

SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM  
NEVELÉSTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA  
INFORMÁCIÓS ÉS KOMMUNIKÁCIÓS TECHNOLÓGIÁK AZ OKTATÁSBAN

WU HAO

**A PROBLÉMAMEGOLDÓ KÉPESSÉG  
FEJLETTSÉGI SZINTJÉT BEFOLYÁSOLÓ  
TÉNYEZŐK AZONOSÍTÁSA: NEMZETKÖZI  
ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLAT**

TÉZISEK

TÉMAVEZETŐ:

PROF. DR. MOLNÁR GYÖNGYVÉR DSC

EGYETEMI TANÁR



SZEGED, 2019

## A DISSZERTÁCIÓ HÁTTERE ÉS FELÉPÍTÉSE

Társadalmunk és környezetünk folyamatos változásban van. Közel minden iparágban gyors technológiai fejlődés tapasztalható, az alkalmazható tudás tartalma gyorsan változik. A problémamegoldó képesség használata mindennapi életünk szerves részét képezi, miután nap mint nap számos problémával találkozunk. Ezek lehetnek egyszerűek vagy komplexek, állandóak vagy dinamikusan változóak, ismerősek vagy teljesen új problémák. A problémamegoldó képesség a 21. század egyik legfontosabb képességévé vált (Dede, 2010), azaz fejlesztése a modern neveléstudomány egyik fő célkitűzésévé és kihívásává vált (Greiff, Holt, és Funke, 2013). A jelen kutatás a problémamegoldó képesség egy speciális fajtáját, a MicroDYN elképzelésen alapuló interaktív problémamegoldó képességet veszi górcső alá.

A problémamegoldás egy transzverzális képesség (Greiff et al., 2014), mely számos mentális tevékenységet és kognitív képességet működtet (lásd Molnár, Greiff, és Csapó, 2013). Miután nem beszélhetünk általánosan véve problémamegoldó képességről, legfeljebb különböző típusú problémák megoldásának képességéről, ezért globális fejlődésének meghatározása nem reális kutatási feladat. Meghatározhatjuk azonban a különböző modelleken alapuló, különböző szerkezetű problémák megoldási képességének fejlődését és feltérképezhetjük azon képességeket, amelyek hatással vannak az általunk definiált problémamegoldó képesség fejlődésére.

A jelen vizsgálat célja a MicroDYN modellen alapuló interaktív problémamegoldó képesség (IPM) komponensképességeinek azonosítása. Sor kerül az IPM fejlődésére ható kognitív háttérváltozók strukturális összefüggéseinek és előrejelző erejének feltérképezésére, ami lehetőséget ad olyan képességfejlesztő programok kidolgozására, amelyek alkalmazása esetén transzferhatásként várható az IPM-t fejlesztése is. A kutatás külön hangsúlyt fektetett annak feltérképezésére, hogy vajon beszélhetünk-e kultúrafüggetlenül az IPM komponensképességeiről, vagy az IPM fejlődését befolyásoló változók kultúránként módosulnak-e (lásd például OECD, 2014; Wüstenberg és mtsai., 2014). A nemzetközi összehasonításban Kína és Magyarország vett részt. A vonatkozó elemzések célja a MicroDYN modellen alapuló interaktív problémamegoldó képesség komponensképességeinek feltérképezése magyar és kínai oktatási kontextusban, mindehhez az IPM képesség és komponensképességeiből felépített strukturális modellek hasonlóságait és különbségeit azonosítjuk és értelmezzük.

A disszertáció szakirodalmi áttekintését a téma kutatásával kapcsolatos főbb terminológiai kérdések – mit tekintünk problémának és hogyan definiálhatjuk a problémamegoldó képességet – áttekintésével indítjuk, miután nincs egységes, nemzetközi szinten mindenki által elfogadott meghatározás ezen a területen. Áttekintjük a szakirodalomban fellelhető, a kutatásokat leginkább meghatározó, az egyes időszakokra leginkább jellemző, illetve a különböző elméleti alappal bíró definíciókat. Bemutatjuk a különféle problémamegoldási típusokat (pl. terület-függő és területfüggetlen; statikus és dinamikus; interaktív; rosszul definiált és jóldefiniált).

Áttekintjük a problémamegoldó képesség mérését célzó kutatások különböző

megközelítéseit és az azok adta fő lehetőségeket (pl.: a problémamegoldó képesség papír-ceruza alapú mérésétől a számítógép-alapú mérésig, az első generációs számítógép-alapú eljárástól a harmadik generációs teszteken alkalmazó eljárásig). A különböző típusú problémamegoldó képesség (analitikus, interaktív, kollaboratív) mérési módszereinek bemutatásán túl – a disszertációban ismertetett elemzések alapját képezően – részletesen tárgyaljuk a problémamegoldó képesség számítógép-alapú mérése előtt álló kihívásokat és a benne rejlő lehetőségeket, melyben a naplófile-elemzés, a logfile elemzés – a modern technológiák által nyújtott egyedülálló lehetőség – fontos szerepet játszik.

Számos kognitív és nem kognitív képességhez köződő tényező befolyásolhatja a diákok problémamegoldó képességének fejlettségi szintjét (Greiff és mtsai., 2014; Molnár, Greiff, és Csapó, 2013). A jelen disszertáció azokat a kognitív képességeket (pl. induktív gondolkodás, kombinatív gondolkodás, kreativitás) és társadalmi-gazdasági vagy affektív tényezőket (pl. nem, szülők iskolai végzettsége, tesztmegoldási motiváció) tárgyalja, állítja a kutatás középpontjába, amelyek a korábbi kis- vagy nagymintás országos vizsgálatokban (Casakin, 2007; Greiff és mtsai., 2015; Molnár, Greiff, és Csapó, 2013; OECD, 2014) a legmeghatározóbbnak bizonyultak és amelyek a legnagyobb hatást gyakoroltak e terület kutatása során (legtöbbit hivatkoztak rájuk) (Bisanz, Bisanz, és Korpan, 1994; Hamers, De Koning, és Sijtsma, 2000; Herrmann, 1995; Molnár és mtsai., 2017). Megvizsgáljuk ezen, többnyire gondolkodási képességeknek és a szakirodalomban kiemelt szerepet játszó háttérváltozóknak a problémamegoldó képesség fejlettségi szintjével való kapcsolatát.

Az elméleti fejezet utolsó egységében áttekintjük a kínai és a magyar diákok problémamegoldó képességével kapcsolatos nemzetközileg ismert kutatási eredményeket. Ezen a ponton erősen támaszkodunk a vonatkozó PISA eredményekre, mivel Kína (Sanghaj által képviselve) és Magyarország is részt vett a PISA 2012 problémamegoldó képesség felmérésben. Elemezzük és értékeljük a felmérésben résztvettek teljesítményét, kiegészítve a kínai és a magyar problémamegoldó képesség vizsgálatára irányuló nagyobb volumenű kutatásokkal is. Végül a disszertáció e fejezete tárgyalja, miért fontos a disszertációban bemutatásra kerülő kutatás és miért lényegesek mind Kína, mind Magyarország számára az eredmények.

A szakirodalmi áttekintés alapján a disszertációban nyolc kutatási kérdés tárgyalására kerül sor. A kutatási kérdések megválaszolásához az IPM oktatási kontextusban történő felmérésére irányuló magyar tapasztalatokat felhasználva (Molnár, Greiff, és Csapó, 2013; Molnár és mtsai., 2017) két empirikus vizsgálatot hajtottunk végre. Egy pilot mérést Kínában és egy összehasonlító mérés Kínában és Magyarországon.

A próbamérésnek az volt a célja, hogy választ kapjunk a kutatások alapját jelentő kutatási kérdésre, vajon a gondolkodási képességek számítógép-alapú online mérése kivitelezhető-e Kínában. Az olyan alapvető információkon túl, mint a vizsgálati minta és a vizsgálat menete, a módszertani fejezet igen részletesen, példákkal illusztrálva bemutatja az alkalmazott mérőeszközöket, kitérve azok eredetére, fejlődéstörténetére, működési módjára. A Kínában végzett próbamérés eredményei alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a gondolkodási képességek

számítógép-alapú online mérése kivitelezhető Kínában, függetlenül a teszt típusától (első-, második- vagy harmadik generációs).

A nemzetközi összehasonlító vizsgálat terve és megvalósítása a Kínai próbamérés tapasztalataira épült. Az IPM magyarországi online felmérésére időben a tanév relatív korábbi szakaszában került sor. Az összehasonlító empirikus vizsgálatot bemutató fejezetben is követtük a módszertani fejezetek ismert struktúráját (minta, mérőeszközök, eljárások). Az eredményeket a kutatási kérdések sorrendjében ismertetjük. Újdonságuk, komplexitásuk és fontosságuk miatt a kínai és a magyar diákok interaktív problémamegoldó környezetben alkalmazott, hagyományos mérési technikákkal nem vizsgálható, feltáró stratégiáinak tanulmányozására irányuló logfile elemzést alkalmazó modern eljárással külön fejezetben foglalkozunk.

A disszertáció utolsó része összegzi az eredményeket, röviden megválaszolja a kutatási kérdéseket. Kitér a kutatás eredetiségére és az eredmények általánosíthatóságának korlátaira.

## **ELMÉLETI HÁTTÉR**

A problémamegoldó képesség számos definíciója és modellje fellelhető a szakirodalomban (lásd Sternberg, 2013; Frensch és Funke, 1995). A jelen kutatásban Frensch és Funke (1995, p. 18) definícióját alkalmaztuk, mely szerint a problémamegoldó képesség egy célvezérelt „gondolkodás, amely a kiinduló és a célállapot között lévő akadályok leküzdésére szolgál viselkedéses és/vagy kognitív, többlépcsős tevékenységek által”. A problémamegoldónak rendszereznie kell az információt és foglalkoznia kell a rosszul definiált vagy többé-kevésbé jól definiált célokkal. A problémamegoldó nem tudja azonnal, hogyan oldja meg a problémát, vagy hogyan érje el a célt (Frensch és Funke, 1995).

