

A GONDOLKODÁS FEJLESZTÉSE ÉS A TUDÁS ALKALMAZÁSA A TERMÉSZETTUDOMÁNY DIAGNOSZTIKUS ÉRTÉKELÉSÉNEK TARTALMI KERETEIBEN

DEVELOPMENT OF THINKING AND APPLICATION OF KNOWLEDGE IN THE FRAMEWORKS FOR DIAGNOSTIC ASSESSMENT OF SCIENCE

Csapó Benő

DSc, Szegedi Tudományegyetem Oktatáselméleti Tanszék, Szeged, MTA–SZTE Képességfejlődés Kutatócsoport
csapo@edpsy.u-szeged.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

Mind erősebb az elvárás, hogy az iskola a tudományok és művészetek által felhalmozott tudás és értékek közvetítése mellett fordítson nagyobb figyelmet a diákok gondolkodásának, problémamegoldó képességeinek fejlesztésére, és tegye képessé őket arra, hogy tudásukat szélesebb körben is alkalmazni tudják. A korábbi hazai vizsgálatok és az újabb nemzetközi felmérések eredményei egyaránt azt mutatják, hogy ezeken a területeken tanulóink az elvárhatónál gyengébben teljesítenek. A Szegedi Tudományegyetemen kifejlesztett *eDia online* diagnosztikus értékelési rendszer nagy hangsúlyt fektet e problémák megoldására is, azáltal, hogy a méréseket egy olyan háromdimenziós elméleti modellre alapozza, amelyben a gondolkodás fejlesztése és a tudás alkalmazása azonos jelentőségű a hagyományosan erős, diszciplináris szemléletű tananyag-közvetítéssel. A tanulmány felvázolja a tartalmi keretek kidolgozásának konkrét kutatási előzményeit és szélesebb körű nemzetközi forrásait, majd részletesebben bemutatja azt a két dimenziót, amelyek erősítésére a magyar természettudomány-tanításban különösen nagy szükség van. A tartalmi keretek gondolkodás dimenziója leírja, hogy milyen műveletek, milyen magasabb rendű gondolkodási folyamatok és a természettudományos gondolkodás mely elemei alkalmazhatóak az egyes konkrét tanulási tartalmakhoz kapcsolódóan. Az alkalmazás dimenzió hasonló részletességgel mutatja be, hogy a megszerzett tudás alkalmazására milyen lehetőségek vannak az adott tantárgyban, más iskolai tárgyakban és az iskolán kívüli gyakorlatban. Végül, a tanulmány felvázolja, hogy a tartalmi keretek a mérések megalapozásán túl hogyan segíthetik a tananyagfejlesztést és a pedagógusok felkészítését.

ABSTRACT

Schools are facing growing expectations beyond transmitting knowledge and values accumulated in sciences and arts to pay more attention to developing students' thinking and problem-solving skills, and to prepare them to be able to apply their knowledge in a broad range of contexts. Results of former national as well as recent international studies have shown that

Hungarian students' achievements are below expectations in these domains. The eDia online assessment system designed at the University of Szeged contributes to the solution of these problems as the three-dimensional theoretical model which serves as foundation of assessment treats thinking and application equally with the traditionally strong discipline-oriented knowledge. This article outlines the specific results of the foundational research as well as the broader international sources, and presents those two dimensions in more detail which need the most developmental efforts in Hungarian science education. The thinking dimension of the assessment frameworks describes thinking operations, higher order thinking processes and specific aspects of scientific reasoning related to the content of learning materials. The application dimension is presented in a similarly detailed form and shown which possibilities may be found in other school subjects and in out of school practices that can be used to apply knowledge mastered in school science education. Finally, the study summarizes how the frameworks may help improve science education beyond underlying assessment in curriculum development and in teacher education programs.

Kulcsszavak: természettudomány-tanítás, diagnosztikus értékelés, természettudományos gondolkodás, tudástranszfer

Keywords: science education, diagnostic assessment, scientific reasoning, knowledge transfer

A MAGYAR TERMÉSZETTUDOMÁNY-TANÍTÁS PROBLÉMÁI

A magyar természettudomány-tanítás az 1970-es és 1980-as években az első nagy nemzetközi felmérések eredményei szerint a világ legjobbjai közé tartozott. A harmadik hasonló felmérés (*Third International Mathematics and Science Study* – TIMSS) 1995-ben azt mutatta, hogy diákjaink tudása már csak a nemzetközi középmezőnyben volt. A tudás alkalmazhatóságára, a gondolkodás, a problémamegoldás különböző tényezőire fókuszáló újabb vizsgálatok pedig azt mutatják, hogy kiszorultunk a fejlett országok köréből. A PISA (*Programme for International Student Assessment*) felmérések tizennyolc évet átfogó adatai szerint 2018-ban gyengébb volt a magyar diákok természettudomány-teljesítménye (477 pont), mint 2000-ben (496 pont), és sokkal magasabb a nagyon gyengén teljesítők aránya is, például 2018-ban a diákok 24,1%-ának eredménye az elégséges szint alatt volt (OECD, 2019a).

