

DI BLASIO BARBARA¹

Módszertani útkeresés a matematikatanításban Kutatási tapasztalatok

Tanulmányunkban a 2015-ben lefolytatott, az MTA által támogatott szakmódszertani kutatásunk eredményeit figyelembe véve fogalmazzuk meg azokat a problémákat, amelyek nehezítik a szakmódszertani megújulást. Főleg kvalitatív kutatási eredményeket mutatunk be. Kutatásunkban arra a kérdésre kerestük a választ, hogy az IKT segíti-e, illetve milyen módon és körülmények között segíti az iskolai matematika tanulását és tanítását. A válaszok megtalálása érdekében osztálytermi kutatásokat szerveztünk több évfolyamon és különböző korosztályok (8. és 10. osztály) bevonásával. A sokszor hirdetett pedagógiai paradigmaváltás jegyében kialakuló pszichológiai/pedagógiai megújulás lehetőségét mértük fel, és egy alapvető óramegfigyelési szempontsört fejlesztettünk ki. Eredményeink alapján a tanárok IKT-kompetenciájának sürgős és alapos fejlesztése nélkül alig van remény új szakmódszertanok kidolgozására.

Előzetes kutatásunk eredményeinek és tapasztalatainak összegzése

A kutatás célja volt, hogy az informatikát olyan eszközként vonjuk be a matematika oktatásába, amely a már működő módszereket finomítja, illetve támogatja olyan digitális oktatási (tanulási/tanítási) környezet kialakítását, amely a 21. századi iskola szükségszerű sajátossága. Hosszú távú célként tűztük ki a komplex problémamegoldási készség kialakítását, a modern természettudományos gondolkodás fejlesztését, elsősorban digitális eszközöket és eljárásokat alkalmazó tantárgyi (matematika, informatika) szakmódszertanok kidolgozásával és megerősítésével.

A kutatás további célja volt, hogy a tanárok jelenlegi osztálytermi munkáját a frissen kidolgozott, de továbbfejlesztendő mérőeszközökkel alaposan elemezzük, illetve közösen vizsgáljuk és fejlesszük azokat a szakmai kompetenciákat, amelyek nemcsak a digitálisan támogatott matematikatanítás hatékonyságát, hanem a hagyományos gyakorlatot követő tanárok munkájának eredményességét is növelik (Di Blasio és mtsai, 2015).

Kutatási eredményeink és tapasztalataink nagy mértékben egybevágnak a korábbi nemzetközi mérések eredményeivel (OECD, 2014)². A jelentés alapján láthatjuk, hogy önmagában az infrastrukturális fejlesztés nem hozza meg a várt iskolai eredményességet, például a számítógép használata nem

¹ egyetemi docens, intézetigazgató, Kaposvári Egyetem, di_blasio.barbara@ke.hu

² OECD report (2014): The International Computer and Information Literacy Study (ICILS). Internet: http://ec.europa.eu/education/library/study/2014/ec-icils_en.pdf [2016. 04. 18.]

javítja önmagában a tanulók matematikai, olvasási és természettudományi kompetenciáit, sőt a digitális kompetenciát sem, ha annak használata nem kellően előkészített. Vizsgálataink alapján az általunk bevont tanulói körben a „digitális bennszülött” fogalom használata sem megfelelő. Tanulóink esetén a tudatos, célzott tanuláshoz, feladatmegoldáshoz szükséges digitális kompetenciák hiányoznak. A kutatótanárok sem azonos mértékben, sőt szélsőségesen eltérően felkészültek a digitális eszközök használata terén.

Hipotézisünk szerint az IKT-eszköz adekvát használata segíti a matematikatanítást, de azt rosszul alkalmazva inkább rontja a tanulói teljesítményt.

Kutatásunk azt valószínűsíti, hogy az IKT nem megfelelően előkészített, didaktikailag nem kellően átgondolt használata inkább rontja és lassítja a tanulók matematikai fejlődését. Azonban olyan példát is láttunk, ahol az IKT-eszközök rutinos és szakszerű használata szignifikáns javulást eredményezett a matematikai teljesítményben.

Kutatásunk másik eredménye volt, hogy a tanári munkában felismerhető a diszciplináris tudás eltávolodása a didaktikai és pszichológiai ismeretektől. A tanárok szakmai tudatossága esetleges, egyéntől függő, a munka tervezése alapszintű, inkább mindig a következő tanóráig érvényes.

A kutatás akadályozó tényezői voltak az alábbiak:

- a jelenlegi tantervi szabályozás és sok esetben a tankönyvek sem segítik az eredményes oktatást és az erre épülő tanári kutatást;
- a túlzottan alacsony óraszámok mind a matematika, mind az informatika tantárgyat érintően;
- a jelenlegi iskolavezetés nem kutatóspárti (néhány kivételtől eltekintve); azt csak abban az esetben támogatja, ha biztosan növeli az iskola hírnevét, azaz a kísérletezés távol áll a mai iskolavezetéstől;
- a Dél-dunántúli régióban az iskolák egymás riválisai, így az intézmények közötti együttműködés nemcsak az idő hiánya miatt, hanem a megfelelő motiváció híján is nehézkes. Ezen felül hiányzik az együttműködés kultúrája.
- a pedagógusminősítési eljárásokban életidegen kritériumok szerint történik a tanárok értékelése, tőlük a kutatásban meghatározott valós szakmódszertani felkészültséget nem várják el;
- nincsenek széles körben elérhető professzionális kutatási mérőeszközök (diagnosztikus tesztek, óramegfigyelési tervek, professzionális óratervek, melyeket modellül lehetne használni);

A mérőeszközök hiánya nagy akadálya annak, hogy a tanárok professzionálisan, objektíven értékelhessék saját tevékenységüket, miközben a tanári reflexió megjelenése ma már követelmény a pályán.

Az IKT használatában rejlő lehetőségek

Napjaink oktatásának problémáját jól érzékeltetik Marc Prensky (2001) gondolatai, miszerint a tanulók radikálisan megváltoztak. A diákok már nem azok, akiknek a korábbi évszázadokban vagy évtizedekben az oktatási rendszert megalkották. Ez a változás a XX. század végén megjelenő digitális technológia robbanásszerű elterjedésének is a következménye. A mai diákok képviselik azt a generációt, akik a digitális kor eszközei között nőttek fel. Oktatásuk legnagyobb problémája az, hogy a tanárok – akik a digitális kor előtti, már elavult nyelvet beszélnek – olyan diákokat oktatnak, akik egy teljesen más, új nyelvet használnak. További nehézséget jelent, hogy Magyarországon a gyermekek számítógépes ismeretei jelentősen eltérőek. A számítógéppel segített tanítás és tanulás elterjedése egyúttal az iskolai képzés struktúrájának megváltoztatását is megköveteli. Véleményünk szerint hazánkban jelenleg nem nélkülözhető az informatika önálló oktatása, de azt más tantárgyak tanításába (tanulásába) is be kell vonni. Szintén az informatika tanítására váró feladat a diákok digitális tudásának közös szintre hozása.

A 2015 szeptemberében megjelent OECD jelentés³ szerint az IKT tanórai használata nem segíti a tanulók olvasási készségének, a matematikai és természettudományos gondolkodásának fejlődését, amelyre korábban már utaltunk. Azokban az országokban, ahol nem elterjedt a számítógéphasználat, az olvasási készség gyorsabban fejlődött, mint a számítógépet az átlagosnál többet használó országokban. Az eredményeket tekintve azt mondhatjuk, hogy a számítógép korlátozott iskolai használata jobb tanulmányi eredményeket idézhet elő, mintha azt egyáltalán nem használnák a tanulók, de a jelen mérés szerint a számítógéphasználat OECD átlag feletti használata határozottan rontja az iskolai eredményeket. Az is látható, hogy az iskola számítógéppel való felszerelése önmagában nem javítja a tanulók matematikai és digitális szövegértési kompetenciáját.