A problémamegoldással kapcsolatos korai kutatások többségét általában viszonylag egyszerű és laboratóriumi feladatokkal végezték. Olyan problémákra fókuszáltak a kutatók, amelyek újak voltak a problémamegoldók számára. Például, Ewert és Lambert (1932) a korong problémát (mai nevén Hanoi Tornya) alkalmazták kutatásukban. Az 1970-es évektől kezdődően fokozatosan felismerték, hogy azok az empirikus eredmények és elméleti fogalmak, amelyek egyszerű laboratóriumi feladatokból eredeztethetők nem általánosíthatók a komplexebb valós problémák megoldási képességére (Frensch és Funke, 1995).

Ezen felismerés eltérő kutatási irányokat indukált Észak-Amerikában és Európában (Anzai és Simon, 1979; Bhaskar és Simon, 1977; Funke, 1991). A problémamegoldó képesség kutatása terén végzett észak-amerikai vizsgálatok jellemzően területfüggő problémákat alkalmaztak, különálló természetes tudásterületeken, mint például a matematika (Sokol és McCloskey, 1991), vagy az olvasás (Stanovich és Cunningham, 1991) és a számítógépes készségek (Kay, 1991), valamint a feladat és a problémamegoldó interakcióján keresztül a kezdő és a szakértő problémamegoldó közötti főbb jellemzőkre fókuszáltak. Ezzel szemben az európai kutatások többsége a problémamegoldó képesség általános vizsgálatára irányult, főképp komplex, valós, ismeretlen problémák megoldási folyamatain keresztül

(általában számítógéppel végzett), a megoldandó problémák jellemző tulajdonságaira fókuszálva (Funke, 1991).

Megkülönböztethető statikus és interaktív problémamegoldás. Statikus problémamegoldó környezetben a probléma maga, azaz a problémamegoldó felé közvetített információ statikus és megváltoztathatatlan. A problémamegoldóknak elemezniük kell ezen információdarabokat ahhoz, hogy képesek legyenek megoldani a problémát (Greiff és mtsai., 2013). A problémamegoldás elméletének és technológiájának (különösen a számítógépes technológiának) fejlődésével az interaktív problémamegoldó képesség vizsgálta fokozatosan átvette a statikus problémamegoldó képességvizsgálatok helyét (Frensch és Funke, 1995). Az interaktív problémamegoldást (IPM) „a problémával kapcsolatos információ generálására és integrálására irányuló, a problémamegoldó és a probléma közötti interakció jellemzi” (Greiff és mtsai., 2013, p. 76). Az IPM során a problémamegoldóknak közvetlenül interakcióba kell lépniük a problémával, ahhoz, hogy releváns információhoz jussanak a probléma megoldásához, interakciók sorozata által fel kell térképezniük az adott problémát (OECD, 2010). Interaktív problémamegoldó környezetben ahhoz, hogy a problémakörnyezet alapját képező rendszert egy előre meghatározott célállapotra tudja hozni a problémamegoldó, mind a *tudáselsajátítás, mind a tudásalkalmazás képességét is* használnia kell (Greiff, Holt és Funke, 2013). *A jelen tanulmány a területfüggetlen interaktív problémamegoldó képesség vizsgálatát helyezi középpontba.*

A 21. században egyre elterjedtebbé válik a számítógép-alapú értékelés. A fejlődés következtében három csoportba sorolhatjuk a számítógép-alapú tesztek azok statikussága és interaktivitása szempontjából (Molnár és mtsai., 2017). Az elsőgenerációs számítógép-alapú tesztek közel állnak a statikus papíralapú mérőeszközökhöz. A teszt inger még mindig statikus, csak a közvetítő platform válik kompjuterizálttá (Molnár és mtsai., 2017; Pachler és mtsai., 2010). A másodikgenerációs számítógép-alapú tesztek olyan új ingerformátumokat használnak, amelyeket már nem lehetett a papír-ceruza módszerrel kiközvetíteni, mint például a multimédiás elemek. Mindeközben olyan technikákat is alkalmaznak, mint pl. a konstruktív válasz, az automatikus item generálás, és az automatikus pontozás (Molnár és mtsai., 2017; Pachler és mtsai., 2010), amelyek már megnövelik az értékelés hatékonyságát és lehetővé teszik néhány értékelési forma (pl. önértékelés, adaptív tesztelés stb.) megvalósítását. A szakirodalomban számos kognitív képesség mérésére ismerünk másodikgenerációs számítógép-alapú tesztek (pl. Kambeyo és Wu, 2018; Molnár, Greiff és Csapó, 2013). A másodikgenerációs számítógép-alapú tesztek azonban nem képesek például az interaktív problémamegoldó képesség mérésére, mert még nem elemük az „interakció”, az IPM kulcseleme. Ezt a hiást pótolják a harmadikgenerációs számítógép-alapú tesztek, amelyek lehetővé teszik „a diákok számára a komplex szimulációkkal és a dinamikusan változó itemekkel történő interakció[t]” (Molnár és mtsai., 2017, p. 126). Jelenleg a technológia olyan új lehetőségeket nyújt, amelyek forradalmasíthatják a pedagógiai mérés és értékelés folyamatát (Csapó, Lőrincz és Molnár, 2012). A jelenlegi IKT-technológia egyedülálló értékelési környezetet teremtve – ahol mind a dinamikus, mind az interaktív helyzetek

elérhető – képes a számítógép-alapú tesztelés támogatására (Greiff és mtsai., 2014).

A MicroDYN modell lineáris egyenletrendszeren (LSE) alapul (Funke, 2001), amely modell széleskörben elfogadott és alkalmazott az interaktív problémamegoldás mérésére vállalkozó kutatók körében (lásd Csapó és Molnár, 2017; Greiff, Krkovic és Hautamäki, 2015; Greiff és Wüstenberg, 2014). Erra a modellre épültek az egyik legprominensebb nemzetközi nagymintás vizsgálat, a PISA 2012 problémamegoldó modulján belül kiközvetített problémák is (OECD, 2014). A MicroDYN problémák legfeljebb három bemeneti változót tartalmaznak, amelyek legfeljebb három kimeneti változóhoz kapcsolódhatnak. A bemeneti és a kimeneti változók kapcsolata lineáris egyenletekkel írható le (Greiff és mtsai., 2013). A probléma megoldásának első fázisában, ami azonosítható a tudáselsajátítás fázisával, a problémamegoldóknak interakcióba kell lépnie a rendszerrel úgy, hogy a bemeneti változók értékének változtatásával meg kell figyelnie a kimeneti változók értékváltozását és ezáltal megállapítani a bemeneti és a kimeneti változók közötti kapcsolatot. A problémák megoldásának második felében, a tudásalkalmazás részben a problémamegoldóknak úgy kell az adott problémákat megoldaniuk, hogy a bemeneti változók értékeinek maximum négyszeri változtatásával elérjék a kimeneti változók előre definiált értéktartományát – adott idő, 90 másodperc alatt (Molnár és Csapó, 2018).

A szakirodalom alapján megállapítható, hogy a diákok problémamegoldó képességének fejlettségi szintjét befolyásolhatja munkamemóriájuk kapacitása (Andersson, 2006; Bühner, Kröner és Ziegler, 2008; Greiff és mtsai., 2015; Söderqvist és mtsai., 2012), gondolkodási képességeik fejlettségi szintje, mint például az induktív gondolkodás (Greiff és mtsai., 2015; Hamers és mtsai., 2000; Molnár és mtsai., 2013), a kombinatív gondolkodás (Batanero, Godino és Navarro-Pelayo, 1997; Csapó, 1999; OECD, 2014) és a kreativitás (Binkley és mtsai., 2012; Casakin, 2007; Herrmann, 1995; Pásztor, Molnár és Csapó, 2015). Korábbi tanulmányok rámutattak arra is, hogy a problémamegoldó képesség fejlettségi szintjét néhány nem kognitív tényező is befolyásolhatja, mint például a tesztmegoldási motiváció (Frensch és Funke, 1995; Hackman és Oldham, 1976), a diákok neme (Wittmann és Hattrup, 2004; Wittmann és Süß, 1999), a szülők iskolai végzettsége (Dubow, Boxer és Huesmann, 2009; OECD, 2014), és a diákok által alkalmazott tanulási stratégiák (Csapó és Molnár, 2017; Molnár és mtsai., 2017). Az interaktív problémamegoldó képesség fejlettségi szintjét befolyásoló tényezők azonosítása érdekében ezeket a képességeket és tényezőket állítottuk fókuszba a jelen kutatás keretein belül.

Wüstenberg és mtsai (2012) megállapították, hogy a problémák megismerése során alkalmazott feltérképező stratégiák minősége, milyensége kulcsfontosságú szerepet játszik a problémamegoldás sikerességében. A hatékony információfeltárás és -előállítás a sikeres problémamegoldás kulcsa. Az egyszerre csak egy változó változtatására építű felfedező stratégia az IPM problémák feltérképezésének alapvető módszere, amit gyakran emlegetnek „Variálj-Egyszerre-Csak-Egy-Dolgot-Stratégia” vagy az angol rövidítése nyomán VOTAT (“Vary-One-Thing-At-A-Time-Strategy”) stratégiaként (Vollmeyer, Burns és Holyoak, 1996). A VOTAT stratégia alkalmazása során “a problémamegoldó csak egy bemeneti változót változtat szisztematikusan, mialatt a többi változatlanul hagyja. Ily módon az éppen megváltoztatott változó

hatása közvetlen megfigyelhető a kimeneti változóban bekövetkezett változások megfigyelésével” (Molnár és Csapó, 2018, p. 2). Néhány korábbi tanulmány rámutatott arra, hogy a VOTAT alkalmazására képes diákok nagyobb valószínűséggel teljesítenek jobban egy problémamegoldó környezetben (Greiff és mtsai., 2018), különösen akkor, ha a probléma egy minimális komplex rendszeren alapul (mint pl. a MicroDYN problémák) (Fischer és mtsai., 2012).