A természettudomány-tudás ilyen mértékű visszaeséséhez számos tényező járult hozzá. Nemzetközi pozícióink romlásának egyik oka az, hogy megváltozott a tudás értéke, ma már nem elég a tantervekben, tankönyvekben levő tananyag memorizálása és változatlan formában való felidézése. A természettudomány tanításának alapvető céljává vált az értelem kiművelése, a gondolkodás fejlesztése, a tudományos kutatás jelentőségének, szemléletmódjának, alapvető kutatási mód-

szereinek bemutatása. A tantervi tananyag elsajátítása mellett fontos érték lett a megszerzett tudás tágabb körben való alkalmazhatósága is, amihez a mélyebb megértés, a gondolkodva tanulás révén lehet eljutni. Miközben a világ sokat változott körülöttünk, és egyes országok erőteljesen fejlesztették oktatási rendszereiket, a magyar természettudomány-tanítás kimaradt ezekből a folyamatokból.

A magyar eredmények önmagukhoz viszonyítva is romlottak, amiben szerepet játszik a tanulók fejlettségétől egyre inkább elszakadó tananyag, a csökkenő óraszámok, a tanítási módszerek elavulása, a szegényebb társadalmi rétegek gyermekeinek fokozatos kiszorulása a színvonalas oktatásból, és az utóbbi időben a természettudomány-tanárok mind nagyobb hiánya. A közoktatásban általában is csökkent a természettudomány tanításának súlya, jelentősége. Ezt jelzi az is, hogy nincs kötelező természettudomány érettségi, és csak ebben az évben (2022) került be a természettudomány az országos kompetenciamérés területei közé.

A természet törvényeinek megismerése iránti érdeklődés, a kíváncsiság felkeltésére, az attitűdök kialakítására különösen alkalmas a kora gyermekkor. Ezt felismerve világszerte egyre korábbra tolódik a természettudomány tanításának kezdete. Például a mi alaptanterveinkkel összehasonlítható funkciójú amerikai *Next Generation Science Standards* (URL1) két év óvodai programmal indul, és a teljes tizenkét évfolyamos közoktatásban egységes folyamatként értelmezi a természettudományok tanítását. Nálunk a fizika, kémia, biológia tanítása az iskola felsőbb évfolyamaira koncentrálódik, nem kap kellő figyelmet a természettudományos gondolkodás korai megalapozása, és a közös alapelvek és módszerek bemutatására sincs lehetőség.

A természettudomány tanítása terén különösen sok probléma forrása a diákok uniformizált tanítása, ami nem veszi figyelembe a sokféle okból fakadó egyéni különbségeket. Az értelmi fejlődés eltérő tempója egyrészt természetes jelenség, másrészt a nagyobb lemaradásnak oka lehet a környezet stimuláló hatásának hiánya is. Az iskola nincs tekintettel azokra, akik fejlődési sajátosságaikból fakadóan lassabban érnek, vagy kevésbé stimuláló környezetük miatt lassabban fejlődnek. A természettudomány egyes témaköreinek megértéséhez szükséges gondolkodási készségek hiánya a pedagógusok számára többnyire nem is válik láthatóvá. Közismert, hogy a magyar diákok tanulmányi teljesítményeit különösen erősen meghatározza a családi háttér különbözősége, másként fogalmazva, az iskola kevésbé képes kiegyenlíteni az otthonról hozott tudás és tapasztalatok különbségeit. Ugyanakkor kutatási eredmények bizonyítják, hogy a diákok közötti különbségek jelentős részét megfelelő tanítási módszerekkel kompenzálni lehet. A természettudomány tanítása sok lehetőséget kínál az értelmi fejlődés stimulálására, felgyorsítására.

Az említett problémák egy részének megoldását segíti a természettudomány korai tanulásának, mindenekelőtt a differenciált, személyre szóló fejlesztésnek a támogatására szolgáló eDia diagnosztikus értékelési rendszer. Az eDia-rend-

szernek két funkcionálisan elkülöníthető része van: az online platform, amely feladatok készítésére, tesztek összeállítására és kiközvetítésére alkalmas, illetve a tartalom, azaz a feladatbank. A feladatbank az olvasás, a matematika és a természettudományi tudás felmérésére és ezáltal a differenciált fejlesztő munka támogatására készült az iskola alsó hat évfolyama számára (Csapó–Molnár, 2019; Molnár et al., 2021). A rendszer egyik fő erőssége, hogy alapvetően új elméleti alapokra, tartalmi keretekre épül, amelyeket kiterjedt tudományos elemzés alapozott meg. Ebben a tanulmányban a tartalmi keretek kidolgozását megelőző korábbi kutatómunkát és az annak eredményeként elkészült mérési modellt mutatjuk be.