2012-ben, a nemzetközi PISA-mérésekben Magyarország minden kompetenciaterületen az OECD átlag alatt teljesített. A matematika területén különösen nagy az előző mérésekhez képest a romlás, illetve a digitális szövegértés és problémamegoldó képesség területén utolsók

³ OECD report (2015): How Computers are Related to Students' Performance. Internet: <http://www.oecdilibrary.org/docserver/download/9815021ec009.pdf?expires=1460638030&id=id&accname=guest&checksum=CF692AECCB791C9EA5096ECFD13C8EF4> [2016. 04. 11.]

vagyunk Európában, ami mögött motivációs problémák tapasztalhatók, különösen az önhatékonyság terén (Csüllög, D. Molnár és Lannert, 2014). Összefoglalva, a folyamatok elemzése során a kutatók a következőkre hívják fel a figyelmünket: a magyar tanulók viszonylag sok időt fordítanak a matematikatanulásra, nem hiányoznak túl sokat az iskolából, bár a környező országokhoz képest alacsonyabb óraszámban tanulnak matematikát, mégis a ráfordított energia és idő mellett gyenge a matematikai kompetenciamérési eredményük. A zsúfolt tananyagot rossz tanulási stratégiákkal próbálják elsajátítani, változó színvonalú tanári munka mellett. A vizsgálatok azt is kimutatták, hogy csupán az óraszám emelése nem oldja meg a problémát, mert a minőségi oktatáshoz a tanár részéről elengedhetetlen feltétel a szaktárgyi felkészültség, megfelelően színes módszertani repertoár és tanári attitűd.

A matematika terén érzékelhető jelentős teljesítményromlás, amelynek megfordításához jó színvonalú tömeges matematikaoktatásra van szükség, jelzik az elemzők. Nemzetközi és hazai elemzések tanulságait összegezve, a magyar közoktatás kevésbé sikeres a ma elvárható önálló tanulásra tanításban; tanárok körében a tanítási és tanulási stratégiáknak kevésbé ismert a tudományos háttere; a gyermekek tanuláshoz való viszonyában nem kellően alaposak az ismereteink (Csapó, 2011).

Jelen eredményeink alapján jól érzékelhető, hogy a magyar tanulókat alaposabban kell felkészíteni a 21. század kihívásaira. Nem a rendszer egyes szereplőit hibáztathatjuk, hanem be kell látnunk, hogy a gyorsan változó globális világban való sikeresebb eligazodáshoz a váratlan és szokatlan jelenségekre az iskolának reagálnia kell. A szakmódszertani újítások éppen ezen lehetséges válaszok egyike, amely az iskola és a tanuló hatékonyságát növelheti.

Nemzetközi összehasonlító és retrospektív elemzéssel, történeti áttekintéssel a matematikatanítás eddigi nemzetközi és hazai reformjainak hátterét és az újítások hasznosulását is érdemes vizsgálni. Neveléstörténészek szerint a hazai szaksajtóban már 1908-ban is a matematikatanítás megújításáról esik szó, ezért vizsgálandó, hogy az évszázados újító szándék vajon miért nem hozta meg eddig a várt és valós gyümölcsét, az iskolai tanulók matematikai biztos és használható tudását (Fináczy; Goldziher, 1908).

A jövőbeli kutatások pedig keretet adnak az informatika szakmódszertanának átgondolására úgy, hogy a matematikatanításban szerzett tapasztalatokat vetítjük a szakdidaktika, metódika, tantárgy-filozófia és tantárgy-pedagógia elméleti és gyakorlati megközelítésére. Vásárhelyi Éva (2011) szerint az interdiszciplinaritás a szakdidaktika alapvető ismérve, amely szerint az elméletek fejlődését történetileg közelítve, az elmélet és gyakorlat összehangolását, az érdekességek és tanulságok beépítését jelenti. A didaktikában tárgyalt tanuláselméletek mélyebb

vizsgálata szükségszerű ahhoz, hogy az IKT-eszközöket tudatosan alkalmazzassuk osztálytermi környezetben.

Nemzetközi kutatások már igazolták, hogy a matematika és a természettudomány tanításában az informatikai eszközök folyamatosan, és egyre inkább teret nyernek. Ezen kutatások például pozitív összefüggéseket találtak a számítógépes technológiák használata és a matematika teljesítmény között (Li, Ma 2010). Ezek nyomán hazánkban is meg kell kezdeni az olyan tevékenységeket, amelyek az informatikát olyan eszközként szeretnék felhasználni, amely a matematikatanítást a problémamegoldás, a helyes gondolkodásmód kialakítása felé orientálja. Ehhez az informatika és a tanulás–tanítás kapcsolatát pszichológiai és pedagógiai értelemben is behatóan kell vizsgálni. Értelmezni és vizsgálni kell az informatikai technológiáknak a matematika didaktikájára kifejtett hatását. A vizsgálat fókuszába a konstruktivista szemléletű szakmódszertan elméleti és gyakorlati lehetőségei kerülnek.

A neveléstudósoknak a tanulók matematikai és természettudományos kompetenciáinak jelentős csökkenését mint trendet nem lehet figyelmen kívül hagyni. A magyarországi lehetőségek és igények felméréseivel olyan matematika-szakmódszertant kellene kidolgozni, amely a ma iskolájában releváns, támogatja a matematika és a természettudományok hatékonyabb, sikeresebb tanítását. Az informatika és matematika egységben történő vizsgálata számos más jellegű taníthatósági kérdésre irányítja rá a figyelmet. Például a digitális világ, és a jobbra hagyományos iskola kapcsolatának ellentmondásaira, amelyeknek a tanulók mindennapos részesei. A disszonanciák káros következményei pedig az egyén életében érhetők tetten, hátrányt okozva az egyénnek, az oktatási rendszerünknek és nemzetgazdaságunknak egyaránt. A problémamegoldó képesség fejlesztése nemcsak az iskolai pályafutást segíti, hanem társadalmi szinten is javítja az egyén sikerességét. Az oktatás módszertani fejlesztésében nem hagyhatjuk figyelmen kívül a gyermekek megváltozott gazdasági-társadalmi körülményeit, az iskoláztatás mai feltételeit, a tanulás–tanítás (tanterv) lehetőségeit, illetve a Web-alapú társadalomban szocializálódó egyén sajátos igényeit. Az infokommunikációs oktatás szerepének megerősítésével a fontos a pedagógiai kultúraváltást elősegítése, ezzel nemcsak a tehetségesek, hanem a hátrányos helyzetű tanulók oktatását is sikeressé téve. A digitális műveltséget és a kapcsolódó kompetenciák fejlesztését átfogó fejlesztési célként kezelve, az alap- és középfokú informatikaoktatás tartalmának és a matematikatanítás stratégiáinak modernizálása történhet meg.

