

Digitális technológiák a diákok tanulási potenciáljának és gondolkodási képességének fejlesztésére

Digital Technologies to Foster Students' Learning Potential and Reasoning Skills

Közoktatás-fejlesztési kutatási pályázat (KOZOKT2025-4) – Kutatási terv

Kulcsszavak: tanulási potenciál, gondolkodási képességek, problémamegoldó képesség, olvasás-szövegértés, matematikai gondolkodás, természettudományos gondolkodás, digitális technológiák, logfile-elemzések, tanulási analitika, viselkedésmintázatok, adaptív fejlesztés, gépi tanulás

Bevezetés

Mind a nemzetközi, mind a hazai mérések (PISA, TIMSS, PIRLS, Országos Kompetenciamérés - OKM) azt mutatják, hogy problémák vannak a magyar tanulók tudásának minőségével, az iskolában elsajátított tudásuk mindennapi problémahelyzetekben, iskolai kontextuson kívüli problémák megoldásában történő alkalmazásával (Csapó, 2012; OECD, 2019b). A 2022-es PISA-eredmények alapján (OECD, 2023) a 15 éves magyar diákok közel egyharmada funkcionális analfabéta, és több mint egynegyedük nem rendelkezik az alapvető matematikai ismeretekkel. A hátrányos és előnyös családi háttérű diákok átlagos teljesítménye közötti különbség meghaladja az egy szórásonyi eltérést. „Ahhoz, hogy jól működő oktatási rendszert hozzunk létre, kifinomult visszacsatoló köröket kell a rendszerbe beépítenünk. [...] Nem mindegy azonban, mit mérnek, értékelnek a visszacsatoló rendszerek. Egyszerűbben fogalmazva, nem lehet cél az, hogy az iskolák még több erőfeszítéssel, esetleg még nagyobb hatékonysággal termeljenek olyan tudást, amelynek jelentős része használhatatlan. Ehelyett arra kell törekednünk, hogy a tanulók jó minőségű, használható tudással hagyják el az iskolát.” (Csapó, 2008, p. 114.) A strukturálatlan információk, az adatok óriási tömege és a mesterséges intelligencia korában a szaktárgyi tudás és annak alkalmazhatósága mellett egyre inkább felértékelődik az összefüggések felismerésének, a kapcsolatok bizonyításának képessége. Egyre fontosabbá válnak a gondolkodási képességek, mint az új tudás előállítását és alkalmazását leginkább támogató induktív gondolkodás, vagy az információk kritikus kezelését támogató kritikai gondolkodás, vagy az ismeretlen helyzetekben történő eligazodást támogató problémamegoldó gondolkodás. A tudás úgynevezett gondolkodási dimenziójának mérése – Csapó (2010) nyomán, majd Molnár & Csapó (2019a) empirikus validációja után megkülönböztetve a tudás diszciplináris, alkalmazási és gondolkodási dimenzióit – és fejlesztése a legkomolyabb mérés-értékelési és fejlesztési kihívás, éppen ezért eddig relatív kis súlyt kapott a hazai és nemzetközi nagymintás kutatásokban is, ami főképp a diákok diszciplináris tudását (IEA TIMSS, OKM) és annak alkalmazhatóságát (OECD PISA, OKM) monitorozta. A gondolkodási dimenzió mérése eddig kizárólag az OECD PISA kutatásokban jelent meg negyedik, kiegészítő területként. Támaszkodva a 'Szegedi Műhely' fél évszázados mérés-értékelés területén felgyülemlett szakértelmére, a kutatócsoport a pályázat keretein belül a tudás gondolkodási dimenziójának tantárgyi tartalomba ágyazott mérését és fejlesztését tűzi ki célul.

Az iskolai kudarcok gyökerei egyrészt visszavezethetőek már az óvodáskorra (OECD, 2013), másrészt a magyar oktatási rendszer magas szintű szelektivitására (Csapó et al., 2009), az erőteljes tantárgyi fókuszra és az alapvetően „egy kaptafára” (one size fits all approach) épülő

módszertani megközelítésre. Ezeket a hatásokat tovább erősítette a COVID-járvány alatti távolléti oktatás (Molnár & Hermann, 2023). Ezt a jelenséget tovább súlyosbítja a diákok általánosan alacsony szintű gondolkodási képessége (OECD, 2014, 2017), ami töredezett tudáshoz, a megértés elégtelen mélységéhez és a tudás korlátozott alkalmazhatóságához vezet (Adey et al., 2007). Ennek a problémának a hatékony kezelése érdekében egyre nagyobb figyelem irányul a korai (Nores & Barnett, 2010), személyre szabott, testre szabható beavatkozások fontosságára (Zhu et al., 2016), mivel egy jól célzott korai beavatkozás jelentős hosszú távú előnyökkel járhat. Ezen a ponton külön kiemelendő az átlagosnál lassabb fejlődésű, és ezért alacsony képességszintű gyermekek kiegészítő fejlesztésének fontossága, amivel esélyt adunk számukra a felzárkózásra és a korai, általában az alacsonyabb szociális-gazdasági háttérből adódó lemaradások kompenzálására.

Olyan kutatásokra van szükség, amelyek túlmutatnak a tantárgyi tudás oktatási hegemoniáján (Molnár & Csapó, 2023) és figyelembe veszik, hogy a ma iskolájába járó gyerekek döntő többsége olyan munkát fog végezni, ami ma még nem is létezik (Molnár, 2021). Figyelembe veszik, hogy jelentős különbségek vannak a diákok között, aminek következtében nem hatékony a „one size fits all” megközelítés (Jensen, 2019; Wise, 2019). Figyelembe veszik, hogy a 21. század munkaerőpiacán a tanultak alkalmazhatósága, az új tudás létrehozási képessége és az ezeket meghatározó tudás és képességelemek: olvasás-szövegértés, gondolkodási képességek, tanulás hatékonysága számít értékes tudásnak. Figyelembe veszik a kutatók azon megállapításait, miszerint ezeknek a problémáknak a megoldását minél korábban, már az óvodában és az általános iskola első éveiben el kell kezdeni, mielőtt a különbségek felhalmozódnak és kezelhetetlenné válnak. Felismerik, hogy a tanárok kapacitása korlátozott, és hogy megfelelő képzés, eszközök és további támogatás nélkül nem várható el tőlük e problémák hatékony kezelése. Végül, a felismerések mentén kihasználják a technológia azon előnyét az oktatásban, hogy a válaszadatokon túl loggolt egyéb tanulói tevékenységek elemzésével (pl. idő, kattintás mennyisége, feladattal történő interakció, viselkedési mintázatok) sokat tanulhatunk a gondolkodási képességek fejlődéséről, a diákok gondolkodásáról és a tanulás folyamatáról.

Bár a digitális technológiák gyorsan fejlődnek, oktatási alkalmazásuk lassan terjed, mivel hiányoznak a bizonyítottan hatékony fejlesztő anyagok. A siker nem feltétlenül a technológiai eszközök konkrét adaptációjától és integrációjától függ, hanem sokkal inkább a digitális eszközök megfelelő használatától (Molnár et al., 2020a), a személyre szabott, magas színvonalú fejlesztő anyagok elérhetőségétől (Wise, 2019), valamint a differenciált tanítási és tanulási lehetőségek megteremtésétől (Molnár, 2021a). Azok a fejlesztések hatékonyak, amelyek nem meglévő vagy új technológiák alkalmazására keresnek lehetőséget, hanem a felmerülő, közöttük például a fentiekben bemutatott problémák megoldását támogatják (Molnár, 2020). A projekt keretében megvalósuló tevékenységek is ebbe a körbe tartoznak.

