

University of Szeged
Faculty of Arts
Doctoral School of Education
Program of Learning and Instruction

**A Namíbiai tanulók tudományos és induktív
gondolkodásának, valamint kutatási készségének mérése.**

PhD Disszertáció Összefoglaló

Linus Kambeyo

Témavezető: Prof. Dr. Benő Csapó



Szeged, Magyarország, 2018

A DISSZERTÁCIÓ TARTALMA ÉS FELÉPÍTÉSE

Az oktatás hatékonyságát leggyakrabban a diákok szempontjából kevés következménnyel járó pedagógiai mérések formájában valósítják meg országos és nemzetközi szinten is (Vainikainen, 2014). Namíbiában jelenleg egyetlen országos szintű mérést alkalmaznak, melyre az alap és középfokú oktatás szakaszainak végén kerül sor, és tárgyi tudást mér. Sajnálatos módon a namíbiai tanulók jellemzően gyengén teljesítenek. Továbbá fontos megjegyezni, hogy Namíbia nem vesz részt egyetlen nemzetközi mérésben sem, mint a PISA, a TIMSS, vagy a PIRLS. A nemzetközi mérések célzott kompetenciák fejlesztéséhez és működtetéséhez elengedhetetlenek az olyan általános készségek és képességek, mint az induktív és természettudományos gondolkodás, vagy a tudományos megismerés.

Még nem került meghatározásra, hogy a nemzetközi mérések tekintetében Namíbia milyen szinten helyezkedik el a tudományos gondolkodás és megismerés, valamint az induktív gondolkodás tekintetében. Számos kutató szükségesnek tartja az alapvető és természettudományos gondolkodási képességek mindennapos iskolai környezetben történő fejlesztését és mérését (Adey, Csapó, Demetriou, Hautamaki, & Shaver, 2007; Zimmerman, 2007). A fejlett országok közül Finnország remek példaként szolgál egy olyan rendszerként, mely az oktatás eredményességét teljesen, a diákok számára semmilyen következménnyel nem járó minta-alapú mérésekre alapozzák (Vainikainen, 2014).

A tanulók gondolkodási képességeinek fejlesztéséhez, és ezen fejlesztés hatékonyságának nyomon követése érdekében fontos, hogy könnyen használható, megbízható és tudományosan megalapozott eszközök álljanak a tanárok rendelkezésére. Mivel Namíbiában a tanulók még nem vettek részt hasonló mérésekben, nincs adatunk természettudományos és induktív gondolkodásukat, valamint kutatási készségüket illetően. A technológiai alapú mérés (TBA) fejlődése világszerte megfigyelhető lendületre kapott, így fel akartuk mérni, e fajta mérési módszer mennyire életképes Namíbiában.

Mostanra már számos kutatás mérte a diákok tudományos és általános gondolkodási képességét (mint az induktív gondolkodás) és kutatási készséget, leginkább a fejlett országokban (Bao et al., 2009; Csapó, 1997; Han, 2013; Mayer et al., 2014; Klauer, 1999, 2002; Wenning, 2007). Eredményeik alapján kijelenthető, hogy ezen készségek és képesség mérése segít a tanítás és tanulás eredményességének javításában, különösen a természet- és mérnöki tudományok, a matematika, és a technológia (STEM) esetén. További haszna, hogy átfogóan hatékonyabbá teszi az oktatást a tanulók általános és műveleti gondolkodásának fejlődése által. Mindez rávilágít arra, hogy nagy szükség van hasonló mérések meghonosítására Namíbiában, mivel lehetővé tenné, hogy további kutatások bontakozhassanak ki belőle. Ezen tanulmány megkísérli a Namíbiai tanulók természettudományos és induktív gondolkodásának, valamint a kutatási készségének mérését, melyhez négy kisebb volumenű keresztmetszeti kutatás eredményeit használjuk fel.