A TARTALMI KERETEK KIDOLGOZÁSÁNAK KUTATÁSI HÁTTERE: A TUDÁS HÁROM DIMENZIÓJA

A tudás minőségének empirikus vizsgálatára irányuló szisztematikus kutatómunka mintegy három évtizeddel ezelőtt kezdődött el a Szegedi Tudományegyetem akkori elődjén. A kiindulást annak az ellentmondásnak a megértésére irányuló vizsgálatok jelentették, amelyek szerint a magyar diákok (akkori ismereteink szerint még) jól teljesítettek a természettudományokban a nemzetközi felméréseken, viszont nagyon gyenge eredményeket értek el olyan feladatokban, amelyekben az iskolában elsajátított tudásukat más kontextusban kellett alkalmazniuk.

A különböző felméréseinkből származó eredmények egységes keretben történő szintézise érdekében átfogó kutatási programot indítottunk „Iskolai tudás” néven, amelynek fő adatfelvételére 1995-ben került sor. Az adatfelvétel elméleti keretként egy olyan modellt használtunk, amelyben a tanulók tudását jellemző indikátorok négy szintjét különböztettük meg. (1) A diákok tudását egyrészt jellemzik azok az osztályzatok, amelyekkel a tanárok értékelik őket, és amelyek nagyrészt meghatározzák iskolai pályafutásukat is. Erre a célra a tanév végi jegyeket használtuk. (2) Felmértük a diákok tudását objektív tesztekkel is, erre a célra olyan teszteket készítettünk, amelyek pontosan leképezték a megfelelő tantervi (tananyagban megjelenő) tudást. Biológia-, fizika-, kémia- és matematikatesztek szerepeltek a vizsgálatban. (3) Adatokat gyűjtöttünk arról, hogy a tanulók miképpen tudják a tudásukat a közvetlen tantárgyi, iskolai kontextuson túl alkalmazni. Itt a természettudományok esetében a tudás alkalmazására fókuszáló tesztet használtunk, továbbá egy másik tesztet azt néztük meg, mennyire eredményes az iskolai tanulás néhány gyakori természettudományos tévképzet eloszlásában. A matematikát szintén egy alkalmazásokra koncentráló teszt képviselte. (4) Végül a negyedik szinten a gondolkodási képességeket egy induktív, egy deduktív és egy korrelatív gondolkodás teszttel jellemeztük.

A vizsgálatban keresztmetszeti adatfelvételre került sor, egy hetedik és egy tizenegyedik évfolyamos minta alkalmazásával, így a négyévnyi iskolai tanulás hatására is becslést adhattunk. Az eredmények számos területen pontosították,

megegerősítették az iskolai értékeléssel kapcsolatos korábbi vélekedéseket, például megmutatták, mit jelent az osztályzatok helyi értéke (más tudás van az ööt mögött az egyik, mint a másik iskolában), milyen mértékű a tanárok által adott jegyek és a teszteredmények különbsége (matematikában kisebb, fizikában nagyobb).

A vizsgálat legfontosabb következtetése azonban – összhangban a korábbi tapasztalatokkal – az volt, hogy a gyerekek sokat tanulnak az iskolában, és változatlan formában vissza is tudják adni a tanultakat. Viszonylag jó eredményeket értek el a tantárgyi teszteken, amelyek pontosan leképezték a tananyagot, és ismerős feladatokat tartalmaztak. Az alkalmazás- és a gondolkodásteszteken azonban sokkal gyengébben teljesítettek, és ezeken a területeken nem volt akkora különbség a hetedik és a tizenegyedik évfolyam között, mint amennyi a négy év alatt tanulásra fordított idő alapján elvárható lenne. Összegezve: az iskolai tanulás alig van hatással a tanulók gondolkodására, és lényegében ennek is tulajdonítható, hogy tudásukat nem képesek új környezetben alkalmazni (Csapó, 1998).

Az említett átfogó projektet számos további, egyes területekre fókuszáló vizsgálat követte, például a problémamegoldás (Molnár, 2006), az analógiás gondolkodás (Nagy, 2006), a metakogníció (Csikos, 2007) és a tanulási stratégiák (Habók, 2017) terén. Mindezekből kiderült, hogy a problémák forrása az, hogy az iskolában alig kap szerepet a gondolkodás fejlesztése, a diákoktól elvárt tudás a tananyag felidézését, reprodukálását igényli, ami alapvetően a memorizáló tanulási stratégiákat erősíti. A tudás alkalmazásához azonban gondolkodva tanulásra van szükség, ami elvezet a mélyebb megértéshez, a tudástranszfer alapvető feltételéhez. Mindamellet a transzfer nem automatikus, a tudás akkor lesz szélesebb körben felhasználható, ha az alkalmazhatóság a tanulás céljai között is megjelenik.