Jól megtervezett, kutatáson alapuló és adatalapú standardokra van szükség ahhoz, hogy megválaszoljuk a legfontosabb kérdést: Hogyan használhatjuk a technológiai eszközöket a leghatékonyabban a diákok tanulási potenciáljának növelésére, gondolkodási képességeik fejlesztésére és tudásuk minőségének javítására? (Järvelä, 2021). Vajon a diákok gondolkodásának explicit iskolai fejlesztése és a diszciplináris fókusz túllépése milyen hozzáadott értékkel bír a diákok tudásának minősége és tanulási potenciáljuk tekintetében?

Ezt a célt szolgálják a jelen pályázat keretein belül tervezett kutatások. A kutatásokban közös, hogy (1) figyelembe veszik azt a lényeges kutatási eredményt, hogy az életkor nem határozza meg egyértelműen a diákok tudás- és képességfejlettségi szintjét; (2) óvodai és iskolai keretek között elérhető technológiai eszközök alkalmazásával igyekeznek megvalósítani a személyre szabott fejlesztést; (3) jellemzően az átlagosnál alacsonyabb képességszintű gyerekekre

koncentrálnak, ami gyakran együtt jár a hátrányos helyzettel is; (4) óvodások és az iskola kezdő szakaszában lévő diákok profilozásához a konkrét válaszadatokon túl felhasználják a logadatok elemzésében lévő lehetőségeket (pl. viselkedési mintázatok feltérképezése, a tanulás és a gondolkodási folyamatok láthatóvá tétele); (5) adaptív, azaz személyre szabott értékelési és fejlesztési módszerek segítségével támogatják a gondolkodási képességek, a kereszttantervi kompetenciák, transzverzális képességek, azaz a hatékony tanuláshoz nélkülözhetetlen képességek fejlesztését, (6) a tudástranszfer támogatása céljából tantárgyi tartalomba ágyazott, az olvasás-szövegértés, a matematika és természettudományos tudás gondolkodási dimenziójának fejlesztését tűzik ki célul; (7) tudományos igényességgel tervezett mérések és kontrollcsoportos fejlesztések segítségével igyekeznek bizonyítékokon alapuló eszközöket, módszereket adni a pedagógusok kezébe, melyek hatékonyan támogatják az egyénre szabott oktatás és fejlesztés megvalósítását.

A gondolkodási képességek személyre szabott fejlesztése digitális eszközökkel

A gondolkodási képességek fejlesztésére irányuló erőfeszítések sikeres megvalósításának szükséges, de nem elégséges feltétele, hogy részletes ismeretekkel rendelkezünk a különböző képességek szerkezetéről, fejlődéséről és módosíthatóságáról. Ezen felül szükség van olyan eszközök kidolgozására, amelyek természetüknél fogva képesek kezelni a tanulók közötti különbségeket, képesek a fejlesztési beavatkozásokat a tanulók igényeihez igazítani, és túllépni az „egy kaptafára” épülő megközelítésen. A fejlesztő programok iskolai gyakorlatba való beépítéséhez, szélesebb körű alkalmazásához, az adatalapú döntéshozatalhoz nélkülözhetetlenek a tudományos bizonyítékok, a beavatkozások hatékonyságának ismerete (OECD CERI, 2007; Järvelä, 2021).

Az elmúlt években különböző gondolkodási képességek kapcsán – problémamegoldó képesség, induktív és kombinatív gondolkodás, kreativitás (divergens gondolkodás) – kiterjedt tesztfejlesztési munkát végeztünk, illetve több ezer 3-12. évfolyamos diák bevonásával nagymintás online méréseket valósítottunk meg, lefedve a közoktatás szinte teljes időszakát. Korábbi kutatások alapján ismerjük e készségek fejlődési pályáját, a fejlődés érzékeny időszakait, valamint az induktív gondolkodás és az intelligencia, a problémamegoldás és a fogalmi fejlődés közötti szoros kapcsolatot. Megállapítottuk, hogy az induktív gondolkodás az új ismeretek elsajátításának alapvető eszköze (Csapó, 1998; Pásztor, 2016). Megállapítottuk, hogy: (1) valid a tudás háromdimenziós modelljének alkalmazása, miszerint empirikusan megkülönböztethető egymástól a tudás gondolkodási, alkalmazási és tantárgyi dimenziója (Csapó, Csíkos és Molnár, 2015; Csapó, Korom és Molnár, 2015; Csapó, Steklács és Molnár, 2015; Molnár és Csapó, 2019); (2) explicit iskolai fejlesztés hiányában a gondolkodási képességek nagyon lassan, csupán az iskolai tanulás melléktermékeként fejlődnek; (3) a gondolkodási képességek fejlődésének menete jellemezhető egy logisztikus görbével vagy több logisztikus görbe szuperpozíciójával (Molnár et al., 2013; Molnár, 2025); (4) az azonos évfolyamba járó tanulók között akár több évnyi különbség is mérhető; (5) a gondolkodási képességek módszertanilag jól megtervezett fejlesztő programokkal rendkívül hatékonyan fejleszthetők (Molnár, 2011; Mousa & Molnár, 2020; Pásztor et al., 2022); (6) a tanulási analitika hozzájárulhat az oktatás és képzés személyre szabásához (Wise, 2019).

A kutatási kérdések megválaszolásához a projekt keretein belül a tanulók tanulási potenciáljának és tudásuk minőségének fokozása érdekében bizonyítékokon alapuló gondolkodási képességeket fejlesztő eszközöket dolgozunk ki óvodások és kisiskolás diákok részére, továbbá elvégezzük a személyre szabott eszközök kontrollcsoportos hatásvizsgálatát. A fejlesztések során azt elemezzük, hogy a diákok gondolkodásának explicit fejlesztése mennyiben járul hozzá a tudásuk minőségének és tanulási potenciáljuknak a javulásához.

A tervezett kutatás során négy fő kérdésre keressük a választ:

1. Milyen hozzáadott értéket képvisel a gondolkodási képességek explicit óvodai fejlesztése a gyermekek iskolakészültségére?
2. Milyen mértékű hozzáadott értéket képvisel a gondolkodási képességek explicit iskolai fejlesztése a diákok tanulási potenciáljára, tudásuk alkalmazhatóságára és általánosságban véve tudásuk minőségére?
3. Milyen mértékű hozzáadott értéket képvisel a gondolkodási képességek explicit iskolai fejlesztése iskolai teljesítményükre?
4. Milyen mértékben jelzik előre a diákok tesztmegoldás során mutatott viselkedési mintázatai tanulási potenciáljukat, iskolai teljesítményüket és tudásszintjüket? Mennyiben relevánsak ezek az adatok az előrejelzések szempontjából, mennyiben/miként egészítik ki a hagyományos, teljesítményalapú (válaszpontszám- alapú) megközelítést?