A területáltalános interaktív problémamegoldó képesség vizsgálata Európában széleskörű hagyományokkal rendelkezik, ugyanakkor Európán kívül pl. az USA-ban vagy Kínában, nincsenek kutatási hagyományai. A kínában végzett problémamegoldással kapcsolatos kutatások többsége a területfüggő és nem a területfüggetlen problémamegoldó képesség vizsgálatára irányul. Ugyanakkor Kína (Sanghaj által képviselve) és Magyarország is részt vett a PISA 2012 felmérésben (OECD, 2014). A PISA eredmények alapján a kínai diákok a legjobban teljesítők közé tartoztak (OECD, 2014), ugyanakkor a három fő területen (matematika, olvasás és természettudományok) nyújtott eredmény alapján prognosztizált teljesítménynél alacsonyabban teljesítettek. A magyar diákok átlagosan alacsony problémamegoldó képességszintjük miatt a nemzetközi skálán a legalacsonyabban teljesítők csoportjához tartoztak (a 33. helyen állt a 44-ből, OECD, 2014). Ennek következtében mind a kínai, mind a magyar diákoknak szüksége van problémamegoldó képességeik fejlesztésére. E cél elérése érdekében, pontosabban fel kell térképeznünk a kínai és a magyar diákok problémamegoldó képességszintjében lévő eltéréseket, a problémák megoldása során alkalmazott stratégiák különbözőségét, a teljesítményüket befolyásoló kognitív és nem-kognitív tényezőket, azaz a problémamegoldó képesség komponensképességeit mind Kínában, mind Magyarországon.

## **A KUTATÁS CÉLJA, KUTATÁSI KÉRDÉSEK ÉS –HIPOTÉZISEK**

A kutatás célja az interaktív problémamegoldó képesség (IPM) komponensképességeinek, a képesség fejlődését befolyásoló kognitív és nem kognitív tényezők feltérképezése, a képesség kínai és magyar oktatási kontextusban való fejleszthetősége sajátosságainak azonosítása. A kutatás első fázisának célja egyrészt a számítógép-alapú mérés távolkeleti kivitelezhetőségének és a mérőeszközök megbízhatóságának tesztelése volt. Másrészt, már a pilot kutatás keretein belül is elemeztük a problémamegoldó képesség dimenzionalitását és néhány kognitív, valamint affektív tényező teljesítménybefolyásoló erejét. A kínai-magyar összehasonlító vizsgálat az IPM szerkezetében és a különböző oktatási kontextusban alkalmazott felfedező stratégiákban lévő hasonlóság és különbségek feltárására fókuszált.

A kutatás nyolc kutatási kérdésre kereste a választ és ellenőrizte a szakirodalmi elemzés alapján felállított vonatkozó hipotéziseket.

KK1. Megvalósítható-e kínai oktatási kontextusban a számítógép-alapú tesztelés? Mennyire megbízhatóan használhatóak az IPM harmadikgenerációs online tesztjei, az induktív gondolkodás, a kombinatív gondolkodás és a kreativitás

másodikgenerációs online tesztjei a kínai kulturális és iskolahálózati környezetben?

H1: A számítógép-alapú mérés, akár csak a jelen vizsgálatban használt tesztek megbízhatóan alkalmazhatóak a kínai kulturális és iskolahálózati környezetben.

KK2. A tudás elsajátítását és alkalmazását, mint az IPM két dimenzióját mérő problémák viselkedése független-e a kulturális kontextustól?

H2: Az IPM kapcsán egyértelműen elkülöníthető egymástól a tudás elsajátítása és a tudás alkalmazása fázisok, függetlenül a kulturális kontextustól. Azaz, a kétdimenziós modelltől szignifikánsan jobb illeszkedést várunk, mint a két folyamatot egy faktorrá kombináló egydimenziós modelltől.

KK3. Lehet-e az IPM mérés invariáns nemek és nemzetiség szerint, mind az európai, mind az ázsiai kontextusban?

H3: Az IPM lehet mérés invariáns a férfiak és a nők, valamint Magyarország és Kína összevetésében.

KK4. Azonosíthatók-e fejlődésbeni különbségek a 12 éves (3 évvel a PISA életkort megelőzően) magyar és kínai diákok IPM-e között?

H4: Fejlődésbeni különbségek azonosíthatók a 12 éves magyar és kínai diákok IPM-ében.

KK5. Milyen fejlődésbeni különbségeket lehet azonosítani nem és nemzetiség szerint, a kínai férfiak és nők, valamint a magyar férfiak és nők között.

H5: A kínai 12 éves diákok szignifikánsan jobb teljesítményt nyújtanak, mint az ugyanolyan életkorú magyar diákok; A kínai és a magyar fiúk teljesítménye statisztikailag magasabb vagy ugyanakkora, mint a lányoké.

KK6. Az induktív gondolkodás, a kombinatív gondolkodás és a kreativitás a problémamegoldó képesség komponenskéességei? Mennyire erős a kínai és a magyar 12 éves diákok problémamegoldó képességszintjére gyakorolt előrejelző erejük?

H6: Az induktív gondolkodás, a kombinatív gondolkodás és a kreativitás a problémamegoldó képesség komponenskéességei, szignifikáns előrejelző erővel bírnak mind a kínai, mind a magyar 12 éves diákok problémamegoldó teljesítményére vonatkozóan.

KK7. A gondolkodási képességeken kívül mely tényezők befolyásolják a kínai és a magyar diákok IPM teljesítményét? Mennyire erős ez a hatás?

H7: A kiválasztott nem gondolkodási képesség tényezők (munkamemória, szülők iskolai végzettsége, tanulási stratégiák, és tesztmegoldási motiváció) szignifikáns befolyással vannak a kínai és a magyar diákok IPM teljesítményére.



KK8. A kínai és a magyar diákok eltérő feltérképező stratégiákat alkalmaznak-e a problémamegoldási folyamat során? Hogyan befolyásolják feltérképező stratégiáik problémamegoldó teljesítményüket?

H8: A kínai és a magyar diákok különböző feltérképező stratégiákat alkalmaznak a problémák megoldása során. A különböző feltérképező stratégiák alkalmazása különböző problémamegoldási teljesítményhez vezethet.

## **PRÓBAMÉRÉS (PILOT): A GONDOLKODÁSI KÉPESSÉGEK SZÁMÍTÓGÉP-ALAPÚ MÉRÉSÉNEK MEGVALÓSÍTHATÓSÁGA KÍNÁBAN**

### **Kutatási cél**

A próbamérés célja a KK1 kutatási kérdés megválaszolása és a H1 hipotézis igazolása.

### **Minta**

A minta életkorának kiválasztásánál a problémamegoldó képesség fejlődését leíró, szakirodalomból ismert görbe alapján az intenzív fejlődési fázis kezdetére, a 12 éves korra esett a választás (lásd Molnár, Greiff és Csapó, 2013), azaz a próbamérés résztvevőit 12 éves diákok közül választottuk ki. 50 kínai diák (27 fiú; 23 lány) vett részt a kutatásban. Minden résztvevő hatodik osztályos volt (kor  $M=12,28$ ,  $SD=0,50$ ).

### **Mérőeszközök**

A nemzetközi szinten már többször alkalmazott számítógép-alapú IPM tesztre építettük a kutatást (Greiff és mtsai., 2012; Wüstenberg és mtsai., 2012). Első lépésben a németek által kidolgozott, magyarok által adaptált mérőeszközt (angolról) egyszerűsített kínai nyelvre fordítottuk, amelyet nyelvi szakértők ellenőriztek. A kutatásban alkalmazott induktív gondolkodás (négy dimenzió: figurális sorozatok, figurális analógia, szám analógia, és számsorozatok; Csapó, 1997; Csapó, Molnár és Tóth, 2009; Molnár, 2011), kreativitás (Pásztor, Molnár és Csapó, 2015) tesztek magyar fejlesztésű tesztek, a munkamemória (Kyttälä és mtsai., 2014) teszt alapját finn kollégák dolgozták ki, amit magyar kollégák adaptáltak és továbbfejlesztettek. Utóbbi verziót alkalmaztuk kínaiul. Egy háttérváltozókat tartalmazó kérdőívet is kitöltöttek a diákok. A kérdőív a diákok életkorára, nemére, a szülők iskolai végzettségére és a tanulási stratégiákra kérdezett rá (a PISA 2003-ból átvéve, Artelt és mtsai., 2003).

### **A vizsgálat menete**

A tesztek az eDia (Electronic Diagnostic Assessment) platformon keresztül kerültek kiközvetítésre (Csapó és Molnár, 2019). Az adatfelvételre az iskola IKT-termében került sor 2016 júniusában. A teszteket három, egyenként 45 perces etapokban oldották meg a diákok. Az első részben a diákok az induktív gondolkodás teszten dolgoztak. A második részben az IPM tesztet oldották meg, míg a harmadik részben a

munkamemória és a kreativitás teszt, valamint a kérdőív kitöltésére került sor. Mindegyik teszt kapcsán (az emberi javítást igénylő kreativitás teszten kívül) azonnali visszacsatolást kaptak a diákok az eDia platformon keresztül. Ahogyan az az elméleti részben kifejtésre került, a kombinatív gondolkodás fejlettségi szintje is várhatóan hatással bír a diákok problémamegoldó képességének fejlettségi szintjére, azonban miután a teszt kínai adaptációja nem készült el teljes mértékben a próbamérés időpontjára, annak kiközvetítése sem valósult meg a pilot mérés keretein belül.

