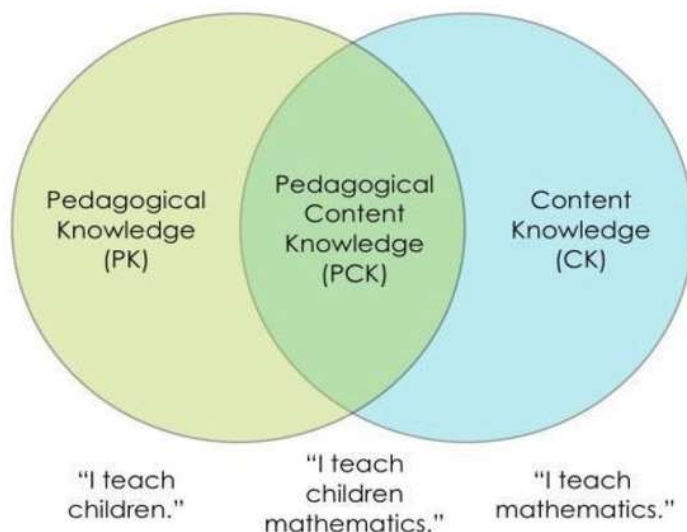


A pedagógiai tudás és a matematikai pedagógiai tartalmi tudás metakognitív elemeinek mérése és fejlesztése – kutatási terv

A vizsgálandó probléma felvázolása, a nemzetközi szakirodalmi háttér bemutatása és a kutatómunka szükségességének indoklása

Az oktatás-gazdaságtani kutatások egyik nagyon fontos eredménye, hogy rendszerszintű kapcsolatot mutattak ki a pedagógusi kvalitások és a tanulói eredményesség között (ld. pl. Hanushek, 2011). Ezt az akár hétköznapiak nevezhető bölcsességet aligha kérdőjelezi meg bárki, azt azonban feltétlenül érdemes mélyebben megvizsgálni, hogy a pedagógus tudásának és más személyiségjegyeinek egyes összetevőit hogyan tudjuk az intézményes pedagógusképzés kereti között jobban megismerni, és erre alapozva hatékonyan fejleszteni.

A pedagógus szakma műveléséhez szükséges tudás kutatása hosszú múltra tekint vissza, ám az átfogó konceptualizálás Shulman (1986) tanulmányával indul. Shulman hadat üzent annak a cinikus vélekedésnek, mely szerint: aki ért valamihez, az csinálja, a többiek pedig tanítják. Álláspontja szerint, melyet a mai napig kutatások tömkelege igyekezett elméletileg és empirikusan alátámasztani: a tanításhoz éppenséggel a szaktárgyi tudásnál több szükséges, nevezetesen az adott korosztályra és a konkrét egyedi helyzetekre vonatkozó pedagógiai tudás, valamint a tartalmi és pedagógiai tudás ötvözeteként definiálható pedagógiai tartalmi tudás. Anabousy és Tabach (2022) tanulmányában szemléletesen, a matematikát oktató szereplők jellegzetes hitvallását idézve láthatjuk a shulmani fogalmakat.



[az ábra forrása: Anabousy & Tabach, 2022, 2. o.]

A matematika esetében a pedagógiai tartalmi tudás területének további árnyalása, részletezése történt meg Ball és mtsai (2008) munkájában, akik a speciális pedagógiai tartalmi tudás kifejezéssel illették azt a tudásmélységet, amely adott matematikai tartalom tanításának-tanulásának kérdései között a lehetséges buktatók és elágazások ismeretét is tartalmazza. A speciális pedagógiai tartalmi

tudás teszi lehetővé, hogy a hibák felismerését egyrészt sikeres egyénre szabott fejlesztés kövesse, másrészt az osztályteremben a hibákból tanulás kultúrájának, hasznosságának felismeréséhez jussunk. A Cheang és mtsai (2007) által használt MPCK a kutatási tervünk címében szereplő matematikai pedagógiai tartalmi tudás angol akronimja. A szingapúri kutatók a matematikai pedagógiai tartalmi tudásnak négy fő pillérét határozták meg, melyek között a különböző tudásrepresentációs formákra és az egyes feladatok által igényelt kognitív erőfeszítésre vonatkozó tudáselemek a klasszikus metakogníció-elméletben (ld. Csíkos, 2007) szereplő tudásformák – konkrét matematikai tartalmakhoz kapcsolódóan. John Mason munkássága feltétlenül említésre méltó a területen, aki a jövőben matematikát oktató pedagógusok felkészítésében kulcsmozzanatnak látja, hogy „egyre inkább tudatában legyenek annak, hogy a tanulóik milyen helyzetekkel fognak találkozni, és ehhez nekik explicite tudatában kell lenniük a saját tanulási helyzeteiknek” (Mason, 1998, 249. o.). Mason-nek ez a kitétele kiemeli a tanári módszertani eszköztár metakognitív alapjait.

A matematikát oktató pedagógusok felkészítésében régóta napirenden van annak meghaladása, amit Cser Andor (1972) úgy aposztrofált, hogy „a tanárról tanárra szálló hagyományok kritika nélküli átvétele” jellemző. Vidákovich et al. (2016) a hazai matematikai nevelés problémáinak rövid áttekintésében Varga Tamás gondolatait felidézve a tanárképzés fontosságát hangsúlyozzák, és ugyancsak Varga gondolataira támaszkodva a tantárgy, az iskola, a pedagógus, a diák és a család metaforikus egységét tartotta fontosnak. Habár a matematika mint tantárgy több szempontból elűt a többi tantárgytól (Kollosche, 2014; Berze és Csíkos, 2017), napjainkban a matematikához hasonló problémákkal szembesül a többi szakdidaktika, és az útkeresés közös nevezőjeként a pedagógusképzés, a tanárképzés megújítását látjuk.