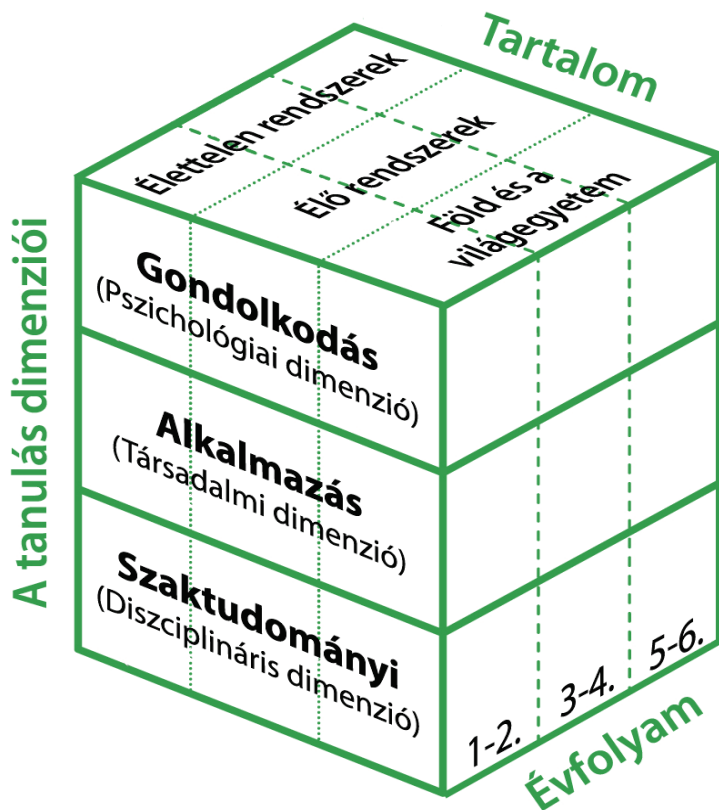
Mindemellet szükség van annak pontos értelmezésére, hogy mit értünk a gondolkodás fejlesztésén, illetve a tudás alkalmazásán, olyan formában, hogy azokra mérési eljárásokat lehessen alapozni. Erre az értelmezésre, a gondolkodás és az alkalmazás készségeinek mérhető formában való leírására vállalkozott a diagnosztikus értékelés tartalmi kereteinek kidolgozására irányuló munka. A tartalmi keretek elkészítésének két fő forrása volt. Műfaji tekintetbe támaszkodtunk a nagy nemzetközi felmérések tartalmi kereteinek megközelítésmódjára, a szerkezetet és a tartalmat tekintve pedig a nemzetközi irodalomra, amelyet az előzőekben vázolt hazai problémák megoldására is mozgósítottunk.

Az iskolai oktatás céljainak leírására, illetve a külső tudás reprezentálására többféle megoldás született. Ezek közül Európában a különböző tantervek (curriculum, nemzeti, keret- és helyi tantervek) terjedtek el, Amerikában pedig a különböző taxonómiai rendszerek, illetve újabban a standardok játszanak fontosabb szerepet. A *tartalmi keretek* tipikusan a felmérések tartalmának rögzítésére terjedtek el, a TIMSS (például Mullis–Martin, 2017) és a PISA (például OECD,

2019b) is mindig nyilvánosságra hozza az aktuális felmérések tárgyát, a mérni szándékozott tudást bemutató, részletesen leíró tartalmi kereteket.

Az említett források felhasználásával a diagnosztikus értékelés számára egy háromdimenziós modellt készítettünk, amely a *gondolkodás*, az *alkalmazás* és a *szaktudomány* dimenziókba rendezi a mérések tartalmait. A dimenzió elnevezés arra utal, hogy nem egymástól elkülönült, diszjunkt halmazokról van szó, hanem minden egyes feladatban valamilyen mértékben jelen lehet mindhárom dimenzióra jellemző tulajdonság. Ugyanazt a megközelítést alkalmaztuk mindhárom mérési területen, az olvasásban, a matematikában és a természettudományban egyaránt.

A háromdimenziós felosztást tovább tagolta az évfolyamokra bontás és a mérések tartalma. Az életkort mindhárom területen kétéves szakaszokra bontottuk, és a természettudomány területén a tantervekkel összhangban a tartalom három egységét különböztettük meg (1. ábra).