A PISA és TIMSS mérések árnyékában

A matematika és a természettudomány esetén a PISA-mérések adatai alapján látszik, hogy 2000 óta stagnálás, sőt újabban már romlás tapasztalható. A legfrissebb hazai elemzések azt mutatják, hogy a matematikatanítás terén egyaránt küzdünk mennyiségi és minőségi problémákkal. A régióban itt a legalacsonyabb a matematikára szánt óraszám, ami viszont nem kedvez a hatékonyabb tanulási stratégiák kialakulásának, így mind a tanár, mind a tanuló a gondolkodás helyett az ismétlésekre, memorizálásra helyezi a hangsúlyt (Csüllög, D.Molnár és Lannert, 2014). Az országos kompetenciamérés adatai azt mutatják, hogy a magyar tanulók a tartalmi területek közül az algebra területén gyengék, ugyanakkor a különböző kognitív műveletekben nyújtott teljesítményük viszonylag kiegyensúlyozott. A gyengülésnek nincsenek kiemelt területei; minden tartalmi területen és kognitív műveletben, mindkét nem esetében és az összes képességszinten romlott a magyar tanulók eredménye (Balázsi és mtsai, 2012).

Kérdésként merül fel, hogy milyen okok miatt nem vagyunk képesek fejlődni, és miért alakult ki hazánkban az iskolák közötti jelentős teljesítménybeli különbség, a tanulók korai szelekciója. A tehetséggondozás miért nem fejt ki tartósabban a hatását, miért alacsonyabb más országokhoz képest Magyarországon a kiemelkedően teljesítők aránya? Hiszen azok az országok is több tanulót juttatnak el felsőbb tudásszintre nálunk, akiknek az átlagteljesítménye alacsonyabb a miénknél. Így jól látszik, hogy a közoktatásunk méltányossága nem működik jó színvonalon a felzárkóztatás és a tehetséggondozás terén sem. Közoktatásunk esélykiegyenlítő hatása csekély (Csapó és mtsai, 2014).

Paradigmaváltásra van szükség

Az adott tananyag osztályteremben frontális módszerrel való „leadása” helyett az egyéni igényeket kielégítő differenciált, személyre szabott pedagógiai megközelítésre kell a hangsúlyt áthelyezni. A megfelelő diagnózis felállításához viszont megbízható és rendszeres adatgyűjtések, információk szükségesek a rendszerről: folyamatos mérések (diagnosztikai mérések, kompetenciamérések), indikátorok képzése, ezen adatok elemzése, monitorozása. Az eredményeket pedig vissza kell csatolni mind az iskola, mind a pedagógus szintjén.

A paradigmaváltás szükségességét jelzik a kognitív tudományok képviselői is. A kognitív fejlődés és az agyi komplexitás legújabb vizsgálatai olyan új eredményekkel gazdagítják a pedagógiai és szakmódszertani kutatást, amelyek jelentős mértékben hozzájárulhatnak újfajta módszerek kidolgozásához, új szemlélet bevezetéséhez a természettudományok oktatása kapcsán (Csépe, 2013).

Az IKT módszerek szempontjai a problémamegoldásban

Az IKT módszerek nem önmagukban fogják fejleszteni a tanulók problémamegoldási képességeit, hanem bizonyos értelemben az agy kiterjesztéseként értelmezhetők. Az információszerzés során nem kell a tanulóknak minden egyes információt közvetlenül beépíteniük az agyukban, mert azokat az internet segítségével könnyen megtalálhatják. Arra sem lesz szükségük, hogy minden egyes problémamegoldási műveletet saját maguk végezzenek el, mert az IKT-eszközök ebben hatékonyan állnak a rendelkezésükre. Vannak azonban olyan készségek, amelyeket a hagyományos oktatáshoz képest viszont sokkal magasabb szinten kell birtokolniuk ahhoz, hogy az IKT-eszközöket hatékonyan tudják alkalmazni. A következőkben a problémamegoldás folyamatánál maradva tekintjük át ezeket a készségeket.

Argelagós és Pifarré (2012) kutatásukban tizenévesek problémamegoldását vizsgálták, olyan környezetben, ahol a tanulást IKT módszerek használatával segítették. Arra keresték a választ, hogy melyek lehetnek azok a problémás pontok, amelyeket az IKT-oktatás során különösen is fejleszteni kell a tanulóknak a megfelelő hatékonyság elérése érdekében. Öt ilyen területet találtak.

(1) A probléma meghatározása.

Azt tapasztalták, hogy sok esetben már a folyamat legelején célt tévesztenek a tanulók, és nem tudják magát a problémát megfelelően definiálni. Nem képesek arra, hogy a helyes kérdéseket tegyék fel, tisztázzák a probléma megoldásához szükséges dolgokat, és meghatározzák a szükséges információkat. Sok esetben, a rendelkezésre álló nagy információmennyiség miatt rögtön keresni kezdenek, mielőtt áttekintnék a témát, vagy elgondolkoznának a feladaton.

(2) Információkeresés.

Annak ellenére, hogy internet segítségével az információknak gyakorlatilag végtelen tárháza érhető el a tanulók számára, sok esetben nem találják azokat a megfelelő információkat, amelyekkel a kitűzött feladatot meg tudnák oldani. Ennek hátterében az áll, hogy egyrészt nem a megfelelő kulcsszavakat használják a kereséshez, másrészt nem tudják megfelelően értékelni a kapott eredményeket.

(3) Az információ feltérképezése.

Problémát jelenthet, hogy a megszerzett információkat osztályozzák, és elkülönítik azokat az információkat, amelyek adekvátak. Sokszor az egyetlen kritérium, hogy az adott dolog választ adjon az általuk feltett kérdésre. Nem veszik figyelembe, hogy milyen oldalakról származik az adott tudás. Sok esetben kereskedelmi oldalakat használnak, amelyek az eladni kívánt termék szempontjából, egyoldalúan közelítenek meg egy adott kérdést, és nélkülözik a tudományos látásmódot.

(4) Az információ feldolgozása.

A tanulók sok esetben nem olvassák át a megtalált oldalakat azok teljes mélységében, csak az általuk keresett kulcsszavakra fókuszálnak, és ennek következtében csak felületes tudásra tesznek szert.

(5) Az információ rendezése és bemutatása.

Gyakran a fiatalok a megszerzett információk megfelelő fel- és átdolgozása helyett csupán átmásolják a feltett kérdésekre a választ. Ennek következtében, annak ellenére, hogy maga a kiadott feladat megoldásra kerül, valós tudáselsajátítás nem jön létre. Az így létrehozott megoldások sok esetben logikailag nehezen illeszthetők össze, nem teszik érthetővé az érvelést, vagy éppen félreérthetőek lesznek.

A fenti, problémás területek áttekintése alapján látható, hogy a problémát soha nem maguk az IKT módszerek rejtik magukban, hanem az a téves előfeltevés, hogy az IKT-eszközöket a tanulók megfelelően tudják használni. Ezzel szemben nagyon fontos lépés az ilyen módszerek használata előtt a megfelelő metatudás feltérképezése és fejlesztése. A feladatok megszerkesztése során külön hangsúlyt kell fektetni az instrukciók megfelelő megfogalmazására, amelyek részenként végigvezetik a tanulókat az egyes munkafázisokon, és segítséget nyújtanak a számukra abban, hogy a megfelelő mélységű és minőségű tudást sajátíthassák el az IKT-eszközök használata révén.

Az informatikai eszközök széles körben elterjedté válásával az információáramlás, az információszerzés folyamata és az emberi kapcsolattartás is megváltozott. A fiatalok perceptuális és információfeldolgozási készségei a felgyorsult információáramláshoz igazodnak. Ez azt jelenti, hogy figyelmük egyrészt nagyon gyorsan képes fókuszot váltani, képes a gyors változá-

sokra jól reagálni, és egyszerre akár több felületen is dolgozni. Ezzel együtt a kognitív problémamegoldási készségeik fejlődnek, igaz, a társas problémamegoldás szintje ezzel nem tart lépést, sőt inkább csökken⁴.