Érdemes tisztáznunk, hogy a pedagógusképzés és a tanárképzés kifejezéseket egyaránt használhatjuk a „teacher education” kifejezés magyar változataként. A hazai fogalomhasználat gyakran szervezeti, jogi különbséget tesz a két fogalom között. Kutatásunkban a köznevelési rendszer 1 n–12. évfolyamain oktató pedagógusok és pedagógusjelöltek a központi szereplők, és ezen belül a matematikát (is) oktatók populációja kiemelt figyelmet kap. A matematikának ezt a kiemelt szerepét több tényezővel indokoljuk. A nemzetközi neveléstudományi kutatásokban feltűnően sokszor találkozunk a matematikadidaktikai kutatásokkal olyan megközelítésben, hogy azok általános neveléstudományi probléma matematikai tartalmakon, matematikai tudásformákon keresztüli vizsgálatát valósítják meg. Ennek egyik oka, hogy a matematikai neveléssel foglalkozók (a tudományág és a tantárgy sajátosságaiból adódóan) eléggé egyértelmű és magas szinten globalizált szaknyelvet beszélnek. Ezen túlmenően a nemzetközi összehasonlító vizsgálatokban a matematika immár hat évtizede főszerelő (emellett a világ tanterveiben 1599 óta megkerülhetetlen tudásterület), így a tantárgyi eredményesség kiemelt figyelmet kap a döntéshozók oldaláról. Harmadsorban a hazai kutatásaink (Csíkos, 2012; Berze és Csíkos, 2017) a tantárgy iránti attitűdök és nézetek unikális jellegét mutatják, mely tényező ugyan akár a kutatási téma pedagógiai általánosíthatósága ellen ható tényezőként is fölvethető lenne, de inkább azt hangsúlyozzuk, hogy a laikus állampolgárok, a tanulók és a pedagógusok részéről egyaránt érezhető egy kiemelt figyelem, egy érzelmekkel átszőtt nézetrendszer a matematika tantárggyal kapcsolatban. Kutatásunk első témafókusza tehát a matematikai pedagógiai tartalmi tudás (MPCK).

A pályázatunk címében szereplő másik kiemelt kulcsfogalom a pedagógiai tudás (PK), amelynek kutatása – per definitionem – tartalom- és szakfüggetlen lehet. Ugyanakkor néhány kiemelt jelentőségű publikációból (pl. Harr et al., 2014; Limón, 2006; Zohar & Ben-Ari, 2022) tudjuk, hogy egyelőre nem tisztázott a tartalomfüggetlen és tartalomspecifikus metakognitív tudáselemek viszonya, sem episztemológiai, sem viselkedéstudományi szempontból. Számunkra ez azt jelenti, hogy a pedagógiai tudásra vonatkozó kutatások esetén egyrészt nyitva a lehetőség az elméleti modellek általánosítására bármely szakterület vagy iskolai tantárgy felé, másrészt a kidolgozott és használt mérőeszközök jó eséllyel adaptálhatók az egyes tantárgypedagógiai területekre.

Az MTA KFKP 2021-2025-ös pályázati ciklusában működő MTA-SZTE Metakogníció Kutatócsoport egyik témapiállérét a metakognícióhoz kapcsolódó „pedagógiai kultúra” kifejezéssel szerepeltettük. Jelen kutatásunk ennek a pillérnek a jelentős kiterjesztését és továbbgondolását jelenti. Ennek a

témapillérnek az átfogó kutatási előzményét abban a felismerésben látjuk, amit az olvasáskutatás szakirodalma régóta Péter-effektusnak hív (Applegate et al., 2014). Egy tartalmi idézet kapott szárnyra a szakirodalomban az Apostolok cselekedetei egyik történetéből, amikor Péter apostol egy koldusnak nem tudott aranyat, ezüstöt adni („nem adhatom azt, ami nincs”), ám meggyógyította őt. Eredetileg a Péter-effektus az olvasás iránti lelkesedés témájához kapcsolódott, azaz az olvasást tanító leendő pedagógusokból hiányzó lelkesedésről szólt, ám a gondolat kellően általános, és felidézi bennünk Jaworski (2008) modelljét a matematikát tanító pedagógusok képzéséről.

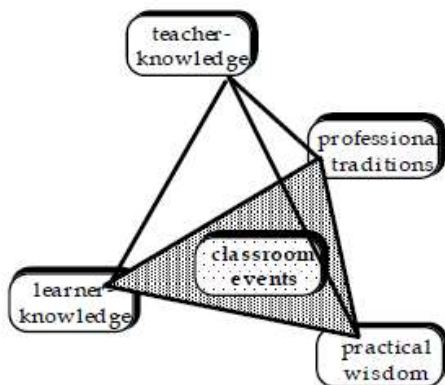


Figure 2a. Teacher knowledge

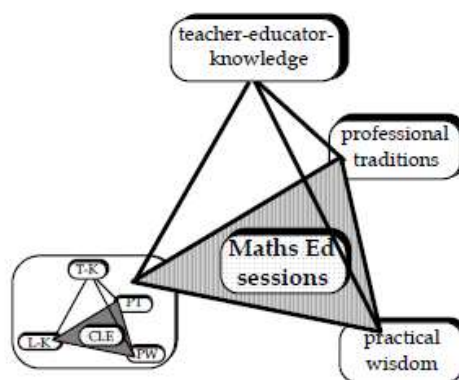


Figure 2b. Teacher educator knowledge

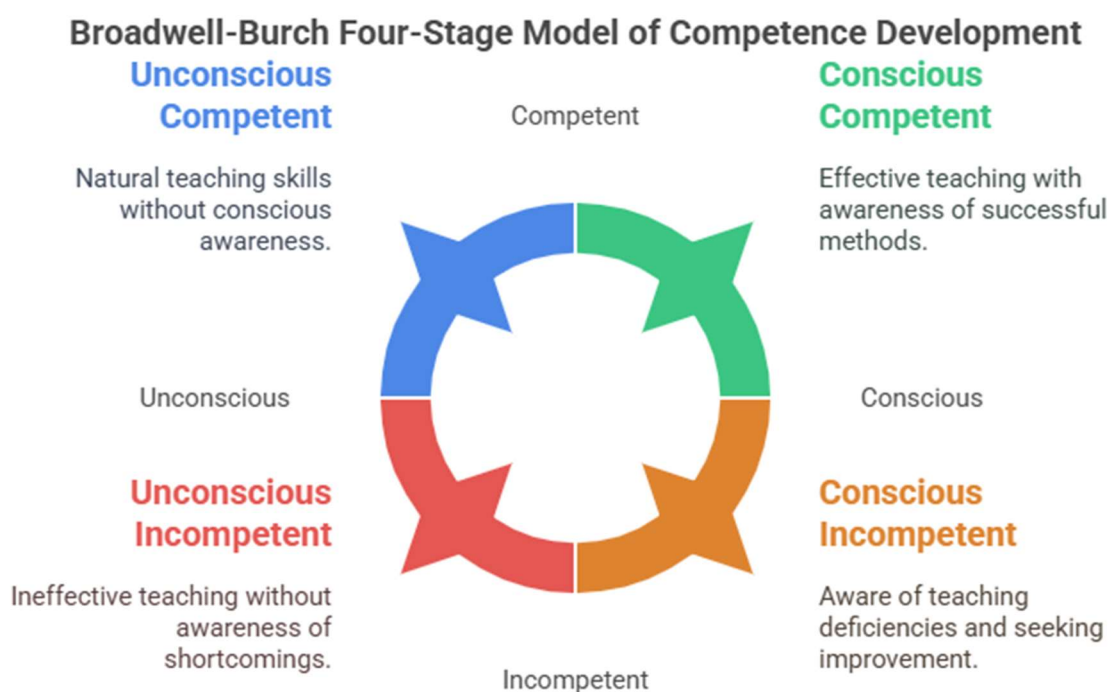
[az ábra forrása: Jaworski, 2008, 5. o.]