Közvetlen kutatási előzmények

A projekt egy TÁMOP, három OTKA kutatási projekt (K75274, K115497, K135727) és egy MTA Közoktatásfejlesztési kutatási projekt (KÖZOKT2021-16) közvetlen folytatása, épít azok tudományos eredményeire, adatbázisaira és fejlesztéseire, valamint igyekszik minél több PhD hallgatót is bevonni a vállalt feladatok megvalósításába, hogy számos PhD fokozat megvalósulását is támogathassa.

(1) *Diagnosztikus mérések fejlesztése (TÁMOP 3.1.9, TÁMOP 3.1.11, EFOP 3.2.15; 2008–2021).* A program fő célja az 1–6. évfolyamos diákok készségeit, képességeit mérő, azok fejlődését egyénileg követő, a tanulási problémákat feltáró papíralapú, majd elektronikus értékelő mérési-értékelési rendszer, az eDia online rendszer kialakítása volt. A jelen pályázat keretein belül adatforrásként használjuk a diagnosztikus mérések fejlesztése projektek keretein loggolásra került adatbázisokat, illetve az eDia-rendszert, amely a pályázat lezárta után mind az OTKA K135727, mind az MTA KÖZOKT2021-16 projekt keretein belül továbbfejlesztésre került.

(2) *„A komplex problémamegoldó gondolkodás különböző mérési lehetőségeinek összehasonlító elemzése”* című OTKA kutatási projekt (K75274, 2008–2012) három fő területre összpontosított:

- (a) a papíralapú és a számítógépes mérés-értékelési módszerek összehasonlító vizsgálata,
- (b) a problémamegoldás különböző dimenzióinak fejlődése és fejlesztési lehetőségei,
- (c) a valószínűségi tesztelmélet és speciális tesztelési design alkalmazása a különböző életkori csoportok teszteredményeinek közös képességskálán történő kifejezése érdekében.

A projekt eredményeként számos hazai és nemzetközi konferencia-előadás, könyvfejezet és egy monográfia (Molnár, 2013) született, valamint több publikáció jelent meg rangos hazai és nemzetközi folyóiratokban (pl. Molnár, Greiff & Csapó, 2013; Greiff, Wüstenberg, Molnár, Fischer, Funke & Csapó, 2013; Wüstenberg et al., 2014; R. Tóth, Molnár, Latour & Csapó, 2011; Molnár, Greiff, Wüstenberg & Fischer, 2017).

(3) *„A problémamegoldó képesség komponens képességeinek feltérképezése és fejlesztése”* című OTKA projekt (K115497, 2015-2019) keretében a 21. században kulcsfontosságúnak tartott problémamegoldás két új dimenziójára, az interaktív és kollaboratív gondolkodásra, valamint ezek komponensképességeire fókuszáltunk. A kutatásba számos kognitív területet, mint háttérváltozót is bevontunk (pl. problémamegoldási stratégiák, kreativitás,

munkamemória és általános gondolkodási képességek). Feltérképeztük a sikeres problémamegoldók néhány közös kognitív jellemzőit, mint például az induktív gondolkodás fejlettségi szintjének erőteljes előrejelző erejét. A projekt eredményeként egy DSc és öt PhD fokozat született, valamint számos hazai és nemzetközi konferencia-előadás, könyvfejezet és rangos nemzetközi (Q1) folyóiratokban megjelent publikáció (pl. Csapó & Molnár, 2017, 2019; Greiff, Molnár, Martin, Zimmermann & Csapó, 2018; Molnár, 2016, 2017; Molnár & Csapó, 2018, 2019a, 2019b, 2019c; Molnár et al., 2017; Wu & Molnár, 2018a, 2018b).

- (4) *„A gondolkodás láthatóvá tétele: A technológiaalapú értékelés és logfile elemzés eszközrendszerének alkalmazása a gondolkodási képességek tanulást támogató erejének feltérképezésében”* című OTKA projekt (K135727, 2019-2024) során túlléptünk a korábbi empirikus kutatások korlátaiban, amelyek jelentős adat- és mintaméreti korlátozások mellett elsősorban válaszatadatokon nyugvó teszteredményekre fókuszáltak. A kutatás keretein belül logfájl-elemzés és a tanulási analitika alkalmazásával láthatóvá tettük a tanulók gondolkodását, vizualizáltuk tanulási folyamataikat. A projekt eredményei hozzájárultak új kutatási kérdések megválaszolásához, és adatvezérelt eredményeket szolgáltatott arról, hogy egy dinamikusan változó problémamegoldási környezetben, ahol a diákoknak új ismereteket kell elsajátítani, a logfájl-elemzés miként alkalmazható a hagyományos válaszatadatokon túlmutató mélyebb megértéshez, valamint a tanulók gondolkodásában rejlő különbségek feltárásához. Ezek az eredmények megalapozták a 21. századi képességek, különösen a transzverzális gondolkodási képességek pontszámokon, válaszatadatokon és teszteredményekeken túlmutató feltérképezését. Emellett bebizonyítottuk, hogy a gondolkodási képességek a tanulási sikeresség fontos tényezői, és módszertanilag jól megtervezett, számítógépes fejlesztőprogramokkal hatékonyan fejleszthetők iskolai környezetben. A projekt három PhD fokozatot eredményezett (további három doktorandusz védeése folyamatban van), valamint hazai és nemzetközi konferencia-előadásokat, könyvfejezeteket és számos rangos (Q1) folyóirattanulmányt (pl. Mousa & Molnár, 2020; Molnár & Csapó, 2020; Wu & Molnár, 2021; Nuutila et al., 2021; Pásztor-Kovács, Pásztor & Molnár, 2021; Molnár, Alrababah & Greiff, 2022; Molnár, 2022; Wu & Molnár, 2022; Ökördi & Molnár, 2022; Szili et al., 2022; Molnár & Hermann, 2023; Csányi & Molnár, 2023; Molnár & Greiff, 2023; Molnár & Kocsis, 2023; Kiss et al., 2023; Kocsis & Molnár, 2024; Alrababah, Wu & Molnár, 2024).
- (5) *A Digitális technológiák a személyre szabott tanulás szolgálatában: big data, tanulási analitika és adaptív értékelés* című, KOZOKT2021-16 számú közoktatás-fejlesztési kutatási pályázat keretein belül (2021-2025) az MTA-SZTE Digitális Tanulási Technológiák Kutatócsoport tagjai az online mérés-értékelés és digitális fejlesztési módszerek – big data elemzése, tanulási analitika és logfile-elemzések – széleskörű lehetőségeire építve mérő- és fejlesztőeszközök kidolgozását, a személyre szabott fejlesztés érdekében a diákok hatékony profilozásához szükséges változók meghatározását valósította meg. A kutatómunka keretein belül megvalósult az eDia és eLea-rendszerek továbbfejlesztése. Sor került egy, a tankönyvi szövegek korpuszára építő adaptív szókincsfejlesztő program kidolgozására, illetve kipróbálására. Kidolgozásra került egy „Hogyan tanuljak? Olvasási stratégiák fejlesztése” című program. Az alacsony gazdasági-társadalmi helyzetű diákok és az EGYMI-k számára olvasási és számolási készségek fejlesztésére kidolgozott módszertanilag jól megtervezett, online, játékos fejlesztő programok a kontrollcsoportos kutatási eredmények alapján alkalmasak voltak a COVID korlátozások alatt felhalmozódott lemaradások jelentős mértékű pótlására. A fejlesztő kísérletek mellett a tesztek logfile-adatainak elemzése által azon kvantifikálható jellemzők azonosításán dolgoztunk, amelyek egyrészt hatással bírnak a diákok teszten nyújtott