Az iskolai, különösen is a matematikaoktatásban alkalmazott hagyományos módszerek nem követik az információfeldolgozás és a figyelmi folyamatok dinamikájának változását, és a pedagógusok egyre több nehézségbe, ellenállásba ütköznek. A multimédiás eszközökön felnőtt, egyszerre nagy ingermennyiség befogadásához szokott fiatalok számára a hagyományos, frontális oktatási módszerek ingerszegények, nem képesek lekötni a figyelmüket.

A 21. század kihívásai a matematika- és informatikaoktatásban

Több külföldi kutatás is bizonyítja, hogy a számítógépes, multimédiás eszközök felhasználása fokozza a diákok érdeklődését, valamint bevonódásukat, növeli a tananyag megértését, fejleszti a kritikai gondolkodást, és a közös munka során fejlődik a személyiség és az együttműködés is (Cuncka, Savicka, 2012; Toure, 2009; Hirtz, Harper, Mackenzie, 2008; Wang & Woo, 2007; Brown, 2005; Law, 2000). Az informatikai módszerek felhasználására nemcsak a tanítás folyamatában, hanem a felmérésben, a számonkérésben, ellenőrzésben is sor kerülhet. A már említett információfeldolgozási előnyökön túl a kiértékelés, az összehasonlítás folyamatát is megkönnyíthetik az ilyen módszerek, valamint kifejleszthetők olyan megoldások, amelyek a felmérés után a fejlesztendő készségekre, tudásanyagra reflektálva adnak újabb feladatokat, biztosítanak gyakorlási lehetőséget a diákoknak. Kutatási eredmények szerint a számítógépen végzett felmérés nem rontja az egyes mérések megbízhatóságát, és jól alkalmazható, akár egészen fiatal korban, akár az iskolaérettség felmérésére is (Csapó-Molnár és Nagy, 2014).

„Elmélet és gyakorlat”

A matematika oktatása során hajlamosak vagyunk a tudomány elméletét és tanításának gyakorlatát szétválasztani, talán még ellentétbe is állítani egymással. Tény, hogy szükség van az ontológiai és episztemológiai megközelítésekre is (Bussi & Bazzini, 2003), azonban tévhit, hogy a szigorú értelemben vett tudomány az iskolai gyakorlatot meghatározza (Ponte, Matos, Guimaraes Leal, & Canavarro, 1994). A két pólus diskurzusa a hatékony oktatás érdekében elengedhetetlen (Seeger, 1994). Ehhez hasonlóan a matematikai elméletnek és gyakorlatnak a

⁴ Kiemelve az „MTA Szakmódszertani Pályázat 2014” hatástanulmányából, amely Káplár Mátyás pszichológus hozzájárulása.

tanórákon szerves egységet kell alkotniuk. Viszont a matematikatudósok és oktatók, didaktikusok közötti párbeszéd hazánkban kevésbé aktív, a kutatási eredmények pedig ritkán realizálódnak az iskolák szintjén. Ennek háttérében egyrészt a központi szabályozás kötöttsége, másrészt pedig a tanárok napi rutinja és sokszor fásultsága áll, amely általában véve igaz, nemcsak Magyarországon (Leuders, Barzel, & Hußmann, 2005).

A dinamikus tudomány és interaktív tanulás lehetséges modellje

A nemzetközi szakirodalomban gyakran leírt jelenség, hogy a matematika tanulása során létrejövő „test” értelmezése komplex. Test alatt értjük a tanulásban részt vevő egységek összességét, kezdve a tanuló fizikai testével, a tananyaggal és a tanulásakor használt eszközökkel együtt. Mielőtt a tanuló az új ismeretről absztrakt következtetéseket von le, vagy bármilyen összefüggésbe hozza már meglévő ismereteivel, először szemügyre veszi a jelenséget. Ha például kézzel fogható, akkor a haptikus észlelés lesz az elsődleges médium, de a látás, és sokszor a hallás is a primer csatornák közé tartoznak. Így tehát az új ismeret szerzésekor a tanuló teste aktívan bevonódik a tanulási folyamatba. Minden tanulásakor használt eszköz a tanuló testének részévé válik (Freitas & Sinclair, 2013). Ezáltal a tanulás nemcsak egy elméleti szinten lezajló folyamat, hanem a tanuló testével és a megismerni kívánt objektumokkal kiterjesztett dinamikus rendszer, melyben a résztvevők és a tudáselemek változnak, bővülnek.

A fentebb említett dinamikus rendszerben a hangsúly egyszerre helyeződik a dinamizmusra és a rendszerre is. Utóbbi azonban nem egy izolált egységként értendő, hanem a káoszról ideiglenesen kiváló, majd később visszaolvadó, változó, állandóan formálódó rendszernek tekintendő, melyet igazán csak a bevonódás foka, az elmélyülés intenzitása különböztet meg a tanulási folyamatot körülvevő „mindenségtől”. A rendszer dinamizmusa több komponensből áll. Egyik oldalról a matematika nem statikus információhalmaz, hanem egy dinamikus tudomány, mellyel a tanuló interakcióba lép. Ehhez szükséges érzékeltetni, hogy a matematika mint tudomány nem véges, nem egy lezárt ismerethalmaz. Másik oldalról a matematikai koncepciókat is hajlamosak vagyunk élettelennek, absztrakt fogalmaknak tekinteni, melyeket az előfordulásuk minden jellemzőjétől különválasztottunk, melyek csak megfoghatatlan logikai korlátai egy-egy problémának (uo.). Azonban a mai magyar matematikatanítás inkább statikus, nem interaktív, és módszertani elmaradottsága okán kevésbé hatékony.

A tanulás határai tehát elmosódnak. A térbeli határok közé sorolhatjuk a tanulás során használt eszközöket is, melyek részét képezi a számítógép is, melyet tétlen és eldobható tárgyként kezelünk a többi felhasznált kellékkel együtt (uo.). Egy körző is segíti a megértést, hiszen

használatával magát a kör fogalmát ültetjük át a gyakorlatba, értjük meg, szemléljük, és rácso-dálkozunk az összefüggésre: a kör pontjai a középponttól valóban ugyanolyan távolságra vannak. Az IKT-eszközök hasonlóan segíthetik a megértést, szolgálhatnak szemléltetésként, meg-sejtethetnek összefüggéseket. Azonban ezek az eszközök még a körzónél is hasznosabbak, hi-szen a tananyag és a tanuló dinamikus rendszerében az ismeretek tárolását, rendszerezését, az elsajátított részek ellenőrzését, ismétlését és az internet segítségével a kutatást, az alkotó, ér-tékteremtő tanulás örömét is támogatják. A digitális világ a multimodalitás lehetséges forrása.

A számítógépek előretörésével a tudás külső tárolásának forradalma is végbement: a szó-beliség, majd írásbeliség után az informatika és a technológia segítségével ma már kis helyen, csekély anyagi befektetéssel hihetetlen mennyiségű adatot (ismeretet) vagyunk képesek tárolni, melyhez a hozzáférés könnyű és azonnali. A hipertext megjelenésével a tudás tárolása átstruk-turálódott, a hierarchikus és lineáris megjelenítést a mellérendelt, hiperlinkelt tartalom és a nagy mennyiségű, különböző formátumú információ váltotta fel (Borba, 2009). Ez a multimodalitás a széles körű információkeresést és feldolgozást teszi lehetővé, az internet elterjedésével pedig az interaktivitásnak is teret enged, mely támogatja a kutatómunka és a felfedezési tanulás munkaformáit.