Az ábra bal oldalán a Shulman által leírt tudásformák másfajta csoportosításban szerepelnek; mindenesetre az oktatómunka komplexitását kifejezi, hogy bármely osztálytermi esemény professzionális kezeléséhez a tetraéder négy csúcsában szereplő négyféle tudásformára van szükség. Az ábra jobb oldala a pedagógusképzők számára szükséges tudásformák egyik típusát, nevezetesen a tanulók tudására vonatkozó tudást (learner knowledge) megfelelteti az ábra bal oldalán komplexumként felrajzolt tanári tudásnak. A tanári tudás további elemeit analóg módon értelmezi a tanárképzők/tanítóképzők számára. Bár hasonló kifejezések szerepelnek a pedagógusképzők tudásformáinál (gyakorlati bölcsesség, szakmai hagyományok ismerete), ezek magasabb szintű vagy eltérő tudásformák lehetnek a képzők esetében, hiszen az ábra jobb oldalának bal alsó csücskében a komplex pedagógiai tudás rendszere is már tartalmaz azonos elnevezésű tudásformákat.

Jaworski modelljének egyik fő tanulsága a pedagógusképzésben szükséges tudás meta-jellege, mely tehát a gyermekek tanításához szükséges tudás fejlesztésére vonatkozó tudást jelent. Másik fő tanulsága, hogy a pedagógusi kompetenciák bármely – akár jogszabályban, mint pl. 8/2013. EMMI rendeletben lefektetett – rendszere szükségszerűen leegyszerűsítő és lineáris, azokban a különböző tudásformák egymáshoz kapcsolódása és rétegei korlátozottan jelenhetnek meg. Arra vonatkozóan is létezik ajánlás (ld. Falus, 2015), hogy a jövő pedagógusait képzőknek milyen tudásformákkal kell rendelkezniük (ha Jaworski modelljét nézzük, akkor minden bizonnyal több rétegű és komplexebb tudással) az általuk képzett pedagógusok tudásrendszeréhez képest. A pedagógusképzés régi dilemmája, hogy abban a különböző tudásformák milyen arányban és milyen minőségű képzők által legyenek közvetítve. Amikor Darling-Hammond (2013) az orvospképzés és a pedagógusképzés párhuzamait és különbségeit elemzi, úgy érezhetjük, a jelenlegi képzési rendszerünkben szereplő

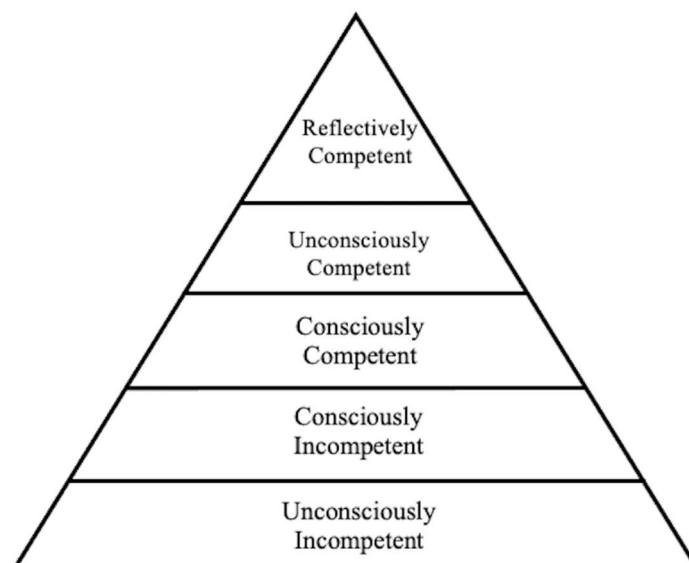
tartalmak és módszerek szinte megkívánják, hogy empirikus kutatásokkal támogassuk a rendszer fejlesztését. Darling-Hammond ugyanis az orvosképzés 100 évvel azelőtti állapotát jellemzi azzal, hogy a doktorjelölt egylovas gyorskocsin követi a mesterét, és így sajátítja el a szakmát. Azóta a tudományos ismeretek megnövekedett mennyiségével együtt az ismeretek átadásának fő színtere is változott, és az egyetemekre költözött. Vajon a pedagógusképzés hogyan és milyen mértékben tudja megvalósítani azt a váltást, hogy a leendő pedagógusokat a tudásformák megfelelő arányát a megfelelő személyek, képzők által szem előtt tartva vértessze fel azzal a tudással, amely azután a gyakorlatban még majd további évtizedekig bővül és változik?

A tanításhoz szükséges pedagógiai kompetenciák egy klasszikus és több társtudományban az elmúlt években reneszánszát élő modelljét Biró és Csíkos (in press) mutatta be és alkalmazta a matematikatanítás kompetenciamodelljeként. Írásunk tartalmát a Napkin AI eszköz¹ segítségével grafikus összegzésként mutatjuk be.



A piramis kompetenciamodellnek számos vizualizációját ismerjük a szakirodalomból, és maga a piramis név az alábbi ábrázolásból válik nyilvánvalóvá.