### **Eredmények és értelmezésük**

A pilot mérés sikeresen megvalósult. A diákoknak nem okozott problémát a számítógép-alapú tesztek kezelése. A diákok átlagteljesítménye az IPM, az induktív gondolkodás és a kreativitás teszteken 47,73% (SD=21,78%), 80,33% (SD=8,63%), és 2,91 (SD=4,02) volt. A három tesztre vonatkozó Cronbach alpha 0,72 és 0,90 között mozgott. Az eredmények alátámasztották a KK1 kutatási kérdéshez tartozó hipotézisünket, miszerint a gondolkodási képességek számítógép-alapú mérése kivitelezhető és megbízhatóan megvalósítható Kínában. A kutatásban adaptált mérőeszközök alkalmasak a 12 éves kínai diákok gondolkodási képességeinek mérésére (KK1) *A H1 hipotézis igazolást nyert.*

Rasch elemzést alkalmaztunk annak vizsgálatára, hogy az IPM teszt nehézségi szintje megfelel-e a diákok képességszintjének. Az eredmények szerint néhány IPM item nehéznek bizonyult a diákok számára. Az összes nehéznek bizonyult item öndinamikát tartalmazó probléma volt (lásd Greiff és mtsai., 2013), amely jelentős mértékben megnövelte az itemek nehézségi indexét. Az induktív gondolkodás tesztben viszont, ahogy az átlagos teljesítmény is mutatja, több olyan feladat is volt, amely túl könnyűnek bizonyult a kutatásban résztvevő diákok számára. Ezek az itemek főként a figurális analógia és a figurális sorozatok altesztekhez tartoztak.

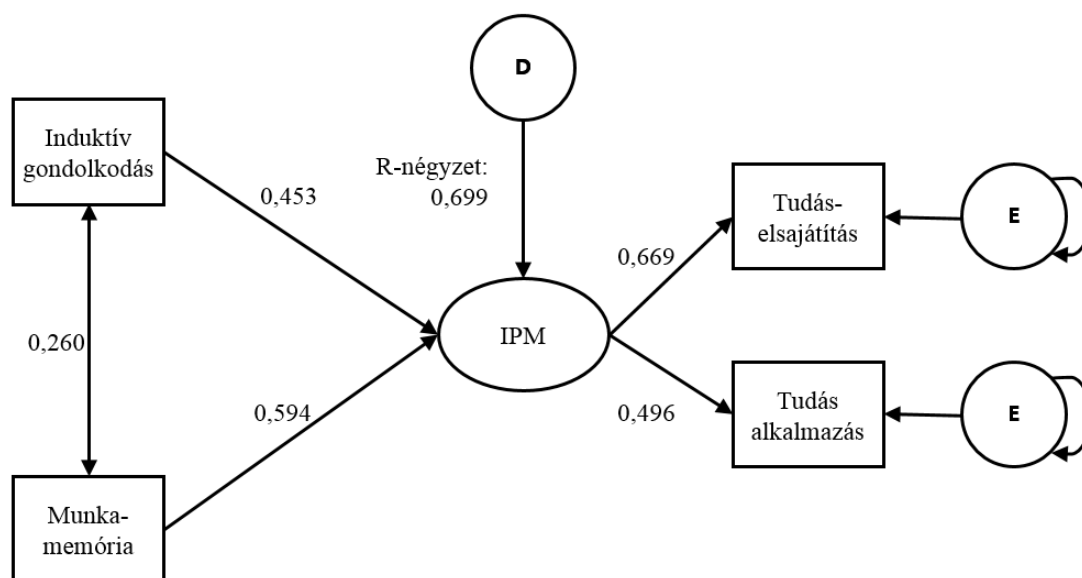
A szakirodalom alapján feltételeztük, hogy igazolni tudjuk az IPM teszt mögött lévő tudáselsajátítás és tudásalkalmazás folyamatait tartalmazó kétdimenziós mérési modellt, azaz megerősítsük az IPM korábbi nemzetközi szinten végzett dimenzionalitásvizsgálatok eredményeit. A kétdimenziós mérési modellen túl egy egydimenziós mérési modellt is teszteltünk, amelyben mindkét folyamatot egyetlen általános faktorban egyesítettük. Mindkét modell jó illeszkedést mutatott, és nem volt kimutatható szignifikáns különbség a két modell között ( $p > 0,05$ ). Az eredmények azt jelzik, hogy az IPM egydimenziós és kétdimenziós konstrukcióként is magyarázható; azonban, a próbamérés alacsony mintaelemszáma is előidézhetette ezt az állapotot. Mivel az európai nagymintás mérésekben a kétdimenziós modell használata preferáltabb és empirikusan igazolt, valamint a  $\chi^2$  értéke a saját kutatásunkban is alacsonyabbnak bizonyult, úgy döntöttünk, hogy a kétdimenziós modellre támaszkodunk a későbbi elemzésekben.

A különböző gondolkodási képességek fejlettségi szintje közötti összefüggések szorosságát lineáris korrelációs együtthatóval jellemeztük. Szignifikáns összefüggés mutatkozott a problémamegoldó képesség és az induktív gondolkodás fejlettségi szintje között ( $r=0,440$ ,  $p < 0,01$ ), valamint az induktív gondolkodás és a kreativitás között ( $r=0,363$ ,  $p < 0,05$ ). Nem detektáltunk szignifikáns összefüggést a

problémamegoldó képesség és a kreativitás erőssége között. Miután a korrelációs elemzés kis elemszámú mintán alapult, az eredmények általánosíthatósága erősen korlátozott. A munkamemória teszten elért eredmények ugyancsak szignifikáns összefüggést mutattak a problémamegoldó képességeszten nyújtott teljesítményekkel ( $r=0,522$ ,  $p<0,05$ ), de nem adódott szignifikáns összefüggés a munkamemória és az induktív gondolkodás, valamint a munkamemória és a kreativitás eredmények között.

A független t-próba alapján a fiúk és a lányok teljesítménye nem különbözött egymástól jelentősen ( $p>0,05$ ). A különböző szülői iskolázottsági háttérrel rendelkező diákok statisztikailag azonos teljesítményt nyújtottak a gondolkodási képesség teszteken ( $p>0,05$ ). Azok a diákok, akik a tanulás során a memorizáló stratégiákat preferálják, szignifikánsan alacsonyabb teljesítményt nyújtottak az induktív gondolkodás teszten, mint azok a diákok, akik egyéb, hatékonyabb tanulási stratégiákat alkalmaznak a tanulás során ( $t= -2,94$ ,  $p<0,05$ ). Például a kontroll stratégiákat preferáló diákok szignifikánsan jobban teljesítettek mind az IPM ( $t=2,20$ ,  $p<0,05$ ), mind az induktív gondolkodás ( $t=2,81$ ,  $p<0,05$ ) és a kreativitás ( $t=2,20$ ,  $p<0,05$ ) teszteken is, mint társaik.

Strukturális egyenleteken alapuló (SEM) elemzéseket alkalmaztunk (1. ábra) az IPM komponensképességeinek feltérképezése, a diákok problémamegoldó képességszintjét befolyásoló tényezők erősségének meghatározása során. A kidolgozott SEM modell jó illeszkedést mutatott (RMSEA=0,00; SRMR=0,03; CFI=1,00; TLI=1,02). Az 1. ábra SEM modellje az IPM képességet, mint látens változót tartalmazza, amely az empirikusan mérhető tudáselsajátítás és tudásalkalmazás fázisokkal magyarázható ( $\beta=0,496-0,669$ ;  $p<0,01$ ).



**1. ábra.** Az IPM (interaktív problémamegoldó) képesség SEM modellje és a fejlettségi szintjét előrejelző tényezők a pilot mérés eredményei alapján

Az induktív gondolkodás és a munkamemória IPM-re gyakorolt előrejelző ereje jelentősnek bizonyult ( $\beta=0,453-0,594$ ,  $p<0,05$ ), miközben egymással is szignifikáns

kapcsolásban állnak ( $r=0,260$ ,  $p<0,05$ ). Egyéb vizsgált tényezők nem gyakoroltak statisztikailag szignifikáns hatást a diákok IPM képességére. A kutatási eredmények erős korlátja azonban a pilot mérés alacsony mintaelemszáma.

## **A PROBLÉMAMEGOLDÓ KÉPESSÉG ÉS KOMPONENSKÉPESSÉGEINEK NEMZETKÖZI ÖSSZEHAJONLÍTÓ VIZSGÁLATA OKTATÁSI KONTEXTUSBAN**

### **Kutatási célok**

A nemzetközi összehasonlító vizsgálat célja a KK2-KK7 kutatási kérdések megválaszolása és a H2-H7 hipotézisek tesztelése volt. A kreativitás tesztet kihagytuk az összehasonlító vizsgálatból, mivel annak pontozása nagyon időigényes, emberi munkát igénylő folyamat. Ennek megfelelően változtattunk a KK6 kutatási kérdéscén és a H6 hipotézisen.

### **Minta**

A mintavétel továbbra is a 6. osztályosok körében történt (12 éves diákok), mind Magyarországon, mind Kínában. 187 kínai diák (85 fiú és 102 lány; átlagéletkor=11,93, SD=1,06) és 835 magyar diák (382 fiú és 453 lány, átlagéletkor=11,86, SD=0,43) adatait vontuk be az elemzésbe, akik háttérváltozók tekintetében hasonló társadalmi és családi környezetből érkeztek, hasonló gazdasági-társadalmi indexel rendelkeztek a mintaillesztés során.

### **Mérőeszközök**

A próbamérés eredményei alapján apróbb módosításokat hajtottunk végre a teszteken. Az IPM tesztből töröltünk minden öndinamikát tartalmazó problémát, mert azok túl nehéznek bizonyultak a 12 éves diákok számára. A túl könnyű itemek törlésével és nehezebb itemek hozzáadásával növeltük az induktív gondolkodás teszt nehézségi szintjét. Adaptáció után alkalmaztuk az eredetileg Magyarországon kidolgozott kombinatív gondolkodás tesztet (két dimenzió: verbális és figurális; Csapó, 1999; Pásztor és Csapó, 2014). A változtatások következtében a kínai és a magyar diákok nem teljesen ugyanazokat a teszteket oldották meg, azonban az azonos területek magyar és kínai változatának feladatai közötti horgony itemek lehetővé tették az eredmények közös képességskálán történő jellemzését.