Tanári tevékenységek, tanulástervezés

A matematikai tantervi egységek felépítése egyszerre lineáris és spirális; ezt a matematikai is-meretek szigorú egymásra épülése okozza. Emiatt szükség van az előre megtervezett, vezetett tanulásra, azonban csak ezt alkalmazva a matematika szépsége, a problémamegoldás öröme veszik el a tanuló számára. Ehhez azonban szükség van intuitív tanulási környezetre is, mely segíti a ráérzést, a tanuló kreativitását felhasználva fejleszti a logikát, az algoritmikus gondol-kodást, a rendszerszemléletet és a komplex problémamegoldó kompetenciát. Mindezeket szem előtt tartva megállapíthatjuk, hogy a tanulási folyamatot az egyénre kell szabni; ez a tanulási környezet adaptivitását is megköveteli. Magyarországon egyelőre nem érhető el olyan rendszer (számítógépes program), mely a tanulót gyakoroltatja, fejlődését automatikusan rögzíti és a helytelen megoldások területén új feladatokat ajánl. Pedig a matematika – a már említett, dön-tően hierarchikus – tanítási struktúrája miatt a gyakorlás kritikus fontossággal bír, melyre isko-lai keretek között sokszor nem jut idő. További problémát vet fel a már említett multimodalitás, mely a tanterv szerkezetét „lebonthatja” (Borba, 2009), így akár akadályozhatja is a tanulást az iskolában töltött idő szétszabdalásával, főként a rossz időbeosztással és annak a lehetőségével, hogy a tanuló elveszik az újabb és újabb felmerülő problémák részleteiben.

A tanár célja kell, hogy legyen a hatékony oktatás, melyet elkényelmesedve, magát „jó tanárnak” gondolva, nehéz folyamatosan megvalósítani; a folyamatos szakmai önfejlesztés alapkövetelménnyé válik. Szükséges az alternatív kommunikációs és interakciós eszközök keresése, fejlesztése és alkalmazása (Klein, 2012) (Leuders, Barzel, & Hußmann, 2005). Például a kezdő tanárnak nem elég, ha ismeri a matematikai elméleteket, hanem képesnek és hajlandónak kell lennie olyan új interakciós formák bevezetésére, melyek a tanulók számára hatékony elmerülést, élvezetes, energikus környezetet biztosítanak az érvelés és a problémamegoldás gyakorlatának elsajátítása közben (Klein, 2012). A matematikát a módszerekkel és eszközökkel a tanár teszi élővé, a tanulás ilyenfajta animációja a tanuló számára kulcsfontosságú a motivációban, a megértésben és később a flow-élmény elősegítésében (Freitas & Sinclair, 2013). Kulcsfontosságú a tanár munkája során a „képes vagyok rá” attitűdjének közvetítése, mely hatására a tanuló elhiszi, hogy képes a feladat megoldására, és magabiztosan áll a problémákkal szemben (Klein, 2012). Ez azért is fontos, mert ahogy Alan Schoenfeld is hangsúlyozza, a problémamegoldás kompetenciája nem kiegészítője a matematika tanulásának, hanem a matematikai tevékenységek kulcseleme (Schoenfeld, 2010). A tevékeny felhasználás, a cselekvés áll a középpontban (Leuders, Barzel, & Hußmann, 2005), mely Benjamin Bloom Anderson és Krathwohl által felülvizsgált taxonómiájának minden szintjén megjelenik – mintegy kényszerítve a cselekedve tanulást (Jenák, 2016). Bloom digitális taxonómiája (Andrew Churches fejlesztése) ennél is tovább megy: az IKT-eszközök által nyújtott lehetőségeket beilleszti a már ismert rendszerbe, ezáltal a kognitív követelményeket aktualizálja, a 21. századi tanulók igényeihez igazítva azokat (Churches, 2009). A tudást nemcsak egyének alkotják, hanem különböző médiumok által összekötött emberek közössége, melynek következményeként – a korábban már említett tanulói test értelmezése miatt – a médiumok és az általuk közvetített tudástartalmak is részei a tanulási folyamatnak (Borba, 2009).

A tanítás mint természetes kogníció

Pilot kutatásunk kvalitatív eredményei között találjuk a tanárok osztálytermi munkájának, tanításának nem a tanulók igényeihez illeszkedő módját. A kérdezői kultúrájuk alapvető szintű, a használt nyelvi kódjuk nem kidolgozott, a saját tanítási tervük időkeretét nem tudják általában tartani, ami a feladatok elvégzését, azok egymásra épülését nehezíti.

Szakirodalmi tájékozódásunk alapján látjuk, hogy a *Magyar Pedagógiában* 2002-ben megjelent, Sidney Strauss által felvetett problémára a magyar neveléstudósok kevéssé reagálnak. A felvetését a fenti címben találjuk, mely szerint a tanítás egy természetes kogníció. Véleménye

szerint a tanítás is a kognitív tudományok egyik alapvető kutatási területe, hiszen az az emberi mivoltunk velejárója. A tanítás kutatása azonban nehéz feladatnak tűnik. A tanárok között is szokás tehetséges tanárokról beszélni, de nemigen esik szó a ”tanítási zavarokkal küzdő” tanárokról. Ha elfogadjuk, hogy a tanítás természetes kogníció, akkor annak az előfeltételeit is vizsgálnunk kell. A tanítás két alapvető eleme a szándékosság és a tudás. A tudás részét képezi az is, hogy a tanárnak képe van a tanulók tudásáról is, amely lehet reális és hamis.

Az emberek tanítása háttérben álló kogníció még nem teljesen feltárt, de azt tudjuk, hogy egyetlen fajként az elme elméletével tanít (Tomasello és Call, 1997). A tanítás különösen komplex feladat, univerzális tevékenység. Kötődik az elméhez, az érzelmekhez, a motivációhoz. A tanítás során a reprezentáció működik a saját és mások tudásáról, gondolkodásáról. Kutatása azért is nehéz, mert a tanítás során zajló események jelentős része láthatatlan (a következtetések és a kapcsolódó mentális folyamatok). Vagyis a látható rész nem fedi fel a mögöttes folyamatokat direkt módon. A tanítás fontos eleme az intencionalitás is, mint a társas interakciók velejárója. A kognitív előfeltételek: a tanárnak van képe (reprezentációja) a helyesnek tartott tudásról; van reprezentációja a tanuló helytelen tudásáról; képes a két reprezentáció közötti különbséget felismerni. Ennek segítségével használatos a visszacsatolási hurok, amely a tanár és tanuló közötti kölcsönös monitorozást jelenti. Strauss és munkatársai szerint tanulható a tanítás, de időbe telik, és a tanítás tanulásának a fejlődési fokait ismernünk kell, illetve összefügg a nyelvi fejlődéssel és fejlesztéssel (Fodor, 2000).

Általános didaktikai következtetések a tanárok tanórai munkája alapján

A kutatásban részt vevő iskolák önkéntes alapon, személyes ismeretségek alapján kerültek kiválasztásra. A négy intézmény közül három Pécs város elismert iskolája, egy a város peremkerületében található, és a közvélekedés nem tartja a kiemelkedően jól teljesítő iskolák közé. A matematikai megújulást mind a négy intézmény fontosnak tartja, de eddig nem sok sikerrel zárták a korábbi fejlesztéseket (nem javult a tanulók matematika eredménye). A résztvevő tanárok az IKT használatát szeretnék elsajátítani, elmélyíteni, bár azokat eddig csak 2 fő alkalmazta különböző mélységben matematikaóráin. Mindannyian elkötelezettek a szakmai fejlődésükben, és hajlandóak ezért erőfeszítéseket tenni.

Az 1. táblázat alapján elemzett tanórákra didaktikailag összefoglalóan általában a következők voltak jellemzők:

Matematikai tartalmi kérdések:

Mennyire pontos, koherens és célzott a matematikai tartalom tanítása?