1. ábra. A természettudomány-tudás három dimenziója
(Csapó–Szabó, 2012, 161.)

A bemutatott alapelveknek megfelelően a dimenzió, a tartalom, és az évfolyam mindhárom értékét minden mással összekapcsolva az alsó hat évfolyamra kidolgozott természettudományi tartalmi keretek, amint az ábra mutatja, 27 egységet tartalmaznak. A tartalmi keretek akkor írják le kellő pontossággal és részletességgel a mérés tartalmát, ha az általános elméleti elveken túl minden egyes egységre olyan konkrét példákat is bemutatnak, amelyek alapján a megfelelő mérőeszközök, adott esetben a diagnosztikus feladatbankok elkészíthetők.

A tartalmi keretek kidolgozásának elméleti megalapozását európai kutatók bevonásával végeztük el, ennek megfelelően először az angol nyelvű kötetek készültek el, majd azt követően a magyar változatok (a természettudomány esetében Csapó–Szabó, 2012). Ezek a kötetek voltak a feladatokat kidolgozó szakemberek felkészítésének alapvető forrásai. Miután nagyobb számú (dimenzióként több ezer) eDia-feladat elkészült, megjelentettünk újabb három kötetet (természettudomány: Csapó et al., 2015), amelyek a feladatbankból vett feladatokkal illusztrálva még részletesebben bemutatták a mérések tartalmát. A következőkben az említett forrásokra építve azt a két dimenziót tekintem át, amelyeknek az erősítésére a magyar oktatási rendszerben különösen nagy szükség van: a gondolkodási és az alkalmazás dimenziókat.

AZ ÉRTELEM KIMŰVELÉSE – A TERMÉSZETTUDOMÁNYOS GONDOLKODÁS FEJLESZTÉSE

A természettudomány tanulása és a diákok gondolkodásának fejlettsége szoros kölcsönhatásban vannak egymással. A természettudomány hatékony tanításához az összefüggés mindkét irányának megértésére és figyelembevételére szükség van.

Az összefüggést az egyik oldalról vizsgálva azt látjuk, hogy a tanulók gondolkodásának fejlettsége meghatározza, hogy milyen bonyolultságú, milyen absztrakciós szintű tananyagot képesek elsajátítani. Ez régóta ismert, a tantervek, tananyagok készítésekor fontos törekvés az életkori sajátosságok figyelembevétele. Az adott életkorú tanulók között azonban értelmi fejlettségük tekintetében óriási különbségek lehetnek. Így a hatékony oktatás egy általánosabb megállapítás figyelembevételét igényli, miszerint az előzetes tudás, esetünkben a tanulók aktuális gondolkodási képességeinek szintje az, ami meghatározza az új tananyag megértésének lehetőségeit, ez pedig minden egyes tanuló esetében más lehet. A tanítás során tehát „valós időben” kellene ismerni minden egyes diák aktuális fejlettségi szintjét, mégpedig nem is csak általánosságban, hanem konkrétan, azoknak a gondolkodási műveleteknek és folyamatoknak a fejlettségét, amelyekre a tanulás következő szakaszában éppen szükség lesz.

A másik oldalról azt kell figyelembe vennünk, hogy a természettudomány egyedülálló lehetőségeket kínál a tanulók gondolkodásának fejlesztésére. Tudo-

mányos vizsgálatok sokasága igazolta, hogy azok a tevékenységek, amelyeket a diákok a természettudomány tanulása során végeznek, hatékonyan stimulálják a gondolkodásuk fejlődését. Ehhez azonban arra van szükség, hogy az általuk végzett tevékenységek, fiatalabb korban a megfigyelések, később a kísérletek, majd a természet matematikai formulákkal leírható törvényei a diákok számára érthetők, feldolgozhatók legyenek. Az egyik erre alkalmazható tanítási módszer például az irányított felfedező (guided discovery) tanulás.

A diákok aktuális fejlettségi szintje és a tananyag elsajátíthatósága közötti különbség az előbbieket szellemében két irányból közelíthető: egyrészt a tananyag nehézségének csökkentésével, másrészt a diákok fejlődésének meggyorsításával, amelynek eszköze maga a megfelelő módon tanított (a diákok fejlettségéhez igazított) természettudományi tananyag. Bármelyik irányból közelítünk a problémához, kulcskérdés, hogy ismerjük az egyes diákok gondolkodási készségeinek fejlettségi szintjét. Ezt a feladatot oldja meg a diagnosztikus értékelés, ami a lehető leggyakrabban, legrészletesebben, konkrétan megmutatja a tanulók további értő tanulásra való felkészültségét.