### **A vizsgálat menete, adatelemzés**

Az adatfelvételt, a tesztek kiközvetítését az eDia platform segítségével végeztük, az iskolák IKT-termeit igénybe véve. A kutatásra 2017. júniusában és júliusában került sor. A mérés összesen két órát vett igénybe, három 40 perces részre bontva.

1. rész: IPM teszt (a tesztmegoldási motiváció kérdőívvel kombinálva).
2. rész: Induktív gondolkodás teszt, munkamemória teszt.
3. rész: Kombinatív gondolkodás teszt, háttérváltozókra irányuló kérdőív.

A feladatok, problémák instrukciói egyszerűsített kínai, valamint magyar nyelven kerültek alkalmazásra. A feladatokra adott helyes válasz esetén a diákok 1 pontot,

különben 0 pontot kaptak. A diákok által adott válaszokat és azok helyességét az eDia-rendszer automatikusan rögzítette, majd a teszt utolsó feladatának megoldása után százalékos visszacsatolást adott a diákok részére a teszt egészén nyújtott teljesítményükről.

### **Eredmények és értelmezése**

A tesztek megbízhatósági mutatói (Cronbach- $\alpha$ ) mindegyik teszt esetében megfelelőnek bizonyultak, mind a kínai (0,90-től 0,96-ig terjedő), mind a magyar (0,84-től 0,92-ig terjedő) mintában. A tesztek magas belső konzisztencia-értéke megerősítette azt a feltevést, hogy az online tesztek megbízhatóan alkalmazhatóak 12 éves diákok gondolkodási képességének mérésére. Az IPM, az induktív gondolkodás és a kombinatív gondolkodás tesztek átlaga 40% és 60% közé esett a kínai mintában, 33% és 68% között volt a magyar mintában. Mindkét esetben közel álltak a feltételezett optimális értékhez (40%-60%), a tesztek nehézségi szintje közel ideális volt az elemzéshez. A Rasch modellel történő skálázás után kijelenthettük, hogy az összes vizsgált gondolkodási képesség teszt nehézségi szintje illeszkedett a diákok képességszintjéhez.

Az IPM teszt elméleti modelljének két dimenziója a tudáselsajátítás és a tudásalkalmazás. Megerősítő faktoranalízis alapján mind az egydimenziós (mindkét folyamatot egy általános tényező alatt kombinálva), mind a kétdimenziós modellekkel teszteltük, hogy a tudásszerzési és tudásalkalmazási folyamatok empirikusan megkülönböztethetők-e vagy sem. A  $\chi^2$ -próba alapján mind a kínai, mind a magyar adatokon a kétdimenziós modell szignifikánsan jobban illeszkedett az adatokhoz, mint az egydimenziós modell (CN:  $\chi^2=12,98$ ,  $p<0,01$ , HU:  $\chi^2=78,57$ ,  $p<0,01$ ). Az IPM egyértelműen leírható és jellemezhető kétdimenziós konstruktként; a tudáselsajátítás és tudásalkalmazás folyamatai empirikusan megkülönböztethetők egymástól. (KK2) A *H2 hipotézis igazolást nyert*. A megerősítő faktoranalízis alapján a kombinatív gondolkodás esetén is külön dimenzióba sorolható a verbális és a figurális feladatokon történő műveletvégzés mind a kínai ( $\chi^2=152,53$ ,  $p<0,01$ ), mind a magyar ( $\chi^2=34,30$ ,  $p<0,01$ ) mintában. Az induktív gondolkodás kapcsán a négydimenziós modell illeszkedett leginkább az adatokhoz (figurális sorozatok, figurális analógia, számanalógia és számsorozatok) mindkét kultúrában ( $p<0,01$ ).

Nem és nemzetiség szerint mérési invariancia elemzést végeztünk annak ellenőrzésére, hogy az IPM teszt alkalmazható-e, ugyanazt méri-e, ugyanazokat a képességeket működteti-e nemtől és nemzetiségtől függetlenül, mind a magyar, mind a kínai kontextusban. A mérési invariancia elemzés kiindulási modelljét a teljes mintában és az egyes almintákban legjobban illeszkedő modell adta (Byrne és Stewart, 2006).

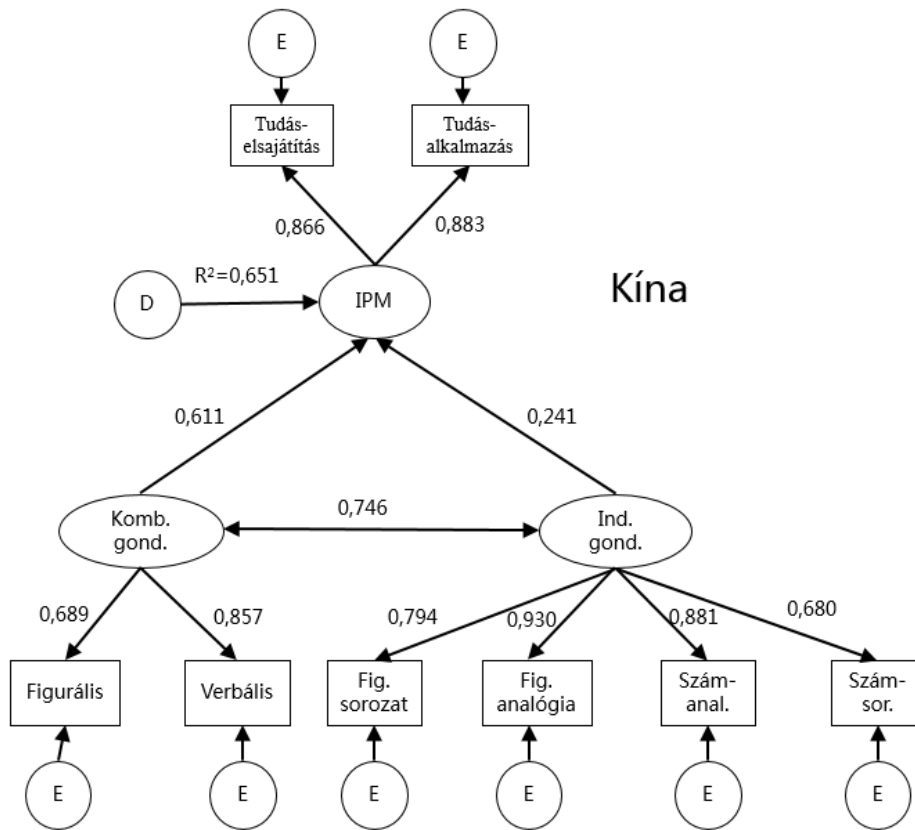
Az invariancia első szintje a konfigurális invariancia, ami azt vizsgálja, hogy mérési modell struktúrája invariáns-e a csoportok között. Az invariancia tesztelésének második szintjén, a metrikus invariancia vizsgálata során, a mért változók által meghatározott látens faktorok faktorsúlyainak összevetése valósult meg (Byrne és Stewart, 2006)

A többsoportos (CN-HU) megerősítő faktoranalízis (CFA) eredményei azt

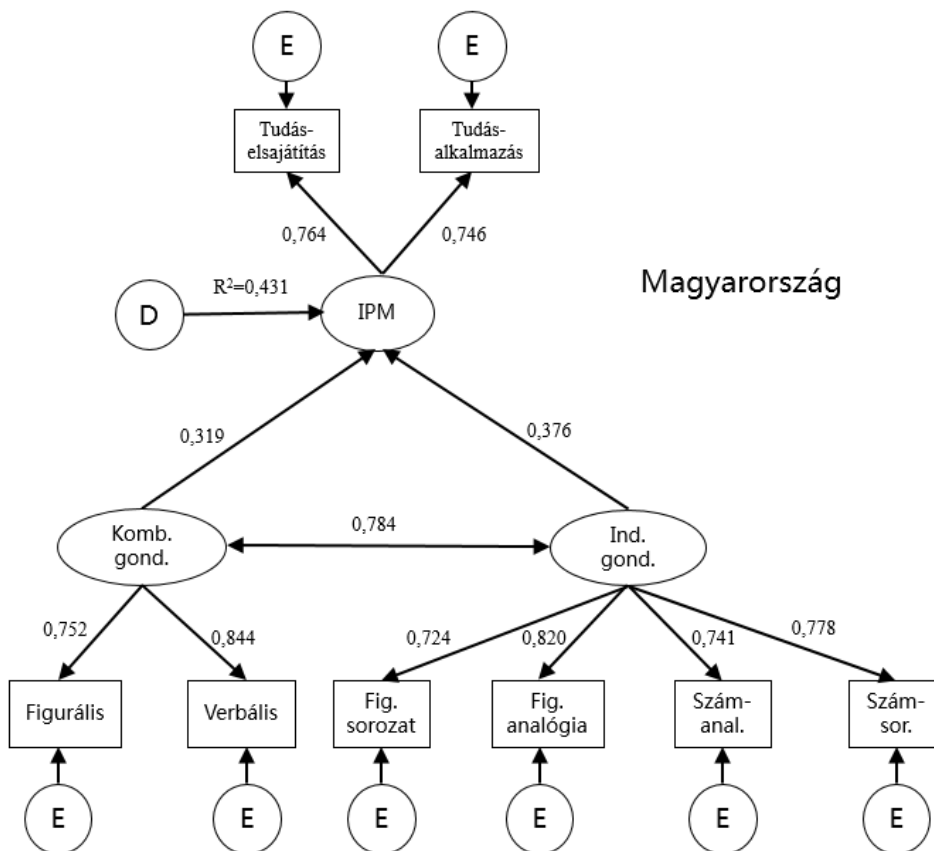
mutatták, hogy a metrikus invariancia modell a konfigurális modellhez képest gyengébben illeszkedett ( $\chi^2=122,82$ ,  $p<0,05$ ), azaz az IPM mérése nemzetiség szerint nem invariáns. A többszoportos (fiú-lány) megerősítő faktoranalízis szerint a konfigurális invariancia modell illeszkedése azonoson mértékű volt a metrikus invariancia modellel mindkét kultúrában (CN:  $\chi^2=11,83$ ,  $p>0,05$ ; HU:  $\chi^2=15,90$ ,  $p>0,05$ ). Összességben az IPM ugyanazon kultúrán belül invariánsnak bizonyult nemek szerint (KK3). A *H3 hipotézis csak részben igazolódott*. Mivel a feladatok minimális mennyiségű olvasást igényeltek, feltételeztük, hogy az invariancia-hiány oka a diákok problémamegoldás közbeni különböző kognitív stílusaiban, eltérő eljárásaiban keresendő. Ezt támasztja alá az a kutatási eredmény is, miszerint az alkalmazott eljárásokat befolyásolhatja a kulturális háttér (Nisbett és Miyamoto, 2005), és jelentős kulturális különbség van Kína és Magyarország között.