teljesítményére, másrészt jó alapot nyújtanak a személyre szabott fejlesztésekhez. Az eredmények szerint például a probléma struktúrájának helyes megértése és annak ábrázolása kulcsszerepet játszik a problémamegoldás sikerességében. A diákok viselkedési mintázatai alapján négy minőségileg különböző csoportot lehet elkülöníteni. Az interakciók száma hatékonyabb profiljellemezőnek bizonyult, különösen a magas összetettségű problémák esetén, mint a problémamegoldási folyamatban töltött idő. A kutatócsoportban folyó tevékenységekből eddig nyolc PhD fokozat született, illetve két hallgató munkája házi vita előtt áll. A számos magyar és angol nyelvű konferenciaanyag mellett 32 Q1, 4 Q2 és több könyvfejezet/magyar nyelvű tanulmány került publikálásra. A pályázati ciklus alatt történt főbb események, publikációk dokumentációja a kutatócsoport honlapján található: <http://edu.u-szeged.hu/dttk/>

Célok

A projekt céljai és kutatási kérdései két fő tématerületre és elemzési egységre oszthatók. Az első kutatási kérdéscsoport azt vizsgálja, hogy milyen mértékben javítható a tanulók tudásának minősége és tanulási potenciálja – beleértve az iskolakészültséget óvodás korban – az 5–10 éves gyermekek gondolkodási képességeinek explicit fejlesztésével.

A második kutatási kérdéscsoport megválaszolásához szükséges módszerek egyértelműen túlmutatnak az egyszerű válaszadatokon alapuló elemzéseken és azt monitorozzák, hogy a kutatások során felvett logadatok, viselkedési adatok alapján létrehozott tanulói profilok milyen mértékben képesek előre jelezni a diákok tanulási potenciálját, iskolai teljesítményét és tudásuk minőségét.

Kutatási kérdések:

(RQ1) Milyen mértékben fejleszthető és támogatható a tanulók iskolakészültsége gondolkodási képességeik explicit fejlesztésével?

(RQ2a) Milyen mértékben javítható a tanulók tanulási potenciálja (a tudásszerzés hatékonysága) gondolkodási képességeik explicit fejlesztésével az alsó tagozaton?

(RQ2b) Milyen mértékben javítható a tanulók tudásalkalmazása gondolkodási képességeik explicit fejlesztésével az alsó tagozaton?

(RQ2c) Milyen mértékben fejleszthető a tanulók problémamegoldó képessége egyéb, kevésbé komplex gondolkodási képességek (mint pl. az induktív gondolkodás) explicit fejlesztésével alsó tagozaton?

(RQ2d) Milyen mértékben csökkenthető az alulteljesítő 1–4. osztályos tanulók tanulási lemaradása gondolkodási képességeik explicit fejlesztésével az alsó tagozaton?

(RQ3a) Milyen mértékben jelezhetik előre a teszteken mutatott viselkedési adatok alapján létrehozott egyéni tanulói profilok a tanulók iskolai teljesítményét, valamint tudásszintjét?

(RQ3b) Milyen relevanciával bírnak a log- és folyamatadatok (process data) az előrejelzések szempontjából? Mekkora hibát eredményez, ha kizárólag a hagyományos, pontszámokon alapuló teljesítménymérési megközelítést alkalmazzuk? Milyen kapcsolat áll fenn a kognitív válaszalapú és a viselkedési adatok között?

(RQ4) Változik-e az RQ1–RQ3 kérdésekre adott válaszokban feltárt összefüggések erőssége és

az előrejelző erő az életkor előrehaladtával, illetve az egyéni tanulói profilok változásával a fejlesztett területek tekintetében?

Módszerek

Minta

Az elemzések és az empirikus kutatások elsődlegesen az óvodás korú, illetve 1–4. évfolyamos magyar diákokra fókuszálnak (eDia partneróvodai és partneriskolai hálózat tagjaiból). Ezen túl építve a hazai Országos Kompetenciamérés adataira, lehetőség szerint Magyarország 300 leggyengébben teljesítő iskolái közül szólítunk meg és vonunk be minél több iskolát a fejlesztésekbe. A négyéves kutatómunka során keresztmetszeti és longitudinális adatfelvételeket is tervezünk. A kutatócsoport továbbra is épít a finn, a kínai, a német és ciprusi kollégákkal való nemzetközi kooperációra, amelyek a magyar és nemzetközi PhD hallgatók és post-doc kollégák kutatásainak integrálásával együtt kiváló lehetőséget teremtenek a nemzetközi eredmények hatékonyabb integrációjára (pl. legújabb elemzési eljárások adaptálása), közös publikációk készítésére, illetve nemzetközi összehasonlító kutatások folytatására az érintett korosztályban.

Mérő- és fejlesztőeszközök

A kutatás keretein belül monitorozott és fejlesztett területeken nemcsak új számítógépes teszteket és online elérhető tréningmodulokat fejlesztünk, hanem már meglévő online mérőeszközöket is alkalmazunk az iskolakészültség egyes kognitív komponensei és a különböző gondolkodási képességek – például induktív és kombinatív gondolkodás, munkamemória, problémamegoldó képesség – mérés-értékelésére. Ezeket az eszközöket korábban a K115497 és K135727 OTKA-projektek, illetve a KOZOKT2021-16 projekt keretében dolgoztuk ki 4–11. évfolyamos diákok számára.

Az 1–4. évfolyamos tanulók tantárgyi tudásának és alkalmazási képességeinek méréséhez az eDia-rendszerben létrehozott, majd a KOZOKT2021-16 projekt keretében erőteljesen továbbfejlesztett feladatbankot használjuk. Óvodás és kisiskolás diákok gondolkodási képességének célzott fejlesztésére egy új, legalább 200 fejlesztő feladatot tartalmazó feladatbankot hozunk létre és paraméterezünk az eLea-rendszerben. Emellett empirikus adatokkal paraméterezve (azaz empirikus kutatási eredmények hozzáadásával) kidolgozunk három további feladatbankot 300-300 fejlesztő feladattal 1–4. évfolyamos tanulók számára, amelyek a diákok gondolkodási képességeit fejleszti tantárgyi tartalomba ágyazott feladatok segítségével az olvasás-szövegértés, a matematika és a természettudományok területén. A fejlesztőprogramok összeállítása során túllépünk az évfolyamhoz kötött fejlesztésen, túllépünk a „one-size-fits-all” megközelítésen és a legkorszerűbb tanulásméletekre építve építjük fel a paraméterezett feladatokra építő személyre-szabott fejlesztő programokat, ezáltal biztosítva azt, hogy a tanulók egyéni fejlettségi szintjéhez igazodva a lehető legnagyobb hatékonysággal működő fejlesztő eszközöket dolgozzunk ki. A feladatok empirikus tesztelése során nemcsak a tanulók teljesítményét, hanem logadatalapú viselkedési adataikat is nyomon követjük. A kidolgozásra kerülő új feladatok a legmodernebb technológiai lehetőségeket is kihasználják, mint az interaktív feladatformátumok, az azonnali visszacsatolás, az adaptív tanulási eszközök, valamint big data- és naplófájl-elemzés (Csapó et al., 2012; Molnár, 2021a, 2021b). A fejlesztés során a digitális játékalapú tanulás lehetőségeit beépítve új szintre emeljük a képességfejlesztést (Pásztor, 2014; Mousa & Molnár, 2020). Minden mérés és fejlesztés az eDia- és eLea-rendszereken keresztül történik (Csapó & Molnár, 2019; Molnár & Csapó, 2019). Az új feladatbankok, amelyek ötvözik a tréningfeladatok nyújtotta lehetőségeket és a naplófájl-elemzés eredményeit, új távlatokat nyitnak a gondolkodási képességek fejlesztésében.