Mivel a természettudomány tanulásában szerepet játszó gondolkodási mechanizmusok tekintetében elsősorban a pszichológia, közelebbről a gyermekek értelmi fejlődésére vonatkozó tudományos eredmények nyújtanak eligazítást, ezt a dimenziót pszichológiai dimenzióknak nevezzük. A részletek kidolgozásában több pszichológiai elméletre és modellre támaszkodhatunk, így fontos forrás Jean Piaget kognitív fejlődésemélete, a pszichometria és az intelligenciakutatás, továbbá a kifejezetten a természettudományos gondolkodással foglalkozó kutatómunka eredményei.

Az iskolai tanulásában, a tananyag feldolgozásában, a meglevő és az új tudás közötti kapcsolat megeremtésében, a megértésben, majd a megszerzett tudás alkalmazásában szerepet játszó gondolkodási mechanizmusokat sokféle módon foglalhatjuk rendszerbe (Adey–Csapó, 2012). Egy gyakran alkalmazott felosztás az alábbi három csoportot különbözteti meg.

A *műveleti gondolkodás* körében elsősorban a Piaget és követői által leírt egyszerű gondolkodási mechanizmusokat tekintjük át. Ilyenek a konzerváció, a tárgyak manipulálásával is megvalósítható soralkotás, az osztályba sorolás, az osztályozás, a csoportosítás, a többszörös csoportosítás, a halmazműveletek, a kombinatív műveletek. Az összetett szövegek megértésében is szerepet játszanak a nyelvi-logikai műveletek. A nem determinisztikus összefüggések kezelésében (amire a biológia is nagyon sok példát kínál) fontos szerepet játszik a valószínűségi gondolkodás és a korrelatív gondolkodás. Az arányossági gondolkodásra pedig már az egyszerű fizikai (például egyenes vonalú egyenletes mozgás) és kémiai (például a reagáló anyagok arányai) folyamatok megértéséhez is szükség van.

A *magasabb rendű gondolkodási folyamatokba* sorolhatjuk az analógiás gondolkodást, a deduktív gondolkodást, az induktív gondolkodást, a problémamegol-

dást, a kreatív/divergens gondolkodást és a kritikai gondolkodást. Míg a műveleti gondolkodás körébe sorolt mechanizmusok szerkezete jól leírható, az utóbbi folyamatok már inkább kötetlenebb szerkezetűek, bár a tanulásban játszott szerepük jól beazonosítható. Például az analógiás gondolkodás segíti egy új jelenség megértését egy hasonló szerkezetű, már ismert alapján, a deduktív gondolkodás a meglevő tudásunk más formában való kifejezését teszi lehetővé, míg az indukció a tapasztalatok általánosításában, a szabályok felismerésében játszik szerepet.

A *tudományos gondolkodás*, ahogy az a tudományos jelenségek megértésében, értelmezésében megnyilvánul, nagyrészt felépíthető az előző két csoport elemeiből, mindamellett vannak olyan elemei is, amelyek szorosabban kötődnek a tudományos megismeréshez, ezért érdemes külön is foglalkozni velük. Ilyen a változók azonosítása és kontrollja, az okság, a hipotézisalkotás és hipotézistesztesztelés, továbbá a kísérletek tervezése.

Az értelmi fejlődés nyomon követésének, a tananyag megértésére való felkészültség vizsgálatának különösen az iskola kezdő szakaszában van meghatározó jelentősége. Egyrészt, mert ekkor még nagyok az érésbeli különbségek, másrészt pedig, mert ennek a korai szakasznak az eredményességétől függ a később megszerzhető tudás mennyisége és minősége. Így a pszichológiai dimenzió az első iskolai évek során különösen fontos szerepet játszik.

A TERMÉSZETTUDOMÁNYOS TUDÁS ALKALMAZÁSA

A tudás alkalmazhatóságának jelentőségére nemzetközi PISA-felmérések hívták fel a figyelmet. A korábbi, a TIMSS elődjének tekinthető nemzetközi felmérések tartalmi keretei még a részt vevő országok tarterveinek elemzése alapján készültek. Az kerülhetett be a felmérésbe, amit minden országban tanítottak. A PISA szakított ezzel a tananyagalapú megközelítéssel, és egy új, alkalmazáscentrikus tudáskonceptiót dolgozott ki. A mérések tartalmát a társadalom tudásigényéből vezette le: a PISA azt méri, hogy a diákok rendelkeznek-e azzal a tudással, amelyre egy tizenöt éves fiatalnak egy fejlett társadalomban szüksége van.