¹ <https://www.napkin.ai/>



[az ábra forrása: Biró és Csíkos (in press), Jensen (2013) alapján]

Az eredeti négy szintű modellhez csatlakozó ötödik, reflektívnek nevezett szint frappáns válasz a Shulman által idézett csúfondáros G. B. Shaw mondatra: Azok, akik egy adott tartalmi területen a kompetencia magas szintjét érik el (unconscious competence), gyakran sokkal kevésbé alkalmasak a tudás közvetítésére, mint a modell harmadik vagy különösen az ötödik szintjén lévő oktatók. Megkockáztatjuk azt a hipotézist, hogy a pusztán tudásközvetítés kívánalmán túl az attitűdformálásban fontos hitelesség kritériuma is nagyobb eséllyel teljesül a harmadik és ötödik szinteken. A pedagógusképzés jövőbeni kutatásaiban a pedagógusszemélyiség hitelességének elemzése (megfejtése) egy virágzó, felfutó terület lehet.

Rendelkezésre áll már empirikus adat is arra vonatkozóan, hogy – sommásan fogalmazva – Shulmannak igaza volt. Agathangelou és Charalambous (2021) eredményei szerint (5-6. osztályban oktató matematikatanárok voltak a résztvevők) a matematikai tartalmi tudás (CK) a pedagógiai tartalmi tudás (PCK) előfeltétele nemcsak fogalmi szempontból, hanem tesztelméleti alapon mérhető tudáselemek nehézsége alapján is. Eredményük egyik olvasata nyilván az, hogy nem mellőzhető a szaktudományi felkészítés sem a matematika, sem más tantárgy esetében. Ám a másik következtetés az lehet, hogy a pedagógiai tartalmi tudás kialakítása a képzők részéről talán még nagyobb kihívást jelenthet, mint a tartalmi tudás fejlesztése.

A pedagógia tudás és a pedagógiai tartalmi tudás vizsgálata – ahogyan a hivatkozott munkákból is látható – nem önmagában véve, pláne nem öncélúan történik, hanem az oktatási rendszer eredményességének és ezzel együtt a tanulói jóllétnek az előmozdítása céljával. Ebből adódóan mind a mérésen alapuló, mind a fejlesztést megvalósító kutatásainkban a tanulói teljesítmény és más tanulói személyiségjegyek változása megkerülhetetlen tényező. Következésképpen a pedagógusképzési fókuszú kutatási projektünk kiegészül olyan tanulói tesztekkel, amelyek a vizsgált pedagógus populációhoz relevánsan kapcsolódnak. A tanulói tesztekben mért konstruktumok vizsgálata és a mérőeszközök fejlesztése döntően a 2021-25-ös pályázati ciklusban az MTA-SZTE Metakogníció Kutatócsoport égisze alatt elért eredményeken alapul majd.

Az MTA-SZTE Metakogníció Kutatócsoport kutatási előzményei a pedagóguskutatás területén

Eddigi kutatásainkban, benne a 2021-25-ös pályázati ciklusban született eredményeinkkel, már foglalkoztunk a pedagógusok szakmai tudásának mérésével és a fejlesztés elméleti aspektusaival.

Wafubwa, R. N., & Csíkos, C. (2022). Impact of formative assessment instructional approach on students' mathematics achievement and their metacognitive awareness. *International Journal of Instruction*, 15, 119-138. https://www.ejji.net/dosyalar/iji_2022_2_7.pdf Scopus - Education SJR indikátor: Q2

Csíkos, C. (2022). Metacognitive and non-metacognitive processes in arithmetic performance: Can there be more than one meta-level? *Journal of Intelligence*, 10(3), 53.

Csíkos, C., & Sztányi, J. (2020). Teachers' pedagogical content knowledge in teaching word problem solving strategies. *ZDM*, 52(1), 165-178.

Hussein, Y. F., & Csíkos, C. (2023). The effect of teaching conceptual knowledge on students' achievement, anxiety about, and attitude toward mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(2), em2226. <https://doi.org/10.29333/ejmste/12938> Scopus - Education SJR indikátor: Q2

Csapodi, C., Koncz, L. & Csíkos, C. (2023). A fűrészfog-eloszlás a matematika érettségi vizsga pontszámaiban, avagy mennyire engedékenyek a javítótanárok a ponthatár körül. *Magyar Pedagógia*, 123, 83-93. <https://www.magyarpedagogia.hu/index.php/magyarpedagogia/article/view/655>

Hidayatullah, A., Csíkos, C., & Setiyawan, R. (2024). The role of belief sources in promoting goal orientation beliefs, self-efficacy, and beliefs about the role of teachers in mathematics learning. *Asia-Pacific Education Researcher*. 33, 1383-1393. <https://doi.org/10.1007/s40299-024-00813-w>

Biró, F. & Csíkos, C. (in press). The Broadwell-Burch four-stage model of competence development and the mathematics teaching profession. *Mathematics Teaching-Research Journal*.

A 2025-2029-es kiírásban csatlakozó kutatótársak publikációi közül az alábbiakat emeljük ki mint a pályázat témájához szorosan kötődő, releváns előzménykutatásokat:

Bujdosó, G., Novac, O. C., & Szimkovics, T. (2017, September). Developing cognitive processes for improving inventive thinking in system development using a collaborative virtual reality system. In *2017 8th IEEE international conference on cognitive infocommunications (coginfocom)* (pp. 000079-000084). IEEE.

Takács, R., Takács, S., T. Kárász, J., Oláh, A., & Horváth, Z. (2024). Applying Q-methodology to investigate computer science teachers' preferences about students' skills and knowledge for obtaining a degree. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(1), 1–10. <https://doi.org/10.1057/s41599-024-02794-z>

Tóth, E., & Csapó, B. (2022). Teachers' beliefs about assessment and accountability. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 34(4), 459–481. <https://doi.org/10.1007/s11092-022-09396-w>

Komarudin, K., Suherman, S., & Vidákovich, T. (2024). The RMS teaching model with brainstorming technique and student digital literacy as predictors of mathematical literacy. *Heliyon*, 10(13), e33877.

Okazaki, M., & Koyama, M. (2005). Characteristics of 5th graders' logical development through learning division with decimals. *Educational Studies in Mathematics*, 60, 217-251.

Vígh, T. (2024). Development of research skills through research-focused microteaching lesson study in preservice teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 145, 104618.

Kutatási célok és kérdések

Kutatásunk átfogó célja különböző pedagóguspopulációkban vizsgálni a pedagógiai tudás és a matematikai pedagógiai tartalmi tudás metakognitív elemeit. Vizsgáljuk a mérhetőség és a fejleszthetőség mellett a tanulói teljesítménnyel vett összefüggéseket is.