A kínai és a magyar diákok nem teljesen ugyanazokat az itemeket kapták. A valószínűségi tesztelmélet eszköztárából alkalmaztuk a kínai és a magyar diákok teljesítményének ugyanazon skálán történő jellemzéséhez. A kínai és a magyar diákok teljesítménye statisztikailag nem különbözött egymástól az IPM teszten (CN:  $M=-0,81$ ,  $SD=2,07$ ; HU:  $M=-0,81$ ,  $SD=1,48$ ) ( $p>0,05$ ). Azaz, az adatfelvételben résztvevő kínai és a magyar diákok IPM képességszintje átlagosan azonos volt. (KK4) A *H4 hipotézist elvetettük*. Az IPM teszten a magyar ( $M=-0,66$ ,  $SD=1,58$ ) és a kínai fiúk ( $M=-0,75$ ,  $SD=1,40$ ), valamint a kínai lányok ( $M=-0,87$ ,  $SD=2,02$ ) teljesítménye nem különbözött szignifikánsan egymástól ( $p>0,05$ ). A képességfejlődés gyors fázisa előtt álló 12 éves magyar fiúk, kínai fiúk és kínai lányok IPM képességszintje átlagosan azonos volt, csupán a magyar lányok ( $M=-0,93$ ,  $SD=1,40$ ) teljesítménye különbözött szignifikánsan ( $t=-2,68$ ,  $p<0,01$ ) kortársaik teljesítményétől. (KK5) A *H5 hipotézis csak részben igazolódott*.

Két SEM modellt állítottunk fel annak vizsgálatára, hogy milyen azonosságok és eltérések detektálhatóak az IPM képesség komponensképességeinek (kombinatív gondolkodás, induktív gondolkodás) előrejelző ereje kapcsán kínai és magyar kontextusban (2. és 3. ábra). A dimenzionalitás-elemzések alapján mindhárom gondolkodási képesség többdimenziós konstruktként értelmezhető. A SEM modell illeszkedési mutatói megfelelőnek bizonyultak ( $\chi^2=25,83$ ,  $df=17$ ,  $CFI=1,00$ ,  $TLI=1,00$ ,  $RMSEA=0,03$ ,  $SRMR=0,02$ ) a magyar minta esetében, alacsonyabbnak, de még mindig elfogadhatónak a kínai mintában ( $\chi^2=42,34$ ,  $df=17$ ,  $CFI=0,97$ ,  $TLI=0,96$ ,  $RMSEA=0,09$ ,  $SRMR=0,04$ ). A SEM modellek alapján megállapítható, hogy kulturális kontextustól függetlenül a kombinatív és az induktív gondolkodás az IPM képesség jelentős előrejelző faktorai, az IPM képesség fontos komponensképességei. (KK6) A *H6 hipotézis megerősítést nyert*. Kimutatható különbségeket tapasztaltunk a kínai és a magyar diákok kognitív stílusaiban között. A kombinatív ( $\beta=0,319$ ) és az induktív gondolkodás ( $\beta=0,376$ ) alapvetően azonos mértékű befolyást gyakorolt a magyar diákok problémamegoldó képességére; míg a kínai mintában a kombinatív gondolkodás ( $\beta=0,611$ ) sokkal fontosabb szerepet játszott, mint az induktív gondolkodás fejlettségi szintje ( $\beta=0,241$ ). Az IPM mérési invariancia-hiány oka a diákok problémamegoldás során alkalmazott különböző kognitív stílusaiban keresendő.



**2. ábra.** SEM modell: az IPM komponenskéességei – kínai minta



**3. ábra.** SEM modell: az IPM komponenskéességei – magyar minta

A diákok IPM teljesítménye mindkét oktatási rendszerben erősen korrelált munkamemóriájuk kapacitásával (CN:  $r=0,530$ ,  $p<0,01$ ; HU:  $r=0,390$ ,  $p<0,01$ ). A tesztmegoldási motiváció szignifikáns összefüggést mutatott a kínai 12 éves diákok IPM teljesítményével ( $r=0,505$ ,  $p<0,05$ ), ugyanakkor a magyar diákok kapcsán nem detektáltunk statisztikailag jelentős kapcsolatot ( $p>0,05$ ). A kínai diákok tesztmegoldási motivációja magasabbnak bizonyult. A diákok édesanyjának (CN:  $r=0,330$ ,  $p<0,01$ ; HU:  $r=0,155$ ,  $p<0,01$ ) és édesapjának (CN:  $r=0,232$ ,  $p<0,01$ ; HU:  $r=0,122$ ,  $p<0,01$ ) iskolai végzettsége mindkét kultúrában pozitívan és szignifikánsan korrelált a diákok IPM teljesítményével. Mindkét csoportban SEM modellezést használtunk annak érdekében, hogy elemezzük a diákok tanulási stratégiáinak problémamegoldó teljesítményre vonatkozó előrejelző erejét. Az illeszkedésmutatók elfogadhatóak voltak mind a kínai ( $\chi^2 = 222,34$ ,  $df=111$ ,  $p<0,01$ ,  $CFI=0,93$ ,  $TLI=0,93$ ,  $RMSEA=0,08$ ,  $SRMR=0,08$ ) mind a magyar ( $\chi^2 = 244,01$ ,  $df=110$ ,  $p<0,01$ ,  $CFI=0,96$ ,  $TLI=0,95$ ,  $RMSEA=0,04$ ,  $SRMR=0,04$ ) minta esetében. A gyakran memorizálva tanuló kínai diákok tipikusan alacsonyabban teljesítettek az IPM teszten ( $\beta=-0,531$ ,  $p<0,01$ ), míg Magyarországon ennek éppen a fordítottját tapasztaltuk ( $\beta=0,213$ ,  $p<0,01$ ). Az elaborációs ( $\beta=0,450$ ,  $p<0,01$ ) vagy a kontroll ( $\beta=0,320$ ,  $p<0,01$ ) tanulási stratégiákat alkalmazó kínai diákok jobb problémamegoldónak bizonyultak. Összességében e két tanulási stratégia alkalmazása nem gyakorolt szignifikáns hatást a magyar diákok problémamegoldó képességszintjére. A kutatásba bevont három tanulási stratégia csoportonként szignifikánsan különböző előrejelző erővel bírt a diákok problémamegoldó teljesítményére. A fenti eredmények alapján feltételezzük, hogy a kínai és a magyar diákok eltérő felfedező stratégiákat használnak a problémák megoldása során, mely felfedező stratégiák alkalmazását másként befolyásolta a három tanulási stratégia. Összefoglalóan megállapítható, hogy a kutatásba bevont minden egyes nem gondolkodási képességfaktor (ideértve a munkamemóriát, a tanulási stratégiákat, a tesztmegoldási motivációt, a szülők iskolai végzettségét) kultúrafüggetlenül befolyásolja a diákok problémamegoldó képességében fejlettségi szintjét. (KK7) Annak ellenére, hogy a befolyásoló erő kultúránként más és más volt (különösen a tanulási stratégiák esetében), *a H7 hipotézis igazolást nyert.*

## **A DIÁKOK PROBLÉMAMEGOLDÓ STRATÉGIÁINAK NEMZETKÖZI ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA: LOGFILE ELEMZÉSEK**

### **Kutatási cél**

A KK8 kutatási kérdést logfile elemzés segítségével kívántuk megválaszolni, azaz a H8 hipotézis igazolása is logfile elemzéseken alapul.

### **Minta és a vizsgálat menete**

A kutatás az előző részekben bemutatott adatfelvételek adatainak másodelemzésén, a válaszadatokon túl, a mérés során rögzített egyéb adatok, úgynevezett logadatok elemzésén alapult. Ennek következtében a vizsgálat résztvevői és menete megegyeznek a korábban részletezettekkel.



### **A logfile adatok előkészítése az adatelemzéshez**

A logfile-elemzések a diákok által alkalmazott feltérképező stratégiák azonosítására fókuszáltak, azaz a problémamegoldási folyamat első szakaszában, a tudásszerző szakaszban mutatott viselkedésük klaszterezésére irányult. Molnár és Csapó (2018) egy címkézési rendszert és egy matematikai modellt dolgoztak ki, hogy osztályozni tudják a diákok által alkalmazott felfedező stratégiákat azok hatékonysága szerint (pl.: a VOTAT tartományba esnek-e). A jelen elemzésekben ezt a címkézési rendszert alkalmaztuk.