Eljárások

- Részletes itemanalízist végzünk felhasználva a klasszikus tesztelmélet, a valószínűségi tesztelmélet (skalázás) és a strukturális egyenletek (validitáselemzés) eszközrendszerét
- Strukturális egyenletek módszerének eszközeit és többváltozós statisztikai módszereket alkalmazunk az olvasás-szövegértés, a matematika és a természettudományos tudás gondolkodási, alkalmazási és diszciplináris dimenziói közötti közvetlen és közvetett hatások vizsgálatára.
- Látens profilanalízist és korszerű oktatási adatbányászati technikákat (beleértve a mesterséges intelligencia eszközeit) használunk a log- és folyamatadatok elemzésére.
- Az eDia-rendszer segítségével történik a feladatok szerkesztése, a tesztek összeállítása, kiközztetése, az adatgyűjtés, illetve a kutatások során a kontextuális adatok, azaz a logadatok naplózása.
- A pályázat keretein belül továbbfejlesztett eLea-rendszert használjuk a fejlesztések lebonyolítására, valamint a diákok viselkedési adatainak naplózására.
- Gépi tanulási technikákat fejlesztünk az eLea-rendszer visszacsatolási moduljába.

A tervezett feladatok ütemezése

Első év

Másodelemezzük korábbi kutatások válasz- és logadatait, választ keresve a jelen pályázat keretében indirekten megfogalmazott, az adatbázisban rendelkezésre álló adatok alapján vizsgálható főbb kutatási kérdésekre (például: a diákok diszciplináris tudásának mennyisége, vagy gondolkodási képességeik fejlettségi szintje a meghatározóbb ismereteik alkalmazásának hatékonysága kapcsán). A NAT 2012 és 2020 különbségeire fókuszálva monitorozzuk az eDia rendszer diszciplináris tudást és a tudás alkalmazhatóságát mérő feladatait. Elkészítjük a gondolkodást fejlesztő programok elméleti keretrendszerét, szerkezetét. Összegyűjtjük és átnézzük az eddigi, OTKA pályázatok keretein belül tesztelési célból fejlesztett gondolkodási feladatokat, illetve az eDia-rendszer gondolkodási képességeket mérő feladatait elkezdjük fejlesztő feladatokká alakítani, továbbá új feladatok kidolgozása indul meg. Elindul az eLea-rendszer visszajelző moduljának fejlesztése (gépi tanulási technikák integrálása). Az év fejlesztési eredményeit egyrészt online környezetben, az eDia mérési-értékelési és az eLea fejlesztő platform segítségével lehet elérni, másrészt az elemzések eredményeit hazai és nemzetközi referált folyóiratokban (min. 3 Scopusban jegyzett tanulmány), illetve hazai és nemzetközi lektorált konferenciákon publikáljuk (min. 3 referált konferencia előadás).

Második év

Folytatódik a feladatfejlesztés (a természettudományos feladatok kapcsán lehetőség szerint az MTA-SZTE Természettudomány Tanítása Kutatócsoporttal történő együttműködés keretein belül), a meglévő adatok másodelemzése, az eLea-rendszer fejlesztése, tavasszal kiközzvetítésre kerülnek az addig elkészített feladatok – hogy lássuk viselkedésüket és elindulhasson a feladatok paraméterezése. Az év első felében megvalósul a kutatási kérdések (RQ1, RQ2) megválaszolásához szükséges egyéb területek mérését lehetővé tevő tesztek fejlesztése, illetve néhány osztályban/csoportban történő kipróbálása. Az őszig (2026. szept.) elkészült és parametrizált feladatokból pilot jelleggel 3 hónapos fejlesztéseket indítunk, ahol kiközzvetítésre kerülnek a kutatási kérdések megválaszolásához szükséges egyéb, újonnan kidolgozott mérőeszközök is. Az év fejlesztési eredményeit egyrészt online környezetben, az eDia mérési-értékelési és az eLea fejlesztő platform segítségével lehet elérni, másrészt az elemzések

eredményeit hazai és nemzetközi referált folyóiratokban (min. 3 Scopusban jegyzett tanulmány), illetve hazai és nemzetközi lektorált konferenciákon publikáljuk (min. 3 referált konferencia előadás).

Harmadik év

Folytatódik a mérő- és fejlesztőprogramok kidolgozása, tovább bővítése. Elemezzük a második évben megvalósított 3 hónapos fejlesztések hatékonyságát, a feladatok és diákok viselkedésmintázatait, majd össze előkészítünk egy teljes tanévet lefedő (2027. szept. – 2028. jún.) kontrollcsoportos fejlesztő kutatást az 5-10 éves korosztály részére (óvoda, illetve 1-4. évfolyam bevonásával), integrálva a kutatási kérdések megválaszolásához lényeges további területek monitorozását is. Emellett folytatódik az addig keletkezett adatok (válasz és logadatok) elemzése, azon kvantifikálható jellemzők azonosítása, amelyek folyamatos elemzése és visszajelzése jelentős hozzáadott értékkel bír a személyre szabott fejlesztések megvalósítása során. Az év fejlesztési eredményeit egyrészt online környezetben, az eDia mérési-értékelési és az eLea fejlesztő platform segítségével lehet elérni, másrészt az elemzések eredményeit hazai és nemzetközi referált folyóiratokban (min. 3 Scopusban jegyzett tanulmány), illetve hazai és nemzetközi lektorált konferenciákon publikáljuk (min. 3 referált konferencia előadás).

Negyedik év

Folytatódik a harmadik évben megkezdett egész tanévet lefedő fejlesztés, megtörténik a fejlesztő program addigi eredményeinek elemzése, majd az iskolai nyári szünet előtt az utótesztek kiköszvetítése (mind a kísérleti, mint a kontrollcsoportban). Ezzel párhuzamosan az elemzések fókuszja fokozatosan áttevődik az életkor alapú változások, a második és harmadik pályázati évben felfedezett összefüggések, előrejelző erők, viselkedésmintázatok életkor szerinti invarianciavizsgálatának monitorozására. Az év és a teljes projekt fejlesztési eredményeit egyrészt online környezetben, az eDia mérési-értékelési és az eLea fejlesztő platform segítségével lehet elérni, másrészt az elemzések eredményeit hazai és nemzetközi referált folyóiratokban (min. 3 Scopusban jegyzett tanulmány), illetve hazai és nemzetközi lektorált konferenciákon publikáljuk (min. 3 referált konferencia előadás).