Pedagógiai tudás

A pedagógiai tudás mint pszichikus konstruktum deklaratív és procedurális tudáselemek rendszereként szerveződik. A kérdőíves módszer a pedagógiai tudás egyes területeit érvényesen és megbízhatóan tudja mérni, míg az osztálytermi megfigyeléssel és hasonló, valósídejű cselekvést alapul vevő kutatási módszerekkel (pl. immerzív virtuális valóság terei) a képesség jellegű, procedurális elemek ragadhatók meg. Mindkét tudástípus esetén a fókusz a metakognitív elemekre került, azaz a tanári önreflexióra és a tanulói tudás megértésére, tudatos támogatására (metacognitive scaffolding, Michalsky, 2024). Általánosságban elmondható, hogy a pedagógiai tudás mérésének legkézenfekvőbb eszközei a pedagógusi nézeteket (belief) vizsgáló kérdőívek, lévén ezek a valóságos osztálytermi döntésekkel nyilvánvaló kapcsolatban lévő (Buehl & Beck, 2014), emellett verbalizált, kognitív és affektív jegyeket egyaránt magukba foglaló konstruktumok (Pajares, 1992).

Az ACAI (Approaches to Classroom Assessment Inventory, DeLuca et al., 2021) kérdőív a pedagógiai tudás egyik oszlopáról, a pedagógiai értékelésről szól. A kérdőív konkrét osztálytermi helyzetek kezeléséről és az adott helyzetekre reflektáló tanári nézetekről szól. Ugyancsak a pedagógiai értékelési kultúra feltárása alkalmas Kyttälä és mtsai (2022) mérőeszköze. A finn tanárok körében kipróbált kérdőívüknek megvan az az előnye, hogy a kérdőívben szereplő tartalmi egységek mint absztrakt változók (a tanulás értékelése, a tanítás-tanulás érdekében végzett értékelés, és az értékelés mint ártalmas tevékenység) megfeleltethetők voltak személyi profiloknak.

Az osztálytermi formatív értékelési kultúrához szorosan kapcsolódik az úgynevezett „hibázás kultúrája” (error culture), melynek mérésére többféle előzmény felhasználásával Biró Fanni készített kérdőívet. A tanulói hibák osztálytermi kezelésének tudományos igényű vizsgálata (nem véletlenül) az idegennyelv-tanulás és a matematika területeihez kötődik, és két, egymást jól kiegészítő alapelvre épült. Egyrészt a kényelmetlen tanulási helyzet előrevívó tanulási helyzetté tehető (Loughran, 2006) a tanár és a tanuló számára egyaránt. Másrészt a kíváncsi nehézségű feladatok (Firth, 2025) velejárója a hibázás, és téves volna azt gondolni, hogy a hibázás lehetőségét megteremtő (error-prone) tanulási helyzetek rendszeressé teszik a hibázást (Metcalf, 2017).

Az úgynevezett Q-módszer (Stephenson, 1953) a kvantitatív és kvalitatív kutatási módszereket ötvözi akár 15-20 fős mintákon, így a kisebb csoportban tanuló egyetemi hallgatókkal végzett kutatáshoz jól illeszthető. A pedagógusképzésben oktatók alapsokasága eléggé kis mintának tekinthető, és ha ezen belül a régebb óta a pályán lévők és a kezdők közötti különbségekre vagyunk kíváncsiak, a mérhetőség és a mélyebb, komplexebb megismerés kényes határmezsgyéjére érkezünk. A pedagógiai tudás felmérése mellett annak fejlesztését is kutatjuk, és keressük az összefüggést a tanulói teljesítménymutatókkal.

Matematikai pedagógiai tartalmi tudás

A matematikai tartalomhoz kötött pedagógiai tartalmi tudáselemek több rendszerét vizsgáljuk a kutatásban.

- (1) Általánosságban, a matematikai valamennyi tartalmi részterületére vonatkozóan vizsgálunk tanári nézeteket és tudáselemeket a tevékenységközpontú pedagógiára vonatkozó nézetekről, a differenciáló osztálytermi munkáról és a családi kulturális különbségek kezelése és a matematikai tehetség felismerése témakörökre vonatkozó meggyőződésekről. Közlésre benyújtottunk egy szisztematikus áttekintést a pedagógusi kompetenciáknak a tevékenységközpontú matematikaoktatás területén játszott szerepéről, és erre alapozva mérőeszköz, majd fejlesztő program dolgozható ki.
- (2) Hazai és nemzetközi tapasztalatok szerint is kulcsfontosságú matematikai témakör az alsó tagozat végén és a felső tagozaton a törtek, az arányok, a százalékszámítás tanítása. Az erre vonatkozó tanári nézetek és fejlesztendő tudáselemek jelentik a második MPCK-pillért. Tankönyvelemzéssel párosult pedagóguskompetencia-vizsgálatok vezethetnek közelebb annak megismeréséhez, hogy miként lehetne simább az alsó és felső tagozat közötti átmenet, majd pedig a felső tagozaton hogyan őrizhető meg a multimodális (több érzékszervre, többféle szimbólumrendszerre építő) tanításmód. Azért különösen izgalmas és nehéz téma a törttanítás iskolai keretiről tudományosan megalapozott pedagógiai tartalmi tudást átadni, mert a témakör precíz tudományos vizsgálata is még gyermekcipőben jár (Schwarzmeier et al., 2024).
- (3) A szöveges feladatok témaköre és a témakör okozta kihívások végigkísérik az általános iskolai évfolyamokat. A szöveges feladatok megoldásában eddig felismert nehézségek komplex rendszereit igyekszünk összhangba hozni azzal a kihívással, hogy a tanító- és tanárképzésben korlátozottan rendelkezésre álló időkeretben milyen módszerek lehetnek hatékonyak a pedagógusok felkészítésében. Számos kutatásunk érintette már a témakört, ezen felül Boonen et al. (2014) alapján a szövegesfeladat-megoldás tanítására vonatkozó pedagógiai ismeretek összekapcsolhatók a térbeli gondolkodás és a szövegértés különböző elemeivel.
- (4) A vizualitás és a térbeli képességek szerepe a matematika számos területén nyilvánvaló. Kézenfekvő a geometria területét kiemelni ezzel kapcsolatban, de a térbeli képesség a matematika minden további területét és más iskolai tantárgyakat érint. A Péter-effektus ezt a területet különösen érzékenyen érintheti: Milyen a leendő pedagógusok vizuális eszköztára és térbeli gondolkodása? Korlátozottan állnak rendelkezésre erről adatok, mindenesetre Unal et al. (2009) empirikus vizsgálata a pedagógusképzés számára hangsúlyozza a térbeli képességek fejlesztésének fontosságát, ugyanis annak alacsony szintje a geometriai tudás fejlődésének objektív gátja, ezáltal pedig a geometriai pedagógiai tartalmi tudás fejlődésének gátja is.
- (5) A matematikadidaktika és a pszichológia hazai és nemzetközi kutatásai számos publikációban foglalkoznak a matematikai szorongás kéréskörével. A pedagógus hallgatók felkészítésében fontos kihívás a téma felszínre hozása. Egyrészt fontos a tanító szakos hallgatók matematikai szorongásának enyhítése, másrészt a pedagógusképzés minden területén szükség van a téma kibontására a képzés során, azaz a Jaworski-modell értelmében a majdani tanítványok affektív tulajdonságainak megismerése (learner knowledge).