Az osztálytermi tevékenységek csaponganak. Inkább gyakoroltatás folyik, hiányzik az életkornak megfelelő képességfejlesztés.

Megértetés:

A tanár milyen mértékben segíti elő, hogy a diákok az adott matematikai témát mélyen megértsék?

Az órai tevékenységeket a tanár úgy szervezi, hogy azok csak rutinfeladatok elvégzésére és begyakoroltatott eljárásokra szorítkoznak.

Tartalomhoz való hozzáférés:

Hányan értik a tanulók közül a témát?

A tanár eléri, hogy az osztály nagy része értse a tananyagot, és a diákok aktívan vonódjanak be a matematikai problémamegoldásba.

Hatékonyság, tekintélyelvűség:

Milyen mértékben kezdeményezik maguk a diákok a diskussziókat? A tanár mit kezd ezekkel a tanulói kezdeményezésekkel?

A tanulóknak lehetőségük van saját ötleteik elmagyarázására, de a tanár irányítja a beszélgetést és foglal állást az ötletekkel kapcsolatban. A diákok ötleteiket nem fejtik ki részletesen, és később azokra nem építenek.

A tanulók gondolatmenetének nyomonkövetése:

Milyen mértékben követi a tanár a diákok gondolatmenetét? Milyen mértékben segít az ötletek kibontakoztatásában? Milyen mértékben mutat rá az esetleges tévedésekre?

A tanulók következtetéseit, gondolatmenetét nem követi nyomon. A tanár csak kijavítja a hibákat, és/vagy bátorít.

A tanítási célok a megfigyelő számára részben világosak és érzékelhetők. Az órai tanulói tevékenységek megfelelnek a tanítási céloknak. A tanóra óratervre épül, de nem sikerül tartani az időkeretet. A tanulók értékelése nem folyamatos, hanem összegző jellegű. Az óra menetét a tankönyvhasználat nem vezérli.

A felhasznált óramegfigyelési szempontsor:

Megfigyelési célok		Matematikai tartalmi kérdések	Megértetés	Tartalomhoz való hozzáfé- rés (Hányan értik a tanu- lók közül a témát?)	Hatékony- ság, tekin- télyelvűség	A tanulók gondolatme- netének nyomköve- tése
Megfigyelési célok tartalma		<i>Mennyire pontos, koherens és célzott a matematikai tartalom tanítása?</i>	<i>A tanár milyen mértékben segíti elő, hogy a diákok az adott matematikai témát mélyen megértsék?</i>	<i>Milyen mértékben éri el a tanár azt, hogy mindenki megértse a tananyagot, és aktívan részt vegyen az órán?</i>	<i>Milyen mértékben kezdeményezik maguk a diákok a diskusziókat? A tanár mit kezd ezekkel a tanulói kezdeményezésekkel?</i>	<i>Milyen mértékben követi a tanár a diákok gondolatmenetét? Milyen mértékben segít az ötletek kibontakoztatásában? Milyen mértékben mutat rá az esetleges tévedésekre?</i>
0 pont		Az osztálytermi tevékenységek csaponganak. Illetve csak gyakoroltatás folyik, de hiányzik az életkornak megfelelő képességfejlesztés.	Az órai tevékenységeket a tanár úgy szervezi, hogy azok csak rutin-feladatok elvégzésére és begyakoroltatott eljárásokra szorítkoznak.	A tanulók egyik része érti, másik rész nem érti, és nem vonódik be az óra menetébe. A tanár nem tesz erőfeszítéseket arra, hogy mindenki megértse a témát.	A tanár kezdeményezi a diskurzusokat. A tanulók legfeljebb egymondatos válaszokat adnak. A megbeszélés a tanár által szabott keretek között folyik.	A tanulók következtetéseit, gondolatmenetét nem követi nyomon. A tanár csak kijavítja a hibákat, és/vagy bátorít.
3 pont		Az életkornak megfelelően, de elsődlegesen csak képességfejlesztés folyik. Ritkán fordul elő, hogy a tanár összefüggésekre (azok felismerhetőségére) is rámutat (például matematikai eljárások és koncepciók között), vagy matematikai koherenciára irányítja a tanuló figyelmét (logikus-ság és összefüggésrendszer).	A tevékenységek lehetőséget adnak a probléma-megoldásra, fogalmi bővülésre, de a tanári interakció a kihívások megkerülése felé tereli a diákokat, elveszi a lehetőséget a probléma-megoldási erőfeszítéstől.	A tanulók egyik része érti, másik rész nem érti a témát, de a tanár erőfeszítéseket tesz arra, hogy minden diák követhesse az órát, és megértse a tananyagot.	A tanulóknak lehetőségük van saját ötleteik elmagyarázására, de a tanár irányítja a beszélgetést és foglal állást az ötletekkel kapcsolatban. A diákok ötleteiket nem fejtik ki részletesen, és nem építenek azokra.	A tanár reflektál a diákok gondolatmenetére, tipikus hibáikra, de a tanulók egyéni értékes ötletei nem kerülnek felhasználásra. A tanár a rossz ötlet helytelenységének felismerésére pedig nem vezeti rá a tanulót.

6 pont		A tanár elősegíti az eljárások, a koncepciók és tartalmak közti összefüggések felismerését. Lehetőséget biztosít az adott matematikai téma koherens látására.	A tanári segítség támogatja a tanulók problémamegoldásra tett erőfeszítéseit, hogy mélyebben megértsék a matematikai koncepciókat és bevonódnak a feladatmegoldásba.	A tanár eléri, hogy az osztály nagy része értse a tananyagot, és a diákok aktívan vonódnak be a matematikai problémamegoldásba.	A diákok kifejthetik ötleteiket és gondolatmenetüket. A tanár az ötleteket a tanuló sajátjaként kezeli. A tanulók értékelik, véleményyt mondanak az ötlet helyességéről. Diák-diák interakció a legjellemzőbb.	A tanár követi a tanulók gondolatmenetét és reflektál az ötleteikre, hasznosítva és ráépítve a jó gondolatkezdemenyekre, vagy rámutatva a tanulók esetleges félreértéseire. Keresi a tanulói gondolatmenet hibáinak okait.
--------	--	---	--	---	--	--

1. táblázat. Megfigyelési szempontok

Forrás: saját készítésű táblázat Alan Schoenfeld (2015) nyomán

Megfigyelve tehát a matematikai problémamegoldásban a kérdések típusait, nem elég változatosak. Például a megoldás során alkalmazott heurisztikus stratégiák: a feladatban szereplő adatok, elemek különböző módon való összekapcsolása, a feladat átfogalmazása, „matematikai nyelvre” való lefordítása, döntés a meglévő ismeret kiválasztása mellett; optimalitás elve elemi módszerrel stratégiája alig valósul meg. Közben állásfoglalásra, értékelésre vonatkozó kérdések szintén ritkán szerepelnek. A tanárokat leginkább a tanterv, tanmenet irányítja. A tanítás során a tananyag mellett a pszichológiai és pedagógiai aspektusok eltörpülnek. A tanárok gyakran diktálnak, vagy megisméltetik saját kérdéseiket vagy értelmező gondolataikat. A látott órákon a tanulók kivétel nélkül fegyelmezettek, az órák külső szemlélő számára unalmasak és vontatottak. Minden tanuló dolgozik, de nem vonódnak be pszichológiai értelemben az órába. A metakogníció vagy a didaktikai taxonomikus építkezés nem játszik a tanár munkájában különösebb szerepet, vagy ha észlelhető, akkor az nem tudatosnak tűnő mozzanat. A tanárok a kérdéseikre a tanulók jó válaszait nem igazolják nyomatékosan vissza.

