásához kiterjedt tudományos összefogásra van szükség. Ennek megfelelően e munka széles körű hazai és nemzetközi együttműködésben valósult meg. Az egyes kötetek nyitó fejezeteinek megírásában társzerzőként az adott kérdések vezető kutatói működnek közre, ezáltal a nemzetközi szinten elérhető legkiérleltebb tudományos tudásra építhetünk. A tartalmi keretek részleteinek kidolgozásában a tantervfejlesztésben, feladatírásban jártas gyakorlati szakemberek, pedagógusok vettek részt.

A diagnosztikus mérési rendszer egy háromdimenziós tudáskoncep-

cióra épül, követve azt a hagyományt, amely végigvonul a szervezett iskolázás történetén. A szervezett oktatással egyidős törekvés az értelem kiművelése, a gondolkodás, az általános képességek fejlesztése. A modern iskolai oktatás is számos olyan célt tűz ki, amely magára a tanuló személyre vonatkozik. E célok megvalósításában mindenekelőtt az emberrel, a fejlődő gyermekkel foglalkozó tudományok, a fejlődéslélektan és a tanulásra vonatkozó pszichológiai vizsgálatok eredményei igazítanak el bennünket. A természettudományok terén e dimenzió középpontjában a természettudományos gondolkodás fejlesztése áll.

A célok egy másik köre az iskolában tanultak hasznosságával kapcsolatos. A „nem az iskolának tanulunk” figyelmeztetés ma talán aktuálisabb, mint korábban bármikor, hiszen a modern társadalmi környezet sokkal gyorsabban változik, mint amit az iskola követni tud. A korábbi kutatásokból tudjuk, hogy a tudástranszfer nem automatikus, a tanulók nem feltétlenül tudják a tanultakat új helyzetekben hasznosítani. Ezért a diagnosztikus értékelés során önálló dimenzióként jelenik meg az alkalmazható tudás felmérése. Ez egy másik szempontú célrendszert jelent, annak meghatározását, mit várunk el a tanulóktól, hogy tudásukat az iskolai tanulás más területein vagy az iskolán kívül alkalmazni tudják.

Harmadsorban fontos annak a tartalomnak a körülhatárolása, amelyet az iskola a természettudomány által felhalmozott tudásból közvetíthet. Nem csupán azért, mert ezek nélkül az előző célokat sem lehet megvalósítani, hanem azért is, mert önmagában is fontos, hogy a tanulók megismerjék a természettudományok által létrehozott, és annak belső értékei szerint szerveződő tudást.

Az utóbbi évtizedekben ezek a célok egymással versengve jelentek meg, hol egyik, hol a másik került előtérbe. E projekt keretében feltételezzük, hogy az oktatás a három fő célt egymással integrálva valósítja meg, ugyanakkor a diagnosztikus értékelésnek ezeket differenciáltan kell kezelnie. A diagnosztikus értékelésnek konkrétan meg kell mutatnia, ha egyik vagy másik dimenzióban lemaradás tapasztalható.

A kötet első három fejezete az előzőekben említett három dimenzió elméleti hátterét, kutatási eredményeit összegzi. Az első fejezetben *Philip Adey* és *Csapó Benő* bemutatja a természettudomány tanulásának a gondolkodás fejlesztésében betöltött szerepét és az ezzel kapcsolatos mérési feladatokat. A második fejezetben *B. Németh Mária* és *Korom Erzsébet* a természettudományos tudás alkalmazásával, a természettudományos mű-

veltséggel kapcsolatos elméleti kérdéseket tekinti át. A harmadik fejezet – *Korom Erzsébet* és *Szabó Gábor* munkája – azt foglalja össze, milyen tartalmakat kínál a természettudomány a korai iskolai oktatás számára, elsősorban a természettudományos fogalmak fejlesztésére.

Mindegyik elméleti tanulmány gazdag szakirodalomra épül, és részletes irodalomjegyzékek segíthetik a későbbi fejlesztőmunkát is. A negyedik fejezetben a szerzők – *Korom Erzsébet*, *B. Németh Mária*, *Nagy Lászlóné* és *Csapó Benő* – a részletes tartalmi keretek kidolgozásának elméleti kérdéseit tekintik át, és bemutatják a diagnosztikus mérések megalapozását szolgáló gyakorlati megoldást.

A kötet legterjedelmesebb, ötödik fejezete tartalmazza a diagnosztikus értékelés részletes tartalmi kereteit. Ennek a résznek az a funkciója, hogy megalapozza a mérőeszközök kidolgozását, a feladatok elkészítését. A diagnosztikus értékelés tekintetében az iskola első hat évfolyamát egységes fejlesztési folyamatnak tekintjük. Ennek megfelelően a mérési eredményeket a hat évfolyamot átfogó skálákon fejezzük ki, ezeken helyezzük el a tanulókat pillanatnyi fejlettségi szintjük alapján. Így lényegében a feladatok tartalmainak leírása is egyetlen folyamatos egységet alkothatna. Az áttekinthetőség és az oktatási standardok hagyományait követve azonban a folyamatot három, hozzávetőleg két évet átfogó szintre bontottuk. Így mutatjuk be a három dimenzió mentén az összesen kilenc tartalmi blokkot.

A tartalmi kereteknek azt a formáját, amelyet ebben a kötetben összefoglaltunk, egy hosszabb fejlesztési folyamat kezdő lépésének tekinthetjük. Meghatároztuk, hogy a ma rendelkezésre álló tudás alapján mit célszerű mérni, melyek a felmérések fő dimenziói. Az áttekintett területeken azonban nagyon gyors a fejlődés, ezért a későbbiekben időről időre integrálni kell az új tudományos eredményeket. A feladatbank kidolgozásában szerzett tapasztalatok, majd később, a diagnosztikus rendszer működése révén keletkező adatok elemzése lehetőséget nyújt a tartalmi leírások folyamatos finomítására. A feladatok bemérése, majd az adatok összefüggéseinek elemzése nyomán az elméleti modelleket is újraértékeljük. Néhány év múlva azt is elemezni lehet, hogy a korai fejlődés egyes területei milyen összefüggésben állnak a későbbi teljesítményekkel, így mód lesz a feladatok prediktív és diagnosztikus validitásának meghatározására, ami szintén fontos forrása lehet az elméleti keretek továbbfejlesztésének.

A kötet elkészítésében meghatározó szerepet játszott *Korom Erzsébet*, aki azon túl, hogy részt vett négy fejezet megírásában, irányította a részletes tartalmi kereteket kidolgozó munkacsoport tevékenységét is. A munkában a szerzőkön kívül számos további munkatársunk működött közre, akiknek ezúton is köszönetet mondunk. Külön is köszönjük a projektet irányító és szervező team, *Molnár Katalin*, *Kléner Judit* és *Túri Diána* munkáját. A tartalom kidolgozásához és végső formába öntéséhez sok segítséget kaptunk szakmai lektorainktól. Ezúton is köszönjük *Papp Katalin* és *Tasnádi Péter* értékes kritikai észrevételeit és javaslatait.

Csapó Benő és Szabó Gábor