Az így felmért tudás megnevezésére a PISA egy új kifejezést használt, az írástudás (literacy) fogalmának általánosításából származó *scientific literacy* kifejezést, amelyet magyarra általában természettudományos műveltségként fordítunk. A természettudományos műveltség magában foglalja azt a széles körű természettudományos tájékozottságot, amelyre mindenkinek szüksége van a hétköznapi életben, a munka világában vagy a továbbtanulásban. Ez a tudás segít meghozni azokat a felelős döntéseket, amelyekkel a modern társadalmak polgárai szembesülnek. A természettudományos műveltségre egyszerű hétköznapi tevékenységeink hatékony elvégzéséhez is szükségünk van, és különösen fontos szerepet játszik annak megértésében, hogy milyen környezeti hatása van a fogyasztási

szokásainknak, mit tehetünk a természet megóvása érdekében, milyen követelményeket támaszt a fenntartható fejlődés.

A PISA tudáskonceptióját alkalmazza hazai kontextusban az Országos kompetenciamérés is. A szövegértés és a matematika területén a mérések kezdetei óta a tudás alkalmazása áll a középpontban, és hasonló szellemben készültek el a 2022-ben induló természettudomány-felmérés tartalmi keretei is.

A diagnosztikus mérések természettudományi tartalmi kereteinek alkalmazásdimenziója szintén ezt a szemléletmódot követi (B. Németh–Korom, 2012). Egyrészt a természettudományos műveltség szerkezetének meghatározásában támaszkodik a gazdag nemzetközi szakirodalomra, másrészt figyelembe veszi a sajátos magyarországi kontextust, azt, hogy milyen lehetőségeik vannak a diákoknak arra, hogy természettudományos tudásra tegyenek szert, akár iskolai tanuláshoz kapcsolódóan, akár az iskolai kereteken kívüli informális tanulás révén.

A diagnosztikus mérések a természettudományi tudás alkalmazását sokféle kontextusban vizsgálják. A közeli transzfer lehet az, ha a tudás felhasználására ugyanannak a tantárgynak a keretében kerül sor. Az ilyen közeli transzfer erősítésére van a tanításban a legtöbb lehetőség, mivel ezt már az adott tárgy tananyagainak kidolgozása, tankönyveinek elkészítése során meg lehet valósítani. A természetismeret tárgy keretében például a hőmérséklet méréséről megszerzett tudás egy későbbi időjárási témában is előkerülhet. Sajnos a tananyagcsökkenésnek először épp a tudás ilyen jellegű elmélyítése és hétköznapi kontextusba való beágyazása esett áldozatul. Távolsági a transzfer, ha az egyik tárgyban tanultak alkalmazására egy másik tantárgyban van szükség. A legváltozatosabb kontextust, lényegében végtelenül sok lehetőséget az iskolán kívüli környezet kínál. A tanulók számára akkor válik fontossá a természettudomány tanulása, ha már az iskola kezdeti szakaszában sikerül számukra megmutatni, hogy az segíti azoknak a jelenségeknek a megértését, azoknak a problémáknak a megoldását, amelyekkel a mindennapi életükben találkozhatnak.

A gondolkodás és az alkalmazás dimenziók között fennáll az az összefüggés, amely szerint a gondolkodás kétféle módon is segíti az alkalmazást. Egyrészt a tudás elsajátítása során, mivel a mélyebb megértés tartósabb tudást eredményez, másrészt a tudás konkrét hasznosításának tevékenységében is különböző gondolkodási műveletekre és folyamatokra van szükség az elsajátítás és az alkalmazás kontextusa közötti különbség áthidalására.

ÖSSZEGZÉS: A TARTALMI KERETEK SZÉLESEBB KÖRŰ HATÁSA

A diagnosztikus mérések tartalmi keretei követik a nemzetközileg kialakult trendeket, és részletesen, mérhető formában, konkrét feladatokkal illusztrálva írják le, mit kell az azokra épülő teszteknek (feladatbankoknak) tartalmazniuk. Egy

háromdimenziós tudásmodellre épülnek, amelyben megkülönböztetjük a gondolkodási (pszichológiai), az alkalmazási (társadalmi) és a szaktudományi (diszciplináris) dimenziókat.

A tartalmi keretek a mérések közvetlen megalapozása mellett számos további módon segíthetik a természettudomány-tanítás fejlesztését. Mivel elméleti hátterüket tekintve széles körű nemzetközi szakirodalmi elemzésre épülnek, hozzájárulhatnak a tantervfejlesztéshez és a tananyagok tartalmi gazdagításához, korszerűsítéséhez is. Ha azt szeretnénk elérni, hogy a természettudomány iskolai tanítása hatékonyabban fejlessze a magyar diákok gondolkodását, problémamegoldó képességét, ahhoz meg kell változtatni a tananyag tartalmát és feldolgozásának módját. A tartalmi keretek hasznos forrásai lehetnek egy ilyen fejlesztési folyamatnak, mert a tanulás tartalmaihoz, a természettudomány egyes területeihez kapcsolódóan több ezer konkrét példával illusztrálják, miképp lehet ott a tanulást gondolkodási és alkalmazási gyakorlatokkal gazdagítani.