A tervezett kutatómunka módszereinek (résztevők, minták, kísérleti csoportok, eszközök) leírása és a tervezett feladatok kutatási időszakra ütemezése

Minta, résztvevők

Meglévő partneriskoláink pedagógusai és három hazai tanítóképző intézmény hallgatói jelentik az elsődleges mintavételi bázist a nagyobb mintás kvantitatív vizsgálatokhoz. Azokban a vizsgálatokban, amelyek pedagóguskompetenciák és tanulói jellemzők összefüggéseit vizsgálják, a Szegedi Tudományegyetem nagymintás vizsgálatainak partneriskolái szerepelnek majd. Emellett egyes partneriskolák alkalmilag csatlakoznak kismintás, jellemzően kvalitatív módszereket használó vizsgálatokhoz.

Mérőeszközök

A kutatás célkitűzéseinél jelölt témaegységek mindegyikéhez tartozik egy vagy több mérőeszköz.

A pedagógiai tudás mérőeszközei közül az ACAI és további kérdőívek szerepelnek. A hibakultúra mérésére kifejlesztett tanulói kérdőívünk közlésre benyújtás előtti stádiumban van, és ennek a kérdőívnek a felhasználásával készítünk pedagógusi hibakultúra méréséhez és fejlesztéséhez kérdőívet. A pedagógusok kritikai gondolkodásának vizsgálatához kérdőív-adaptációt tervezünk.

A pedagógiai tartalmi tudás mérőeszközei a felsorolt öt területre ugyancsak részben már rendelkezésre állnak, részben adaptációt igényelnek. Saját fejlesztésű mérőeszközt készítünk a pedagógusok vizuális képességének vizsgálatára, összekapcsolva azt a pedagógiai tartalmi tudásukkal, és szintén saját fejlesztésű mérőeszközök készülnek a szöveges feladatok, a százalékszámítás és a törtek tanításának PCK-elemeiről. A mostani pályázati szakaszban elkészült (és a PME idei konferenciájára elfogadott beadvány született belőle) a tanító szakos hallgatók matematikai szorongását mérő kérdőívünk.

További, saját fejlesztésű mérőeszközök kifejlesztését igényli az immerzív virtuálisvalóság-terez kutatások hatásvizsgálata.

Eljárások, implementáció, adatelemzés

Az adatelemzések tervezett módszerei: a kvantitatív adatok feldolgozásában összehasonlításokat és összefüggés-vizsgálatokat végzünk (t-próbák, ANOVA, ANCOVA, MANOVA, MANCOVA, korrelációszámítás, regresszióanalízis, faktoranalízis, klaszteranalízis, többdimenziós skálázás, nemparaméteres próbák a nem folytonos, nominális és ordinális változók esetében). A Smartpls szoftver segítségével igazoló faktoranalízist és strukturális egyenletes modellezést tudunk végezni.

Az előző pályázati ciklusban lebonyolított akciókutatásaink motivációt és tapasztalati bázist jelentenek további akciókutatások és más típusú participatív kutatások végzéséhez. Témánk szempontjából Mason és Scrivani (2004) kutatását idézzük föl, amelyben egy gyakorló pedagógus valósította meg a tanulók matematikai nézeteinek formálását célzó kutatást a kísérleti és a kontroll csoportban egyaránt. Ez a participatív kutatásnak az a szintje, amelyben a pedagógiai tudás metakognitív elemei szükségszerűen főszerepet játszanak, hiszen a megvalósítónak a „megszokott” tudatos és kvázi automatikus döntések mellett egy további kontroll szintet kellett működtetnie.

A kutatási időszak időrendi összefoglaló táblázata

A táblázat áttekinthetősége érdekében a kutatási kérdések számából és kezdőbetűkből alkotott rövid jeleket használunk.

PK-VR - immerzív VR és pedagógiai tudás; PK-ACAI - értékelési kompetencia; PK-ERR - hibakultúra; PK-Q - Q-módszer

PCK1 – matematikai nézetek, PCK2 – törtek, arányok, PCK3 – szöveges feladatok, PCK4 – vizualitás, térbeliség, PCK5 – a matematikai szorongás kezelése

Időszak	Adatgyűjtés	Fejlesztő beavatkozás	Publikáció
---------	-------------	-----------------------	------------

2025. őszi	PCK1, PCK2, PCK3, PCK4, PCK5	PK-VR	4 db nemzetközi publikáció (közte legalább 2 Q1/Q2 kategóriájú lapban), 2 magyar nyelvű tudományos írásmű
2026. tavasz	PK-ERR, PK-Q, PK-ACAI	PCK2, PCK3	
2026. őszi	PCK1, PCK2, PCK3, PCK4, PCK5	PK-Q, PK-VR, PCK5	3 db nemzetközi publikáció (közte legalább 2 Q1/Q2 kategóriájú lapban), 2 magyar nyelvű tudományos írásmű
2027. tavasz	PCK1, PCK2, PCK3, PCK4, PCK5	PK-ERR, PCK2, PCK3	
2027. őszi	{addigi eredmények függvényében a PCK területek}	PK-ACAI	4 db nemzetközi publikáció (közte legalább 2 Q1/Q2 kategóriájú lapban), 3 magyar nyelvű tudományos írásmű
2028. tavasz		PCK4	
2028. őszi	{addigi eredmények függvényében a PK területek}	PCK1, PCK2, PCK3	4 db nemzetközi publikáció (közte legalább 2 Q1/Q2 kategóriájú lapban), 3 magyar nyelvű tudományos írásmű
2029. tavasz		PCK5	

Megjegyzés: A publikációk között nem tüntetjük föl a konferenciaprezentációkat. Ezeket a várható eredmények fejezetében részletezzük.