A látott matematikaórák feldolgozott tananyagai a deklaratív tudás szintjén megragadnak. A tacit tudásra alig kérdeznek rá, illetve a procedurális tudás alapszintjét érintik. A tanári kérdések főleg a gondolkodási folyamatokat irányító kérdések körébe tartoznak, ritkábban alkalmaznak rendszeralkotást igénylő kérdéseket. Sajnos mire a tanórai tananyagban a tanár elmélyülhetne, egyre mélyebb kérdéseket fogalmazhatna meg, letelik a tanóra. Az érdekességek sokszor a házi feladatra maradnak.

A tanítás általános iskolában és középiskolában is szorosan kötődik a NAT-hoz, ezért a tanítás tartalmilag követelmény- és teljesítményközpontú, illetve taxonomikus tudásértel-

mezésű, sőt a tudásátadás tananyagközpontú. Ebben a környezetben nehéz megragadni a konszenzuson alapuló tudásértelmezést. Ezzel szemben az IKT-val támogatott matematikatanítás azonban igényli a tevékenységközpontú tantervfelfogást, amely hivatalosan nincs jelen sem a gyakorlatban, sem a NAT-ban.

Tapasztalataink alapján a tanárok tudásértelmezését és tanulásfelfogását a reprodukzív, lexikális tudás eszménye hatja át, amelyre a matematikában szükség is van, de nem elegendő, ha a problémamegoldó tanítást tűzzük ki célul. A tanárok a tanítást közlésként, míg a tanulást a közölt tartalom befogadásaként értelmezik. A visszacsatolás a közölt tartalmakra vonatkozik. A pedagógiai közlésnek megvannak a logikai és didaktikai, pszichológiai törvényei, amelyet szinte ösztönösen, és nem tudatosan alkalmaznak a tanárok. Tapasztalataink alapján a tanárok inkább a matematika törvényszerűségeivel vannak tisztában, semmint a didaktikával és a pedagógiai kommunikáció alapvetéseivel. Azt gondoljuk, hogy a jelenség mögött a szakmódszertani felkészültség hiánya áll. A tanárképzés során a didaktika törvényszerűségeit a matematikatanításba nem megfelelően ágyazzák be. A feladatmegoldási rutin – mint módszertani alapvetést – kialakítását hangsúlyosnak tartjuk, de a változatos feladatmegoldási utak kidolgozása hiányzik. Azok a pedagógiai reflexiók is hiányoznak, amelyek a tanulók állapotára vonatkoznak.

A tanárok egyre több forrásból hallják, hogy a problémamegoldó tanítás a jövő. A problémamegoldáson alapuló tanítás és tanulás azonban divergens gondolkodást igényel, az alkotói mozzanat kiemelt. A tanulói kezdeményezés és aktivitás alapvető eleme a tanulásnak, ahol a tanár közvetett módon irányítja a folyamatokat.

A problémaalapú tanítás jelenleg nincs formalizálva, és nincs a követelményrendszer kidolgozva. Tehát a tanárok a közlő tanítás módszertanát alkalmazzák, de az „új pedagógiai szellem” hatására annak következetes alkalmazását fellazítják. Az új irányzatok módszertanának kidolgozatlansága miatt nem tudják mihez tartani magukat, nincs alkalmazható didaktikai modelljük. Így alakul ki az osztálytermi munkában a rendezetlenség és következetesség hiánya, ami rontja a hatékonyságot.

Konklúzió

Tapasztalataink alapján a spontán alkalmazott IKT-eszközök használata egyáltalán nem javított a tanítás hatékonyságán. Abban az osztályban találtunk pozitív hatást az IKT-eszköz használata és a tanulók eredményessége között, ahol a tanár előre megtervezetten, szakszerűen alkalmazta az eszközöket, informatikai és digitális kompetenciái nagyon fejlettek voltak. A számítógépet kiemelten a matematikai szemléltetéshez, vizualizációra és a házi feladat megoldására, ellenőrzésére használta. Az órákra történő felkészülés minden esetben időigényes volt. A tanóra időtartama (45 perc) nem alkalmas a modern eszközökkel történő óravezetéshez és tananyag feldolgozáshoz.

További elemzéseink rámutattak arra is, hogy a NAT és a Kerettanterv háttérében az asszociációs tanuláselméletek hatása fedezhető fel. Az eltúlzott méretű tananyag eszménye abból eredhet, hogy feltételezése szerint a minél nagyobb mennyiségű tananyag/ismeret asszociációi új és bő ismeretek megtanulásához vezetnek.

A konstruktivista szemlélet hangzatos ugyan, meg is jelenik a tanterv és tankönyvkutatók kurzusaiban, de a gyakorlatban nem sikerül megvalósítani. Egyelőre nincs modellünk arra vonatkozólag, hogy a túlzott tananyagmennyiséget alacsony óraszámokban sikeresen dolgozzuk fel. A tevékenységközpontú, tanulóközpontú tanulás, a problémaalapú és IKT-val támogatott tanításban mindegyik azonban lenne elvi mód. A WEB 2.0 környezet szemléletváltást igényel, új tanuláselméleti háttér bevezetésével. A konstruktivizmusra és konnektivizmusra építve új tanulási helyzetek jönnek létre, amelyeknek a didaktikai modelljének teljes kidolgozása (amely a tanuló aktivitására, kreativitására és kollaborativitására épül) vagy adaptálása magyarországi iskolai környezetben – tudomásunk szerint – még nem történt meg.

BIBLIOGRÁFIA

- Argelagos, E. & Pifarré, M. (2012). Improving Information Problemsolving skills in Secondary Education through embedded instruction. *Computers in Human Behavior*, 28, pp. 515–526. doi: [10.1016/j.chb.2011.10.024](https://doi.org/10.1016/j.chb.2011.10.024)
- Balázs Ildikó – Balkányi Péter – Bánfi Ilona – Szalay Balázs – Szepesi Ildikó (2012a): A PIRLS és TIMSS tartalmi és technikai jellemzői. Oktatási Hivatal, Budapest. Internet: <http://www.oktatas.hu/koznevelas/meresek/timss> [2014.11.20.]
- Balázs Ildikó – Balkányi Péter – Bánfi Ilona – Szalay Balázs – Szepesi Ildikó (2012b): PIRLS és TIMSS összefoglaló jelentés a 4. évfolyamos tanulók eredményeiről. Oktatási Hivatal, Budapest Internet: <http://www.oktatas.hu/koznevelas/meresek/timss> [2014.11.20.]