### **Eredmények és diszkusszió**

A logfile-elemzések rámutattak arra, hogy egy elméletileg hatékony stratégia alkalmazása (olyan stratégiáé, amely a problémamegoldáshoz szükséges összes információt kinyeri; lásd Molnár és Csapó, 2018) esetén magasabb volt a probléma helyes megoldásának valószínűsége, ugyanakkor az elméletileg hatékony stratégia nem minden esetben eredményezett jobb teljesítményt. A kínai diákok gyakrabban alkalmaztak elméletileg hatékony stratégiákat a problémák feltérképezése során – a leghatékonyabb VOTAT (egyszerre-csak-egy-dolog-variálása) stratégiát is beleértve – mint a magyar diákok. A felfedező fázisban kinyert információk alapján, magyar társaiknál hatékonyabban találták meg a probléma helyes megoldását, hatékonyabban reprezentálták a rendszerből kinyert információ(ka)t, és többször hoztak helyes döntést a problémamegoldás folyamatában. Látens profilelemzések segítségével négy minőségileg is különböző felfedező stratégiát alkalmazó csoportot azonosítottunk: (1) A magyar diákok 37,5%-a, míg a kínai diákok közül senki sem tartozott a legalacsonyabb képességtartományú diákcsoportba; (2) A kínai diákok 45,5%-a és a magyar diákok 28,4%-a teljesített közepesen a legkönnyebb, míg alacsonyan a komplexebb problémák esetében, ami rendszerint igen alacsony tanulási hatékonysággal párosult. (3) Jelentősen magasabb arányban voltak úgynevezett profi stratégia-használók (51,5%) a kínai mintában, mint a magyar diákok között (34,1%). (4) A kínai diákok egy kis csoportja (3,1%) gyorsan tanulónak bizonyult. Ezek a diákok igen alacsony szinten teljesítőként indultak az alkalmazott feltérképező stratégiáik vonatkozásában az IPM teszten, azonban gyorsan tanultak és a teszt végére már a leghatékonyabb, úgynevezett VOTAT stratégiahasználók közé, a legjobban teljesítő diákok közé kerültek. A magyar mintában elhanyagolható arányban szerepeltek ilyen diákok, a látens-profilelemzés nem sorolta őket külön klaszterbe. Összességében megállapítható, hogy a kínai diákok szignifikánsan magasabb tanulási hatékonyságot mutattak, mint magyar társaik. Ezek az eredmények rávilágítanak a magyar és a kínai diákok által alkalmazot felfedező problémamegoldó stratégiák különbözőségére. *A H8 hipotézis igazolást nyert.*

## **AZ EREDMÉNYEK ÉRTELMEZÉSE**

A jelen kutatás hozzájárult a problémamegoldó képesség természetének jobb megértéséhez, valamint feltárta a kínai és a magyar kulturális háttérrel rendelkező

diákok közötti vonatkozó különbségeket. Jelenleg az iskolai oktatás egyik fő célja a tanulók problémamegoldó képességének fejlesztése. Ma már nem kétséges, hogy a problémamegoldó képesség nemzetközi kontextusban történő mélyebb értelmezése nagy jelentőséggel bír. A disszertáció alapját képező kutatás és elemzések számos értékes információval gazdagították a területen eddig összegyűjtött ismereteinket. Bebizonyították, hogy megbízható és kivitelezhető a gondolkodási képességek számítógép-alapú mérése-értékelés a kínai kulturális és hálózati környezetben is, miközben a számítógép-alapú tesztelés alkalmazása elenyésző a kínai pszichometrikusok körében. Az eredmények alapul szolgálhatnak a jövő Kínában folyó technológiaalapú kognitív kutatásokhoz.

A jelen vizsgálat alátámasztotta az IPM képesség szerkezetére vonatkozó korábbi elemzések eredményét, nevezetesen hogy a képesség egy kétdimenziós mérési modellel jellemezhető (pl. Bühner és mtsai., 2008; Wüstenberg és mtsai., 2012), még hozzá kulturális kontextustól függetlenül. A disszertációban bemutatott elemzések rámutattak arra, hogy a kombinatív és az induktív gondolkodás fejlettségi szintje szignifikáns előrejelző hatással bír a diákok problémamegoldó képességének fejlettségi szintjére – függetlenül a választott oktatási környezettől. Az eredmények és a szakirodalom alapján kijelenthető, hogy egy sikeres fejlesztés alapja lehet az érvelési képességek fejlesztése. Hasonlóképpen, lényeges lenne más, a diákok problémamegoldó képességszintjét jelentősebb mértékben befolyásoló faktorokra is koncentrálni az esetleges fejlesztések kapcsán, mint a tesztmegoldási motiváció, a munkamemória. Még mindig azonosításra vár annak oka, hogy a kínai diákok miért alkalmaztak nagyobb hajlandósággal elméletileg hatékony felfedező stratégiákat, és miért voltak általában jobb, hatékonyabb stratégiahasználók. Az eredmények rávilágítottak a különböző problémamegoldó stratégiák (mint például a változók azonosítása és kezelése) explicit fejlesztésének fontosságára.

A vizsgálat korlátai közé sorolható az alacsony mintaelemszám. Egy esetleges validációs eljáráshoz szükség lenne a kutatás megismétlésére. A feltárt mérési invariancia-hiány és a diákok eltérő szintű tesztmegoldási motivációja szintén befolyásolhatja az összehasonlítás eredményeit. Továbbá, a jelen vizsgálat Kínát és Magyarországot tekintette az ázsiai és az európai kultúra képviselőinek, ám ez problémát jelenthet a megállapítások általánosíthatóságára nézve. Néhány vizsgálat (például Wüstenberg és mtsai., 2014) rámutatott arra, hogy a különféle nemzetekből származó diákok (akár a hasonló kulturális háttérrel rendelkezők is, mint például Magyarország-Németország) eltérő fejlettségi szintű problémamegoldó teljesítményt mutathatnak, mialatt a problémamegoldó képesség komponensei közötti kapcsolat is változó lehet. A kutatás továbbfejlesztéseként több ország bevonását tervezzük, annak érdekében, hogy azonosítsuk a problémamegoldás kognitív struktúráiban fellelhető különbségeket az ázsiai és az európai kulturális háttérrel rendelkezők körében és így eredményeink tágabb körben váljanak hasznosíthatóvá.

## IRODALOM

Andersson, U. (2007). The contribution of working memory to children's mathematical word problem solving. *Applied Cognitive Psychology: The Official*

- Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, 21(9), 1201–1216.
- Anzai, K., & Simon, H. A. (1979). The theory of learning by doing. *Psychological Review*, 86, 124–140.
- Artelt, C., Baumert, J., Julius-McElvani, N., & Peschar, J. (2003). *Learners for life: Student approaches to learning. Results from PISA 2000*. Paris: OECD.
- Batanero, C., Godino, J. D., & Navarro-Pelayo, V. (1997). Combinatorial reasoning and its assessment. In I. Gal, & J. B. Garfield (Eds.), *The assessment challenge in statistics education* (pp. 239–252). IOS Press.
- Bhaskar, R., & Simon, H. A. (1977). Problem solving in semantically rich domains: An example from engineering thermodynamics. *Cognitive Science*, 1, 193–215.
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). Defining twenty-first century skills. In P. Griffin & E. Care (Eds.), *Assessment and teaching of 21st century skills* (pp. 17–66). Springer Netherlands.
- Bisanz, J., Bisanz, G., & Korpan, C. A. (1994). Inductive reasoning. In R. Sternberg (Ed.), *Thinking and problem solving* (pp. 181–213). San Diego: Academic Press.
- Bühner, M., Kröner, S., & Ziegler, M. (2008). Working memory, visual-spatial intelligence and their relationship to problem-solving. *Intelligence*, 36(6), 672–680.
- Csapó, B. (1997). The development of inductive reasoning: Cross-sectional assessments in an educational context. *International Journal of Behavioral Development*, 20(4), 609–626.
- Csapó, B. (1999). Improving thinking through the content of teaching. In J. H. M. Hamers, J. E. H. van Luit, & B. Csapó (Eds.), *Teaching and learning thinking skills* (pp. 37–62). Lisse: Swets & Zeitlinger.
- Csapó, B., Lőrincz, A., & Molnár, G., (2012): Innovative assessment technologies in educational games designed for young students. In D. Eseryel & D. Ifenthaler (Eds.), *Assessment in game-based learning: foundations, innovations, and perspectives* (pp. 235–254). 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.
- Csapó, B., & Molnár, G. (2019). Online Diagnostic Assessment in Support of Personalized Teaching and Learning: The eDia System. *Frontiers in psychology*, 10, 1522.
- Csapó, B., Molnár, G., & Tóth, K. (2009). Comparing paper-and-pencil and online assessment of reasoning skills: A pilot study for introducing TAO in large-scale assessment in Hungary. In F. Scheuermann & J. Björnsson (Eds.), *The transition to computer-based assessment: New approaches to skills assessment and implications for large-scale testing* (pp. 113–118). Luxemburg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Casakin, H. P. (2007). Factors of metaphors in design problem-solving: Implications for design creativity. *International journal of design*, 1(2), 21–33.
- Ewert, P. H., & Lambert, J. F. (1932). Part II: The effect of verbal instructions upon

- the formation of a concept. *Journal of General Psychology*, 6, 400–411.
- Dede, C. (2010). Comparing frameworks for 21st century skills. *21st Century skills: Rethinking How Students Learn*, 20, 51–76.
- Dubow, E. F., Boxer, P., & Huesmann, L. R. (2009). Long-term effects of parents' education on children's educational and occupational success: Mediation by family interactions, child aggression, and teenage aspirations. *Merrill-Palmer Quarterly (Wayne State University. Press)*, 55(3), 224.
- Fischer, A., Greiff, S., & Funke, J. (2012). The process of solving complex problems. *Journal of Problem Solving*, 4(1), 19–42.
- Funke, J. (1991). Solving complex problems: Exploration and control of complex systems. In R. J. Sternberg & P. A. Frensch (Eds.), *Complex problem solving: Principles and mechanisms* (pp. 185–222). New York: Psychology Press.
- Frensch, P. A., & Funke, J. (1995). *Complex problem solving: The European perspective*. New York: Psychology Press.
- Greiff, S., Fischer, A., Wüstenberg, S., Sonnleitner, P., Brunner, M., & Martin, R. (2013). A multitrait-multimethod study of assessment instruments for complex problem solving. *Intelligence*, 41(5), 579–596.
- Greiff, S., Holt, D., & Funke, J. (2013). Perspectives on problem solving in cognitive research and educational assessment: analytical, interactive, and collaborative problem solving. *Journal of Problem Solving (The)*, 5, 71–91.
- Greiff, S., Kretzschmar, A., Müller, J., Spinath, B., & Martin, R. (2014). Computer-based assessment of Complex Problem Solving in educational contexts and how it is influenced by students' level of Information and Communication Technology literacy. *Journal of Educational Psychology*, 106(3), 666–680.
- Greiff, S., Krkovic, K., & Hautamäki, J. (2015). The prediction of problem-solving assessed via microworlds. *European Journal of Psychological Assessment*, 32, 298–306.
- 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, 248–263.
- Greiff, S., & Wüstenberg, S. (2014). Assessment with microworlds: Factor structure, invariance, and latent mean comparison of the MicroDYN test. *European Journal of Psychological Assessment*, 30, 1–11.
- Greiff, S., Wüstenberg, S., Csapó, B., Demetriou, A., Hautamäki, J., Graesser, A. C., & Martin, R. (2014). Domain-general problem solving skills and education in the 21st century. *Educational Research Review*, 13, 74–83.
- Greiff, S., Wüstenberg, S., Goetz, T., Vainikainen, M. P., Hautamäki, J., & Bornstein, M. H. (2015). A longitudinal study of higher-order thinking skills: working memory and fluid reasoning in childhood enhance complex problem solving in adolescence. *Frontiers in psychology*, 6, 1060.
- Hackman, J. R., & Oldham, G. R. (1976). Motivation through the design of work: Test of a theory. *Organizational behavior and human performance*, 16(2), 250–279.