A kutatómunka személyi feltételei

Vezető kutató: Csíkos Csaba, az MTA doktora neveléstudományból.

Szenior kutatók: András Szilárd, Bujdosó Gyöngyi, Kinyó László, Masakazu Okazaki, Sztányi Judit, Takács Szabolcs, Tóth Edit, Vidákovich Tibor, Vígh Tibor

További kutatói résztvevők: Robiatul Adawiya, Fanuel Alem Semere, Bereczki Ildikó, Berze Gizella, Biró Fanni, Windia Hadi, Achmad Hidayatullah, Karika Tímea, Khin Kyaw, Takácsné Kárász Judit, Turzó-Sovák Nikolett.

Közreműködő intézmények és személyek: többek között az ELTE Gyertyánffy István Gyakorló Általános Iskola; az orosházi Vörösmarty Mihály Általános Iskola; a tatabányai Pólya György Általános Iskola, a szolnoki Szegő Gábor Általános Iskola; a szatymazi Szent István Katolikus Általános Iskola.

A pedagógusképzés intézményei közül az ELTE Tanító- és Óvóképző Kara, a bajai Eötvös József Főiskola, a MATE Kaposvári kampusza és a Szegedi Tudományegyetem a partnerünk.

A kutatómunka várható tudományos eredményei és az eredmények hasznosulása

A pályázati kiírás évente két publikációt ír elő Q1-es vagy Q2-es lapban, ami a pályázat futamideje alatt legalább nyolc rangos publikációt jelent. A résztvevők eddigi publikációs teljesítményét extrapolálva, és hozzátéve a jelenleg elsőéves három doktorandusz résztvevő motiváltságát a három Q1/Q2-es tanulmányra építhető study-based disszertáció műfaj felé indulásban, reálisnak látjuk a cél teljesítését,

kedvező esetben két-háromszoros túlteljesítését. A nemzetközi szinten publikálás mellett magyar nyelvű publikációkban számolunk be egyrészt a nemzetközi szakirodalom áttekintésének a magyar köznevelési rendszer számára hangsúlyos eredményeiről, továbbá az empirikus vizsgálati eredmények egy részéről. A tudományos eredmények bemutatásának és disszeminálásának közös színterei a konferenciák. A legnívósabb külföldi seregszemlék közül az EARLI és annak szakcsoportjai (SIG) konferenciák, valamint a PME, CERME és ICME konferenciák vannak elsősorban a látóterünkben. Említésre méltó, hogy a PME-konferenciák publikációi automatikus Scopus-regisztrációt nyernek. A költségtervben a konferencia-részvétel tételei olyan módon szerepelnek, hogy részben már ismertek a helyszínek, emellett pedig a résztvevői létszám tekintetében évente nyolc fő részvétele reális. A hazai konferenciák közül az Országos Neveléstudományi Konferencia, a Pedagógiai Értékelési Konferencia és a Matematika és Informatika Didaktikai Kutatások konferenciasorozat jelenti az eredmények magyar nyelvű, szóbeli bemutatásának fórumát.

Az eredmények hasznosulásának első szempontját jelenti, hogy a rangos folyóiratokban megjelenő cikkekre várhatóan már a pályázat futamideje alatt jelentős számú, Scopusban nyilvántartott hivatkozás érkezik. A hasznosulás további elemét jelenti a gyakorlati módszerek és taneszközök fejlesztése. Elsősorban a pedagógusképzés általános pedagógiai-pszichológiai kurzusainak tartalmi és módszertani megújulásához tudunk hozzájárulni, de emellett a tanítóképzés és a matematikatanár-képzés módszertani kurzusai számár is azonnal hasznosítható eredményeket várunk.

A pályázat futamideje alatt több doktori fokozat megszerzése prognosztizálható.

Bereczki Ildikó, Biró Fanni, Turzó-Sovák Nikolett mellett Robiatul Adawiya, Fanuel Alem és Windia Hadi disszertációja készül el a kutatási támogatásnak is köszönhetően.

A kutatóműhely nemzetközi kapcsolatai sokrétűek, partnereink lesznek Achmad Hidayatullah intézménye, az indonéz Surabaya Egyetem, Masakazu Okazaki révén a japán Hiroshimai Egyetem és András Szilárd révén a Babes-Bolyai Egyetem.

A pályázat tematikus megfelelése és viszonya a pályázati témaprioritásokhoz

Pályázatunk a magyar közoktatási rendszer fejlesztésének releváns területeiről szól. A kutatások legfőbb alapsokasága és részben megvalósítói is a pedagógusok, ezáltal a kutatóhelyek és a köznevelési intézmények kapcsolati hálózatát építjük. A pályázat anyaintézményén túl számos további felsőoktatási intézményből vannak résztvevő kutatók, ezáltal a témakör kutatóinak széles hazai spektruma képviseltetve van. A kutatói kapacitás növelését egyrészt a meglévő kapacitások szinergiájában rejlő többlet adja, másrészt a pályázat futamideje alatt születő disszertációk és a jövőbeni doktoranduszok bevonásának opciója a kutatói utánpótlás-bázist szélesíti. A nemzetközi kutatói közösségekhez kapcsolódást számos tényező segíti. Leginkább látható módon a konferencia-vérkeringésbe bekapcsolódás, a külföldi kutatópartnerek bevonása, emellett a publikációk világán keresztül a nemzetközi megmérettetés és a szakirodalommal lépést tartás kényszere erősíti a nemzetköziesítést.

A pályázati kiírás témaprioritásai közül meghatározó a kapcsolódásunk a matematikához, nemcsak a tudás, hanem az affektív szféra fejlesztése által is. Az autonóm tanulás és a kritikai gondolkodás fejlesztése a leendő és a pályán lévő pedagógusok képzése, kutatásba bevonása révén egyértelműen megvalósul. A 2021–2025-ös pályázati ciklusban működő MTA-SZTE Metakogníció Kutatócsoport nevét megőriznénk, hiszen az új pályázatban összehangolt témakörök nagy része echte metakogníció-kötődésű, és emellett a Shulman- és Jaworski-modellek, és különösen a piramis kompetenciamodell kulcselemeinek leírásában a gondolkodás több szintjére reflektálunk.