Várható eredmények

A jelen projekt fő célja a hátrányos helyzetű, illetve átlagosnál alacsonyabban teljesítő óvodások, kisgyermek és 1–4. osztályos tanulók támogatása, tanulási potenciáljuk növelése – hipotézisünk szerint – azáltal, hogy fejlesztjük gondolkodási képességeiket. Feltételezzük és empirikusan teszteljük, hogy a gondolkodási képességek és stratégiák tudatos fejlesztése általánosságban megkönnyíti a tanulást, explicit fejlesztésük révén hatékonyan növelhető a tanulási potenciál, valamint mérsékelhetők vagy akár megszüntethetők a meglévő tanulási lemaradások.

Általánosságban véve erős transzferhatást feltételezünk a célzott fejlesztések és a tanulók iskolakészültsége, tanulási potenciálja, iskolai teljesítménye, tudásalkalmazása és problémamegoldó képességének fejlettségi szintje között (H1-2). Az RQ1-2 kutatási kérdésekhez kapcsolódóan a projekt végére létrejön egy játékalapú, személyre szabható fejlesztőeszköz óvodások gondolkodási képességeinek fejlesztésére, valamint három fejlesztő feladatbank az 1–4. évfolyamos tanulók számára, amelyek az olvasás, matematika és természettudomány területén támogatják a gondolkodási képességek fejlesztését. Az RQ1 és RQ2 eredményeként empirikus bizonyítékot szerzünk arról, hogy a gondolkodási képességek explicit fejlesztése mennyire (vagy mennyire nem) fontos az iskolai tantárgyi diszciplináris

hegemónián túl a minőségi tudás tekintetében, valamint hogyan változnak ezek az összefüggések a tanulók életkorának és képességszintjének függvényében (RQ4).

A kutatás eredményei lényeges hozzáadott értéket képviselnek a viselkedési adatok elemzése területén is, miután a kisgyermekek tesztelése során keletkezett logadatok elemzése egyértelmű kutatási ürként jelenik meg a szakirodalomban (He & Cui, 2025). Elemezzük, hogy milyen hozzáadott értéket képviselnek óvodások és kisiskolások kizárólag pontszámalapú teljesítményadataihoz képest a logadatok elemzésének eredményei. Idősebb korosztályban végzett adatfelvételek elemzésének eredményei alapján feltételezzük, hogy a viselkedési adatok finomítják vagy akár felülírják a pontszámokon alapuló kognitív eredményeket, vagyis a teszteredmények értelmezése során a logadatokat is figyelembe kell venni (RQ3).

Az eLea- és eDia-rendszerek fejlesztésének melléktermékeként megkíséreljük az oktatási analitika további lehetőségeinek feltárását, hogy az általánosan használt teljesítményadatokon túlmenően részletesebb és minőségileg eltérő visszacsatolást nyújtsunk a tanulók kognitív fejlődéséről. Célunk továbbá részletesebb, a gépi tanulási technikák integrálását is megvalósító, fejlesztési javaslatokat is tartalmazó diagnosztikus visszacsatolás biztosítása pedagógusok számára. Vizsgáljuk, hogy a detektált fejlődési és viselkedésbeli különbségek hogyan kvantifikálhatók és vizualizálhatók hatékonyan.

A kutatás keretein belül több online tesztet és kérdőívet dolgozunk ki, újítunk meg, adaptálunk és fejlesztünk tovább, amelyek lehetővé teszik a kognitív képességek (például a tudás gondolkodási dimenziójának) mérését. A természettudományok területén terveink szerint együttműködünk az MTA-SZTE Természettudományok Tanítása Kutatócsoport munkatársaival. Az új generációs fejlesztések futtatása és kiköszvetítése céljából a Szegedi Tudományegyetem Oktatásméleti Kutatócsoportjával és Neveléstudományi Intézetével együttműködve továbbfejlesztjük az eDia-rendszer visszacsatolási rendszerét, valamint az egész eLea-platformot.

Az empirikus kutatások eredményei hozzájárulnak annak jobb megértéséhez, hogy a hatékony gondolkodási képességek és stratégiák hogyan segítik elő a tanulók tanulását és növelik tanulási potenciálját. Az elemzési módszerek, valamint az új generációs értékelési és fejlesztési eszközök kiindulópontként szolgálhatnak a kognitív képességek és más tantárgyi területek értékelési módszereinek további megújításához. Tudományos eredményeinket számos hazai és nemzetközi konferenciaelőadás, könyvfejezet és rangos folyóiratcikk formájában tesszük közzé, évente legalább három Q1/Q2 besorolású tanulmányt publikálunk.

A kutatási eredmények alkalmazhatóak lesznek az óvodapedagógus- és tanárképzésben, illetve a tantervfejlesztésben is. Az elektronikus mérés-értékelési és fejlesztési eszközök alkalmazása, az érintett intézményekben kialakított mostanitól eltérő módszertani kultúra példát nyújthat más intézmények számára is, amelyek a jövőben bázisintézményként működhetnek.

Kutatási infrastruktúra

A pályázatban részt vevő kutatók, fejlesztők, szakértők, lektorok, kutatásszervezők, pedagógusok, hallgatók

A kitűzött célok megvalósítása multidiszciplináris szakértelemmel rendelkező csapatot igényel. A tartalmi területek szakértőin túl a projekt céljainak eléréséhez különböző egyéb szakterületen dolgozó szakemberek is szükségesek: gyógypedagógusok, matematikusok, informatikusok, gyakorló pedagógusok, kutatási asszisztensek és PhD-hallgatók. Ennek megfelelően a projekt résztvevői (tervezett munkatársai) a következők:

Kutatásvezető: Prof. Dr. Gyöngyvér Molnár
Szenior kutatók: Dr. habil. Pásztor Attila, Dr. habil. Habók Anita
Fiatal kutatók: Dr. Kiss Renáta, Dr. Szili Katalin, Dr. Tóth Alisa
Post-doc kutató: Dr. Bónus Lilla, Dr. Nguyen Thuy Lan Anh
PhD hallgatók: Ökördi Réka, Gilbert Cheruiyot Langat, Csányi Róbert, I Wayan Eka Dian Rahmanu, Prasetyo Listiaji, Pluhár Zsuzsa, Kocsis Ádám
Pedagógus: Kissné Gera Ágnes, Dr. Magyar Andrea (kutatói minőségében is részt vesz a projekt megvalósításában), Zanócné Markovics Szilvia, Oroszné Győri Magdolna, Sүvöltősné Terdik Katalin, Csordás-Makó Ildikó, Herceg Ágnes
Gyógypedagógus: Harmath Nóra (kutatói feladatokat is ellát)
Matematikus: Dr. Makay Géza és Mokri Dóra
Informatikus: Dr. Makay Géza, Hajnal Péter, Betyár Gábor
Angol anyanyelvi lektor: Dr. Thomas Williams
Grafikus: Halof Ferenc
Hangalámondó: Kozó Attila
Kutatásszervező: Kállai István, Bartók Zita
Adminisztráció: Molnár Katalin
Nemzetközi szakértők: Prof. Dr. Andreas Demetriou (University of Cyprus és University of Nicosia, Ciprus) Prof. Dr. Samuel Greiff (Technical University Munich, Németország), Prof. Dr. Mari-Pauliina Vainikainen (University of Tampere, Finnország), Prof. Antje Ehlert (University of Potsdam, Németország), Dr. Hao Wu (University of Macao, Kína)

Infrastrukturális háttér

A kutatás jelentős mértékben épít a Neveléstudományi Intézet, az Oktatásméleti Kutatócsoport és az MTA-SZTE Digitális Tanulási Technológiák Kutatócsoport előző pályázati ciklusban felépített infrastruktúrájára. Az online tesztelés ugyanakkor megköveteli az informatikai háttér folyamatos fejlesztését. Az online mérések, fejlesztések lefolytatása, az digitális feladatok kidolgozása, felvitele, az adatok feldolgozása, elemzése és tárolása, a publikációk elkészítése szükségessé teszi számítógépek és számítástechnikai eszközök beszerzését.