- Hamers, J. H. M., De Koning, E., & Sijtsma, K. (2000). Inductive reasoning in the third grade: Intervention promises and constraints. *Contemporary Educational Psychology*, 23, 132–148.
- Herrmann, N. (1995). Creative problem solving. *IEEE Potentials Magazine*, 4–9.
- Kambeyo, L., & Wu, H. (2018). Online assessment of students' inductive reasoning skills abilities in Oshana Region, Namibia. *International Journal of Educational Sciences*, 21(1–3), 1–12.
- Kay, D. S. (1991). Computer interaction: Debugging the problems. In R. J. Sternberg & P. A. Frensch (Eds.), *Complex problem solving: Principles and mechanisms* (pp. 317–340). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kyttälä, M., Aunio, P., Lepola, J., & Hautamäki, J. (2014). The role of the working memory and language skills in the prediction of word problem solving in 4-to 7-year-old children. *Educational Psychology*, 34(6), 674–696.
- Molnár, G. (2011). Playful fostering of 6- to 8-year-old students' inductive reasoning. *Thinking Skills and Creativity*, 6(2), 91–99.
- Molnár, G., & Csapó, B. (2018). The efficacy and development of students' problem-solving strategies during compulsory schooling: Logfile analyses. *Frontiers in Psychology*, 9, 302.
- 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.
- 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 and J. Funke (Eds.), *The nature of problem solving: Using research to inspire 21st century learning* (pp. 123–143). Paris: OECD Publishing.
- Nisbett, R. E., & Miyamoto, Y. (2005). The influence of culture: holistic versus analytic perception. *Trends in cognitive sciences*, 9(10), 467–473.
- OECD (2010). *PISA 2012 field trial problem solving framework*. Paris: OECD Publishing.
- OECD (2014). *Results: Creative problem solving – Students' skills in tackling real-life problems. Volume V*. Paris: OECD Publishing.
- Pachler, N., Daly, C., Mor, Y., & Mellar, H. (2010). Formative e-assessment: Practitioner cases. *Computers & Education*, 54(3), 715–721.
- Pásztor, A., & Csapó, B. (2014). *Improving combinatorial reasoning through inquiry-based science learning*. Paper presented at Science and Mathematics Education Conference, June 24-25, Dublin City University, Dublin, Ireland.
- Pásztor, A., Molnár, G., & Csapó, B. (2015). Technology-based assessment of creativity in educational context: the case of divergent thinking and its relation to mathematical achievement. *Thinking Skills and Creativity*, 18, 32–42.
- Söderqvist, S., Bergman Nutley, S., Ottersen, J., Grill, K. M., & Klingberg, T. (2012). Computerized training of non-verbal reasoning and working memory in children with intellectual disability. *Frontiers in human neuroscience*, 6, 271.
- Sokol, S. M., & McCloskey, M. (1991). Cognitive mechanisms in calculation. In R. J. Sternberg & P. A. Frensch (Eds.), *Complex problem solving: Principles and*

- mechanisms* (pp. 85–116). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Stanovich, K. E., & Cunningham, A. E. (1991). Reading as constrained reasoning. In R. J. Sternberg & P. A. Frensch (Eds.), *Complex problem solving: Principles and mechanisms* (pp. 3–60). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Sternberg, R. J. (2013). *Thinking and problem solving (Vol. 2)*. Academic Press.
- Vollmeyer, R., Burns, B. D., & Holyoak, K. J. (1996). The impact of goal specificity on strategy use and the acquisition of problem structure. *Cognitive Science*, *20*, 75–100.
- Wittmann, W., & Hatrup, K. (2004). The relationship between performance in dynamic systems and intelligence. *Systems Research and Behavioral Science*, *21*, 393–409.
- Wittmann, W., & Süß, H. M. (1999). Investigating the paths between working memory, intelligence, knowledge, and complex problem-solving performances via Brunswik symmetry. In P. L. Ackerman, P. C. Kyllonen, & R. D. Roberts (Eds.), *Learning and individual differences: Process, traits, and content determinants* (pp. 77–108). Washington, DC: APA.
- Wüstenberg, S., Greiff, S., & Funke, J. (2012). Complex problem solving – More than reasoning?. *Intelligence*, *40*(1), 1–14.
- Wüstenberg, S., Greiff, S., Molnár, G., & Funke, J. (2014). Cross-national gender differences in complex problem solving and their determinants. *Learning & Individual Differences*, *29*, 18–29.

## A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉHEZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK

- Kambeyo, L., & Wu, H. (2018). A gondolkodási képességek számítógép-alapú mérésének lehetőségei Namíbiában és Kínában. In G. Hunyady, B. Csapó, G. Pusttay, & J. Szivák (Eds.), *Az oktatás korproblémái* (pp. 179–189). ELTE Eötvös Kiadó, Budapest.
- Kambeyo, L., & Wu, H. (2018). Online assessment of students' inductive reasoning skills abilities in Oshana region, Namibia. *International Journal of Educational Sciences*, 21(1–3), 1–12.
- Molnár, G., & Wu, H. (2018, August). *Cross-national gender differences in complex problem solving: A comparison study between China and Hungary*. Paper presented at 9th Biennial Conference of EARLI SIG1, Helsinki, Finland.
- Wang, F., & Wu, H. (2018). Returns to education in rural and urban China: an empirical study. *Asian Journal of Social Science Studies*, 3(4), 18–28.
- Wang, F., & Wu, H. (2018, November). *Returns to education in rural and urban China: an empirical study*. Paper presented at XVIII. National Conference on Education, Budapest, Hungary.
- Worthington, T., & Wu, H. (2015). Time-shifted learning: merging synchronous and asynchronous techniques for e-learning. In *2015 10th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE)* (pp. 434–437). Piscataway: IEEE.
- Wu, H. (2017, May). *Measuring and analyzing the factors which impact student's problem solving skills*. Paper presented at 6th Interdisciplinary Doctoral Conference, Pecs, Hungary.
- Wu, H., Kambeyo, L., & Molnár G. (2017, April). *The feasibility and reliability of computer-based assessment of inductive reasoning in Namibia and China: A comparison study*. Poster session presented at 15th Conference on Educational Assessment, Szeged, Hungary.
- Wu, H., & Molnár, G. (2016, April). *The component skills of problem solving: A Chinese and Hungarian comparison study*. Paper presented at 14th Conference on Educational Assessment, Szeged, Hungary.
- Wu, H., & Molnár, G. (2017). Measuring Chinese students' test-taking motivation in interactive problem solving environment. In *London International Conference on Education (LICE-2017)* (pp. 562–565). London: Infonomics Society.
- Wu, H., & Molnár, G. (2017, April). *Chinese students' component skills of problem solving: A pilot study*. Paper presented at 15th Conference on Educational Assessment, Szeged, Hungary.
- Wu, H., & Molnár, G. (2017, August). *Computer-based assessment of thinking skills in China: A pilot study*. Poster session presented at 17th biennial conference of the European Association for Research on Learning and Instruction (EARLI 2017). Tampere, Finland.
- Wu, H., & Molnár, G. (2018). Computer-based assessment of Chinese students' component skills of problem solving: a pilot study. *International Journal of Information and Education Technology*, 8(5), 381–386.
- Wu, H., & Molnár, G. (2018). Interactive problem solving: assessment and relations

- to combinatorial and inductive reasoning. *Journal of Psychological and Educational Research*, 26(1), 90–105.
- Wu, H., & Molnár, G. (2018, April). *The role of inductive reasoning and combinatorial reasoning in complex problem solving: a comparison study between China and Hungary*. Paper presented at 16th Conference on Educational Assessment, Szeged, Hungary.
- Wu, H., & Molnár, G. (2018, August). *Inductive reasoning and combinatorial reasoning as component skills of complex problem solving: Analyses in European and Asian context*. Paper presented at 9th Biennial Conference of EARLI SIG1, Helsinki, Finland.
- Wu, H., & Molnár, G. (2019, April). *Cross-national differences in students' exploration strategies in a computer-simulated interactive problem-solving environment: logfile analyses*. Paper presented at Symposium at 17th Conference on Educational Assessment. Szeged, Hungary.
- Wu, H., & Molnár, G. (2019, April). *The influence of learning strategies on problem-solving performance: analyses in the European and Asian contexts*. Paper presented at 17th Conference on Educational Assessment. Szeged, Hungary.
- Wu, H., & Molnár, G. (2019, August). *The impact of learning strategies on problem-solving performance: a cross-national comparison study*. Paper presented at 18th Biennial EARLI Conference. Aachen, Germany.
- Wu, H., Saleh, A. R., & Molnár, G. (2018, April). *Comparing Chinese and Indonesian students' level of thinking skills: a pilot study*. Paper presented at 16th Conference on Educational Assessment, Szeged, Hungary.