- Agathangelou, S. A., & Charalambous, C. Y. (2021). Is content knowledge pre-requisite of pedagogical content knowledge? An empirical investigation. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 24(5), 431-458.
- Anabousy, A., & Tabach, M. (2022). In-service teachers' pedagogical technology knowledge development in a community of inquiry context. *Mathematics*, 10, 3465.
- Applegate, A. J., Applegate, M. D., & Mercantini, M. A., McGeehan, C. M., Cobb, J. B., DeBoy, J. R., Modla, V. B., & Lewinski, K. E. (2014). The Peter Effect Revisited: Reading Habits and Attitudes of College Students. *Literacy Research and Instruction*, 53(3), 188-204. <https://doi.org/10.1080/19388071.2014.898719>
- Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special. *Journal of Teacher Education*, 59, 389–407.
- Berze, G., & Csíkos, C. (2017). Parents' and teachers' views on the distinct role of mathematics as a school subject. In B. Kaur, W. Kin-Ho, T. Lam Toh, & H. Choy (Eds.), *Proceedings of the 41st Conference of the International Group for the psychology of Mathematics Education. Volume 2.* (pp. 161-168). IGPME.
- Boonen, A. J., van Wesel, F., Jolles, J., & van der Schoot, M. (2014). The role of visual representation type, spatial ability, and reading comprehension in word problem solving: An item-level analysis in elementary school children. *International Journal of Educational Research*, 68, 15-26.
- Buehl, M. M., & Beck, J. S. (2015). The relationship between teachers' beliefs and teachers' practices. In H. Fives & M. G. Gill (Eds.), *International handbook of research on teachers' beliefs* (pp. 66-84). Routledge.
- Cheang, W. K., Yeo, J. K. K., Chan, E. C. M., & Lim-Teo, S. K. (2007). Development of mathematics pedagogical content knowledge in student teachers. *The Mathematics Educator*, 10(2), 27-54.
- Cser, A. (1972). *A matematikatanítás módszertanának néhány kérdése*. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Csíkos, C. (2007). *Metakogníció: A tudásra vonatkozó tudás pedagógiája*. Műszaki Kiadó.
- Csíkos, C. (2012). Melyik a kedvenc tantárgyad? Tantárgyi attitűdök vizsgálata a nyíltvégű írásbeli kikérdezés módszerével. *Iskolakultúra*, 22(1), 3-13.
- Csíkos, C., Sztányi, J. (2020). Teachers' pedagogical content knowledge in teaching word problem solving strategies. *ZDM – International Journal of Mathematics Education*, 52, 165-178.
- Darling-Hammond, L. (2013). Building a profession of teaching. In M. A. Flores et al. (Eds.), *Back to the future: Legacies, continuities and changes in educational policy, practice and research* (pp. 3-27). SensePublishers.
- DeLuca, C., Rickey, N., & Coombs, A. (2021). Exploring assessment across cultures: Teachers' approaches to assessment in the U.S., China, and Canada. *Cogent Education*, 8, 1921903, DOI: 10.1080/2331186X.2021.1921903
- Falus, I. (2015). A pedagógusképzők az EU dokumentumaiban. In Falus I. & Estefanne Varga M. (Eds.), *A pedagógusképzők kompetenciái* (pp. 50–63). Líceum Kiadó.
- Firth, J. (2025). *Metacognition and study skills*. Routledge.
- Hanushek, E. A. (2011). The economic value of higher teacher quality. *Economics of Education Review*, 30(3), 466-479.

- Harr, N., Eichler, A., & Renkl, A. (2014). Integrating pedagogical content knowledge and pedagogical/psychological knowledge in mathematics. *Frontiers in Psychology*, 5, 924.
- Jaworski, B. (2008). Development of the mathematics teacher educator and its relation to teaching development. In B. Jaworski & T. Wood (Eds.), *The international handbook of mathematics teacher education*. Vol. 4. (pp. 335-361). Sense Publishers.
- Jensen, U. (2013). *The role of simulator training for skills acquisition in coronary angiography*. Karolinska Institutet (Sweden).
- Kollosche, D. (2014). Mathematics and power: An alliance in the foundations of mathematics and its teaching. *ZDM*, 46, 1061-1072.
- Kyttälä, M., Björn, P. M., Rantamäki, M., Lehesvuori, S., Närhi, V., Aro, M., & Lerkkanen, M. K. (2022). Assessment conceptions of Finnish pre-service teachers, *European Journal of Teacher Education*, 47, 529-547. DOI: 10.1080/02619768.2022.2058927
- Limon, M. (2006). The domain generality–specificity of epistemological beliefs: A theoretical problem, a methodological problem or both?. *International Journal of Educational Research*, 45(1-2), 7-27.
- Loughran, J. (2006). *Developing a pedagogy of teacher education*. Routledge.
- Mason, L., & Scrivani, L. (2004). Enhancing students' mathematical beliefs: An intervention study. *Learning and Instruction*, 14, 153-176.
- Metcalfe, J. (2017). Learning from errors. *Annual Review of Psychology*, 68(1), 465-489.
- Michalsky, T. (2024). Metacognitive scaffolding for preservice teachers' self-regulated design of higher order thinking tasks. *Heliyon*, 10(2), e24280.
- Pajares, M. F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307-332.
- Schwarzmeier, S., Obersteiner, A., Alibali, M. W., & Marupudi, V. (2024). How do people compare visualizations of fraction magnitudes? Evidence from adults' and children's eye movements with continuous and discretized tape diagrams. *The Journal of Mathematical Behavior*, 75, 101160.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Stephenson, W. (1953). *The study of behavior; Q-technique and its methodology*. University of Chicago Press.
- Unal, H., Jakubowski, E., & Corey, D. (2009). Differences in learning geometry among high and low spatial ability pre-service mathematics teachers. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40(8), 997-1012.
- Vidákovich, T., Csíkos, C., Gáspár, C., Krajcsi, A., Szemerédi, E., Sztányi, J., & Vancsó, Ö. (2016). Mathematics education in Hungary. In C. Csíkos, A. Rausch, & J. Sztányi (Eds.), *Proceedings of the 40th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics*. Vol 1. (pp. 93-104). IGMPE
- Zohar, A., & Ben-Ari, G. (2022). Teachers' knowledge and professional development for metacognitive instruction in the context of higher order thinking. *Metacognition and Learning*, 17(3), 855-895.