Egy további jelentős hatás lehet, hogy a tartalmi keretek a pedagógusképzés és továbbképzés tananyagaként szolgálhatnak. A magyarországi pedagógusképzésben jelentős hagyományai vannak a diszciplináris ismeretek közvetítésének, és ezen a területen a tanárok nemzetközi szinten is versenyképes tudással rendelkeznek. Ugyanakkor képzésükben viszonylag kisebb hangsúlyt kap a diákok fejlesztésével kapcsolatos módszerek elsajátítása. Keveset tudnak arról, hogy a tananyag feldolgozása során a tanulóknak milyen konkrét gondolkodási műveleteket kell alkalmazniuk, mely értelmező folyamatok vezetnek el a mélyebb megértéshez. A pedagógusok felkészítésében (továbbképzésében, de akár önálló tanulásában is) tehát ugyancsak a gondolkodás dimenzió lehet különösen hasznos, mivel a feladatok konkrétan, a tananyagba ágyazva (akár a pedagógusok konkrét tanórai tevékenységéhez kapcsolható módon) mutatják meg, hogy milyen gondolkodási mechanizmusokat lehet az adott témakörben fejleszteni.

A természettudomány tartalmi keretei hasonló részletességgel foglalkoznak a tanulás előzőekben bemutatott három dimenziójával, és ezáltal hangsúlyozzák a gondolkodás fejlesztésének és a megszerzett tudás alkalmazásának jelentőségét. Ezzel kiegészítik a magyar közoktatásban hagyományosan erős, diszciplináris szemléletű tanítást.

IRODALOM

- Adey, P. – Csapó B. (2012): A természettudományos gondolkodás fejlesztése és értékelése. In: Csapó B. – Szabó G. (szerk.): *Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó, 17–58. <https://publicatio.bibl.u-szeged.hu/6058/>
- B. Németh M. – Korom E. (2012): A természettudományos műveltség és az alkalmazható tudás értékelése. In: Csapó B. – Szabó G. (szerk.): *Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó, 59–92. https://publicatio.bibl.u-szeged.hu/11226/1/Termesztudomany_tartalmi_keretek_59_92_u.pdf

- Csapó B. (szerk.) (1998): *Az iskolai tudás*. Budapest: Osiris Kiadó
- Csapó B. – Korom E. – Molnár Gy. (szerk.) (2015): *A természettudományi tudás online diagnosztikus értékelésének tartalmi keretei*. Budapest: Oktatókutató és Fejlesztő Intézet, https://ofi.oh.gov.hu/sites/default/files/attachments/nt_42702_a_termeszettudomanyi_tudas_online_diagnosztikus_ertekelesenek_tartalmi_keretei.pdf
- Csapó B. – Molnár Gy. (2019): Online Diagnostic Assessment in Support of Personalized Teaching and Learning: The eDia System. *Frontiers in Psychology*, 10, 1522. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2019.01522/full>
- Csapó B. – Szabó G. (szerk.) (2012): *Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó, http://pedagogus.edia.hu/sites/default/files/termeszettudomany_tartalmi_keretek.pdf
- Csikos Cs. (2007): *Metakogníció – A tudásra vonatkozó tudás pedagógiája*. Budapest: Műszaki Kiadó
- Habók A. (2017): *A tanulás tanulása*. Budapest: Gondolat Kiadó
- Korom E. (2005): *Fogalmi fejlődés és fogalmi váltás*. Budapest: Műszaki Könyvkiadó
- Molnár Gy. – Pásztor A. – Kiss R. et al. (2021): Az eDia online diagnosztikus értékelő rendszer: a személyre szóló fejlesztés alapvető eszköze. *Új Pedagógiai Szemle*, 71, 09–10, 42–53. https://publicatio.bibl.u-szeged.hu/23122/1/upsz_7109-10_2021__009__molnar-pasztor-kiss-csapo_az_edia.pdf
- Molnár Gy. (2006): *Tudástranszfer és komplex problémamegoldás*. Budapest: Műszaki Kiadó
- Mullis, I. V. – Martin, M. O. (eds.) (2017): *TIMSS 2019 Assessment Frameworks*. Amsterdam: International Association for the Evaluation of Educational Achievement, <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/frameworks/>
- Nagy L. (2006): *Az analógiás gondolkodás fejlesztése*. Budapest: Műszaki Kiadó
- OECD (2019a): *PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do*. Paris: OECD Publishing, <https://www.oecd.org/education/pisa-2018-results-volume-i-5f07c754-en.htm>
- OECD (2019b): *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. Paris: OECD Publishing, https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2018-assessment-and-analytical-framework_b25efab8-en

URL1: <https://www.nextgenscience.org/>