Irodalom

- Adey, P., Csapó, B., Demetriou, A., Hautamaki, J., & Shayer, M. (2007). Can we be intelligent about intelligence? Why education needs the concept of plastic general ability. *Educational Research Review*, 2(2), 75–97. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2007.05.001>
- Alrababah, S. A., Wu, H., & Molnár, G. (2024). A pilot study for measuring complex problem-solving in Jordan: Feasibility, construct validity, and behavior pattern analyses. *SAGE Open*, 14(2). <https://doi.org/10.1177/21582440241249884>
- Csányi, R. & Molnár, G. (2023). How do test-takers rate their effort? A comparative analysis of

- self-report and log file data. *Learning and Individual Differences*, 106, 10234. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102340>
- Csapó, B., Csíkos, Cs., & Molnár, G. (Eds.). (2015). *A matematikai tudás online diagnosztikus értékelésének tartalmi keretei*. Budapest: Oktatókutató és Fejlesztő Intézet.
- Csapó, B., Korom, E., & Molnár, G. (Eds.). (2015). *A természettudományi tudás online diagnosztikus értékelésének tartalmi keretei*. Budapest: Oktatókutató és Fejlesztő Intézet.
- Csapó, B., Steklács, J., & Molnár, G. (Eds.). (2015). *Az olvasás-szövegértés online diagnosztikus értékelésének tartalmi keretei*. Budapest: Oktatókutató és Fejlesztő Intézet.
- Csapó, B., Lőrincz, A., & Molnár, G. (2012). Innovative assessment technologies in educational games designed for young students. In D. Ifenthaler, D. Eseryel, & X. Ge (Eds.), *Assessment in game-based learning: foundations, innovations, and perspectives* (pp. 235–254). New York, NY: Springer New York.
- Csapó, B. & Molnár, G. (2017). Potential for assessing dynamic problem-solving at the beginning of higher education studies. *Frontiers in Psychology*, 8:2022. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.02022>
- Csapó, B. & Molnár, G. (2019). Online diagnostic assessment in support of personalized teaching and learning: The eDia System. *Frontiers in Psychology*, 10:1522. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01522>
- Csapó, B. (1998). Az új tudás képződésének eszköze: az induktív gondolkodás. In B. Csapó (Ed.), *Az iskolai tudás* (pp. 251–280). Budapest: Osiris Kiadó.
- Csapó, B. (Ed.). (2012). *Mérlegen a magyar iskola*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Csapó, B., Molnár, G., & Kinyó, L. (2009). A magyar oktatási rendszer szelektivitása a nemzetközi összehasonlító vizsgálatok eredményeinek tükrében. *Iskolakultúra*, 19(3–4), 3–13. <https://www.iskolakultura.hu/index.php/iskolakultura/article/view/20829>
- Greiff, S., Molnár, G., Martin, R., Zimmermann, J., & Csapó, B. (2018). Students' exploration strategies in computer-simulated complex problem environments: A latent class approach. *Computers & Education*, 126(11), 248–263. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.013>
- Greiff, S., Wüstenberg, S., Molnár, G., Fischer, A., Funke, J., & Csapó, B. (2013). Complex problem solving in educational contexts – something beyond g: Concept, assessment, measurement invariance, and construct validity. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 364–379. <https://doi.org/10.1037/a0031856>
- He, S., & Cui, Y. (2025). A systematic review of the use of log-based process data in computer-based assessments. *Computers & Education*, 228, 105245. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2025.105245>
- Järvelä, S. (2021, April 23–25). *Co-evolution of human capabilities and intelligent technologies* [Keynote presentation]. 13th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU), Online streaming, Setúbal, Portugal. <https://csedu.scitevents.org/?y=2021>
- Jensen, T. (2019). *Higher education in the digital era. The current state of transformation around the world*. International Association of Universities. https://www.iau-aiu.net/IMG/pdf/technology_report_2019.pdf
- Kiss, R., Szili, K., Csapó, B., & Molnár, G. (2023). Empowering first graders with computer-based training to master pre-reading skills and bridge the learning gap. *Education and Information Technologies*, 29, 12863–12886. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12356-6>
- Kocsis, Á. & Molnár, G. (2024). Factors influencing academic performance and dropout rates in higher education. *Oxford Review of Education*, 1–19. <https://doi.org/10.1080/03054985.2024.2316616>
- Molnár, G. (2011). Az információs-kommunikációs technológiák hatása a tanulásra és oktatásra. *Magyar Tudomány*, 172(9), 1038–1047. <https://publicatio.bibl.u-szeged.hu/1187/>
- Molnár, G. & Csapó, B. (2023). Report on smart education in Hungary. In R. Zhuang, R., D. Liu, D. Sampson, D. Mandic, S. Zou, Y. Huang, & R. Huang, (Eds.), *Smart education in China*

- and Central & Eastern European Countries (pp. 155–178). Springer: Singapore.
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-19-7319-2>
- Molnár, G. & Greiff, S. (2023). Understanding transitions in complex problem-solving: Why we succeed and where we fail. *Thinking Skills and Creativity* 50, 101408.
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101408>
- Molnár, G. & Hermann, Z. (2023). Short- and long-term effects of COVID-related kindergarten and school closures on first- to eighth-grade students' school readiness skills and mathematics, reading and science learning. *Learning and Instruction*, 83, 101706.
<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2022.101706>
- Molnár, G. (2016). Interaktív problémamegoldó környezetben alkalmazott felfedező stratégiák hatékonysága és azok változása: logfájl elemzések. *Magyar Pedagógia*, 116(4), 427–453.
<https://doi.org/10.17670/MPed.2016.4.427>
- Molnár, G. (2017). A problémamegoldó és tanulási stratégiák változása 11 és 19 éves kor között: logfile elemzések. *Magyar Pedagógia*, 117(2), 221–238.
<https://doi.org/10.17670/MPed.2017.2.221>
- Molnár, G. (2021a). Az IKT szerepe a felsőoktatás megújításában. *Magyar Tudomány*, 182(11), 1488–1501. <https://doi.org/10.1556/2065.182.2021.11.8>
- Molnár, G. (2021b). Challenges and developments in technology-based assessment: Possibilities in science education. *Europhysics News*, 52(2), 16–19. <https://doi.org/10.1051/epn/2021202>
- Molnár, G. (2022). How to make different thinking profiles visible through technology: The potential for log file analysis and learning analytics. In M. Virvou, G. A. Tsihrintzis, L. H. Tsoukalas, & L. C. Jain (Eds.), *Advances in artificial intelligence-based technologies. learning and analytics in intelligent systems* (Vol. 22, pp. 125–145). Cham: Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-80571-5_9
- Molnár, G. (2025). Development of 6 - to 17-year-old students' inductive reasoning: What is the most sensitive period. *Thinking skills and creativity*, 56, 101745.
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101745>
- Molnár, G., & Csapó, B. (2018). The efficacy and development of students' problem-solving strategies during compulsory schooling: Logfile analyses. *Frontiers in Psychology*, 9:302.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00302>
- Molnár, G., & Csapó, B. (2019a). Making the psychological dimension of learning visible: Using technology-based assessment to monitor students' cognitive development. *Frontiers in Psychology*, 10:1368. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01368>
- Molnár, G., & Csapó, B. (2019b). How to make learning visible through technology: The eDia-online diagnostic assessment system. In H. C. Lane, S. Zvacek, & J. Uthman (Eds.), *Proceedings of the 11th International conference on computer supported education (CSEDU)* (Vol. 2, pp. 122–131). Heraklion: Scitepress.
<https://doi.org/10.5220/0007754101220131>
- Molnár, G., & Csapó, B. (2019c). Technology-based diagnostic assessments for identifying early learning difficulties in mathematics. In A. Fritz-Stratmann, P. Räsänen, P., & V. Haase (Eds.), *International handbook of mathematical learning difficulties* (pp. 683–707). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-97148-3_40
- Molnár, G., & Csapó, B. (2020). Separating the disciplinary, application and reasoning dimensions of learning: the power of technology-based assessment. In H. C. Lane, S. Zvacek, & J. Uthman (Eds.), *Computer supported education* (pp. 174–190). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58459-7_9
- Molnár, G., & Kocsis, Á. (2023). Cognitive and non-cognitive predictors of academic success in higher education: a large-scale longitudinal study. *Studies in Higher Education*, 49(9), 1610–1624. <https://doi.org/10.1080/03075079.2023.2271513>
- Molnár, G., Alrababah, S. A., & Greiff, S. (2022). How we explore, interpret, and solve complex problems: A cross-national study of problem-solving processes. *Heliyon*, 8(1), e08775.