- Borba, M. C. (2009). Potential scenarios for Internet use in the mathematics classroom. *ZDM*, 41. évf. 4. szám, pp. 453–465. [doi:10.1007/s11858-009-0188-2](https://doi.org/10.1007/s11858-009-0188-2)
- Bussi, M., & Bazzini, L. (2003). Research, Practice and Theory in Didactics of Mathematics: Towards Dialogue between Different Fields. *Educational Studies in Mathematics*, 54. évf. 2. szám, pp. 203–223. [doi:10.1023/B:EDUC.00000006169.86495.49](https://doi.org/10.1023/B:EDUC.00000006169.86495.49)
- Brown, T. H. (2005). Towards a model for m-Learning in Africa. *International Journal on ELearning*, 4. évf. 3. szám, pp. 299–316.
- Churches, A. (2009). Bloom's Digital Taxonomy. Internet: edorigami.wikispaces.com. [2016. 04. 17.]
- Cunška, Aija, Inga Savicka (2012). Use of ICT teaching-learning methods make school math blossom. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 69 pp. 1481–1488. [doi:10.1016/j.sbspro.2012.12.089](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.12.089)
- Csapó Benő (2011): A nemzetközi felmérések eredményei – következtetések. Internet: http://www.tarki-tudok.hu/files/mta_konferencia_csapobeno.pdf [2016. 04. 17.]
- Csapó Benő – Fejes József Balázs – Kinyó László – Tóth Edit (2014). Az iskolai teljesítmények alakulása Magyarországon nemzetközi összehasonlításban. In: Kolosi Tamás és Tóth István György (szerk.): *Társadalmi Riport 2014*. Budapest: TÁRKI. pp. 110–136. online: <http://www.tarki.hu/adatbank-h/kutjel/pdf/b327.pdf> [2016. 04. 18.]
- Csapó Benő, Molnár Gyöngyvér, Nagy József (2014). Computer-based assessment of school readiness and early reasoning. *Journal of Educational Psychology* Vol. 106(3), pp. 639–650. [doi: 10.1037/a0035756](https://doi.org/10.1037/a0035756)
- Csépe Valéria (2013). Kognitív fejlődés, agyi komplexitás, matematika. Idegtudományi tanulmányok a természettudományok oktatásához. *Természet világa*, 144. (II. különszám) pp. 117–121.
- Csüllög Krisztina – D. Molnár Éva – Lannert Judit (2014): A tanulók matematikai teljesítményét befolyásoló motívumok és stratégiák vizsgálata a 2003-as és 2012-es PISA-mérésekben. In: Hatások és különbségek. Oktatási Hivatal, Budapest http://www.oktatas.hu/pub_bin/dload/unios_projektek/tamop318/Hatasokeskulonbsegek_Masodelemzes.pdf [2014.11.20.]
- Di Blasio Barbara, Gimesi László, Jenák Ildikó (2015): Kihívások a matematika és az informatika tanításában. *MAGISZTER*, XIII. évf. 4. szám, pp. 9–29.

- Fináczy Ernő (1908): Újabb törekvések a didaktika terén. *Magyar Paedagogia*. http://adtplus.arcanum.hu/hu/view/MTA_MagyarPedagogia_1908/?pg=0&layout=s [2016. 04. 17.]
- Freitas, E., & Sinclair, N. (2013). New materialist ontologies in mathematics education: the body in/of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 83(3), pp. 453–470. doi:10.1007/s10649-012-9465-z
- Fodor, J. (2000): *The mind doesn't work that way: The scope and limits of computational psychology*. Cambridge: MIT Press.
- Goldziher Károly (1908): Reformtörekvések a matematikai oktatás terén. *Magyar Paedagogia*. http://adtplus.arcanum.hu/hu/view/MTA_MagyarPedagogia_1908/?pg=0&layout=s [2016. 04. 17.]
- Hirtz, S., Harper, D. G., Mackenzie, S. (2008). *Education for a Digital World: Advice, Guidelines, and Effective Practice from Around the Globe*. Vancouver: Commonwealth of Learning.
- Jenák, I. (2016). „A misztikus számítógép” – Tanárok IKT-val kapcsolatos attitűdjének vizsgálata egy esettanulmány alapján. In K. Károly, & Z. Hommonay (szerk.): *Diszciplínák tanítása - a tanítás diszciplínái 3: Kutatások és jó gyakorlatok a tanárképzés tudós műhelyeiből*. pp. 37–47. Budapest: ELTE Eötvös Kiadó. Online: http://www.eltereader.hu/media/2016/11/Diszciplinak_3_READER.pdf [2016. november 7.]
- Klein, M. (2012). How inconvenient assumptions affect preservice teachers' uptake of new interactional patterns in mathematics: analysis and aspiration through a bifocal lens. *Educational Studies in Mathematics*, 80(1-2), pp. 25–40. doi:10.1007/s10649-012-9390-1
- Leuders, T., Barzel, B., & Hußmann, S. (2005). Outcome standards and core curricula: a new orientation for mathematics teachers in Germany. *ZDM*, 37(4), pp. 275–286. doi:10.1007/BF02655815
- Law, N. Y. (2000). *Conceptual Framework For Use Of ICT in Education: Roles and Interactions Of The Learners, Teacher and The Technology*. Faculty Of Education, University Of Hong Kong.
- Li, Q. – Ma, X. (2010): A meta-analysis of the effects of computer technology on school students' mathematics learning. *Educational Psychology Review*, 22(3), pp. 215–243. doi:10.1007/s10648-010-9125-8
- Prensky, M. (2001): *Digital Natives Digital Immigrants*. MCB University Press, 9. évf. 5. szám, 1–6. http://goliat.eik.bme.hu/~emese/gtk-mo/didaktika/digital_kids.pdf [2014. 11. 20.]

- Ponte, J., Matos, J. F., Guimaraes Leal, C., & Canavarro, A. P. (1994). Teacher's and students' view and attitudes towards a new mathematical curriculum: A case study. *Educational Studies in Mathematics*, pp. 347–365.
- Radnóti Katalin (szerk.) (2014): *A természettudomány tanítása*. Szeged: Mozaik Kiadó.
- Schoenfeld, A. H. (2010). Bharath Sriraman and Lyn English: Theories of mathematics education: seeking new frontiers. (Springer series: advances in mathematics education). *ZDM*, 42(5), pp. 503–506. doi:10.1007/s11858-010-0268-3
- Schoenfeld, A. (2015). *Looking at Classrooms: The Teaching for Robust Understanding (TRU) Framework*. online: <http://ikntm.up.krakow.pl/II/pliki/Book-of-Abstracts-Mathematical-Transgressions-2015.pdf> Internet: [2016. 11. 28.]
- Seeger, F. (1994). Co-operation between theory and practice in mathematics education. (C. Gaulin, B. R. Hodgson, D. H. Wheeler, & J. C. Egsgard, Eds.): *Proceedings of the 7th International Congress on Mathematical Education*, pp. 282–285. (1)
- Strauss, S. (2002): A tanítás mint természetes kogníció. *Magyar Pedagógia*, 102. évf. 4. sz. pp. 417–431. Internet: http://www.magyarpedagogia.hu/document/sidney_straussteaching_as_a_natural_cognition.pdf [2016. 04. 18.]
- Tomasello, M. és Call, J. (1997): *Primate cognition*. Oxford: Oxford University Press
- Toure, K. (2009). Appropriating technologies and making them work for you in teaching and learning: depth is essential. In T. Karsenti (Ed.): *Pedagogical Use of ICT: Teaching and Reflecting Strategies* (pp. 94–110). Ottawa: IDRC.
- Vásárhelyi Éva (2011): *Mi jogosítja fel a didaktikust arra, hogy tudományos tevékenységnek tekintse azt, amit csinál, és mivel érheti el, hogy mások is annak tekintsék?* online: <http://matserv.pmmf.hu/cseri/vitaindito.pdf> [2014.11.20.]
- Wang, Q., Woo, H. L. (2007). Systematic Planning for ICT Integration in Topic Learning. *Educational Technology & Society*, 10. évf. 1. szám, pp. 148–156.

DI BLASIO, BARBARA
NEW DIRECTIONS IN THE DIDACTICS OF MATHEMATICS

Problems which block the renewal of didactics will be identified based on our research, which was supported by the Hungarian Academy of Science in 2015. Our research question was whether and in which way ICT supports the teaching and learning of mathematics in school, and we aimed at finding “best practices” for using ICT, too. Up to now, we have preformed classroom research in several grades of primary school (with 13 and 15-year old pupils). We looked for the opportunities of psychological and pedagogical renewal, and a first standard monitoring criteria has been developed and used. Based on our research we can firmly state that it is urgent to develop extensively the ICT competences of teachers, otherwise there is little hope of developing new didactics in Hungary.