- <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08775>
- Molnár, G., Greiff, S., & Csapó, B. (2013). Inductive reasoning, domain specific and complex problem-solving: relations and development. *Thinking skills and Creativity*, 9, 35–45. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2013.03.002>
- Molnár, G., Greiff, S., Wüstenberg, S., & Fischer, A. (2017). Empirical study of computer-based assessment of domain-general dynamic problem-solving skills. In B. Csapó & J. Funke, (Eds.), *The Nature of Problem Solving: Using Research to Inspire 21st Century Learning* (pp. 123–143). Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264273955-en>
- Molnár, G., Turcsányi-Szabó, M., & Kárpári, A. (2020). Digitális forradalom az oktatásban - perspektívák és dilemmák. *Magyar Tudomány*, 181(1), 56–67. <https://doi.org/10.1556/2065.181.2020.1.6>
- Mousa, M., & Molnár, G. (2020). Computer-based training in math improves inductive reasoning of 9- to 11-year-old children. *Thinking Skills and Creativity*, 37, 100687. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100687>
- Nores, M., & Barnett, W. S. (2010). Benefits of early childhood interventions across the world: (Under) Investing in the very young. *Economics of Education Review*, 29(2), 271–282. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2009.09.001>
- Nuutila, K., Tapola, A., Touminen, H., Molnár, G., & Niemivirta, M. (2021). Mutual relationships between the levels and changes in interest, self-efficacy, and perceived difficulty during a task. *Learning and Individual Differences*, 92, 102090. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2021.102090>
- OECD (2013). *PISA 2012 Results: Excellence through equity (Volume II): Giving every student the chance to succeed*. Paris: OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264201132-en>
- OECD (2014). *PISA 2012 results: Creative problem solving (Volume V): Students' skills in tackling real-life problems*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264208070-en>
- OECD (2017). *PISA 2015 Results (Volume V): Collaborative problem solving*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264285521-en>
- OECD (2019). *PISA 2018 Results (Volume I): What students know and can do*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>
- OECD (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The state of learning and equity in education*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- OECD CERI (2007). *Evidence in education: linking research and policy*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264033672-en>
- Ökördi, R. & Molnár, G. (2022). Computer-based intervention closes learning gap in Math accumulated in remote learning. *Journal of Intelligence*, 10(3), 58. <https://doi.org/10.3390/jintelligence10030058>
- Pásztor, A. (2014). Lehetőségek és kihívások a digitális játék alapú tanulásban: egy induktív gondolkodást fejlesztő tréning hatásvizsgálata. *Magyar Pedagógia*, 114(4), 281–301. <http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/id/eprint/7455>
- Pásztor, A. (2016). *Az induktív gondolkodás technológia alapú mérése és fejlesztése*. [Doctoral dissertation, University of Szeged]. Szeged: Doctoral School of Education. <https://doi.org/10.14232/phd.3191>
- Pásztor, A., Magyar, A., Pásztor-Kovács, A., & Rausch, A. (2022). Online assessment and game-based development of inductive reasoning. *Journal of Intelligence*, 10(3), 59. <https://doi.org/10.3390/jintelligence10030059>
- Pásztor-Kovács, A., Pásztor, A. & Molnár, G. (2021). Measuring collaborative problem solving: Research agenda and assessment instrument. *Interactive Learning Environments*, 31(8), 5159–5179. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1999273>
- R. Tóth Krisztina, Molnár Gyöngyvér, Thibaud Latour & Csapó Benő (2011). Az online tesztelés

- lehetőségei és a TAO platform alkalmazása. *Új Pedagógiai Szemle*, 61(1–5), 8–22. <http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/id/eprint/11245>
- Szili, K., Kiss, R., Csapó, B., & Molnár, G. (2022). Computer-based development of reading skills to reduce dropout in uncertain times. *Journal of Intelligence*, 10(4), 89. <https://doi.org/10.3390/jintelligence10040089>
- Wise, A. F., (2019). Learning Analytics: Using data-informed decision-making to improve teaching and learning. In O. O. Adesope & A. G. Rud (Eds.), *Contemporary technologies in education* (pp. 119–143). Cham: Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-319-89680-9_7
- Wu, H., & Molnár, G. (2018a). Interactive problem solving: Assessment and relations to combinatorial and inductive reasoning. *Journal of Psychological and Educational Research*, 26(1), 90–105. <http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/id/eprint/15650>
- Wu, H. & Molnár, G. (2018b). Computer-based assessment of Chinese students' component skills of problem solving: A pilot study. *International Journal of Information and Education Technology*, 8(5), 381–356. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2018.8.5.1067>
- Wu, H. & Molnár, G. (2021). Logfile analyses of successful and unsuccessful strategy use in complex problem-solving: A cross-national comparison study. *European Journal of Psychology of Education*, 36(4), 1009–1032. <https://doi.org/10.1007/s10212-020-00516-y>
- Wu, H. & Molnár, G. (2022). Analysing complex problem-solving strategies from a cognitive perspective: The role of thinking skills. *Journal of Intelligence*, 10(3), 46. <https://doi.org/10.3390/jintelligence10030046>
- Wüstenberg, S., Greiff, S., Molnar, G., & Funke, J. (2014). Determinants of cross-national gender differences in complex problem-solving competency. *Learning and Individual Differences*, 29, 18–29. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.10.006>
- Zhu, Z. T., Yu, M. H., & Riezebos, P. (2016). A research framework of smart education. *Smart Learning Environment*, 3, 4. <https://doi.org/10.1186/s40561-016-0026-2>