A disszertáció hat fejezetből áll. Az első bevezető fejezet kijelöli a tanulmány kontextusát és megírása mögött húzódó szándékot. A második fejezet áttekinti a téma jelen kutatáshoz kapcsolódó szakirodalmát, mely három fogalom köré szerveződik: a természettudományos gondolkodás (SR=Scientific Reasoning), az induktív gondolkodás (IR = Inductive Reasoning), valamint a kutatási készség (SI = Scientific Inquiry). Az irodalomban általánosan elfogadott, hogy a tanulóknak nem csak a természettudományos tantárgyak tárgyi

tudására van szüksége, hanem olyan képességekre és készségekre is, melyek elengedhetetlenek a 21. században. A szakirodalmi áttekintés a technológia alapú mérés fontosságának tömör kifejtését is tartalmazza. A harmadik fejezet ismerteti a kutatás céljait, kérdéseit és hipotéziseit.

A negyedik fejezetben tárgyalásra kerülnek a kutatás fókuszának kijelöléséhez, folyamatának megtervezéséhez és végrehajtásához szükséges módszerek, valamint módszertani paradigmájának, a kvantitatív keresztmetszeti kutatásnak leírása. Részletezem a kutatás és mintavétel körülményeit, valamint az adatgyűjtés módszereit, az adatok elemzésének és validálásának módját.

Az ötödik fejezet bemutatja a projekthez végzett négy résztanulmány adatainak elemzését, melyek az online mérés lehetőségeit voltak hivatottak feltérképezni, megvizsgálva a tanulók tudását, gondolkodási képességeit, valamint feltárni a gondolkodási képességek és a természettudományok tanulásának motivációját az Oshana régióban, Namíbiában.

Mindegyik résztanulmány vezérfonalát az adott tanulmány kutatási kérdései alkotják. Az első résztanulmány során technológia alapú méréssel vizsgáltam 5. és 7. osztályos tanulók tudományos és induktív gondolkodását kognitív feladatok segítségével.

A második kiegészítő kutatást jóval idősebb mintán végeztem (9. és 11. osztályos tanulók). A kutatás céljai 1) a kutatási készségek online mérési lehetőségeinek és kivitelezhetőségének felderítése 2) a teszt megbízhatósági mutatóinak megvizsgálása, valamint 3) a 9. és 11. osztályos tanulók kutatási készségszintjének megállapítása volt.

Mivel a második résztanulmányban résztvevők eredményei jobbak voltak az 5. és 7. osztályosok eredményeihez képest, úgy döntöttem, végzek egy mérést 10. és 12. évfolyamokban is. Az országos szintű mérések pont e két osztály célozzák. A méréshez papír alapon zajlott, melynek szükségességét az is indokolta, hogy a mérésben résztvevő iskolákban hiányozott több, az online méréshez szükséges feltétel is, mint a megfelelő számítástechnikai háttér vagy megbízható internetkapcsolat. A kutatás célja a kutatási készség, a természettudományos gondolkodás, valamint olyan általános gondolkodási képességek mérése volt, mint az induktív gondolkodás. Az imént említett fogalmak egymáshoz való kapcsolatát is megvizsgáltuk.

Az utolsó, négyes számú résztanulmány a tanulók szövegértését, és annak induktív és természettudományos gondolkodására gyakorolt hatását hivatott vizsgálni. A tanulók szocioökonómiai státuszának hatásait is vizsgáltuk. A szövegértés bevonását az indokolta, hogy sok tanuló olyan mértékben az átlag alatt teljesített a többi teszten, hogy úgy gondoltuk, ez a nehézség a nem kielégítő szintű olvasásképességből fakad. A résztanulmány célja az volt, hogy megtudjuk, a társadalmi-gazdasági helyzet hogyan befolyásolja a tanulók szövegértését, induktív gondolkodásuk és kutatási készségük hatékonyságát, valamint az olvasásképesség miképp hat az induktív gondolkodásra és kutatási készségre.

Az utolsó, hatodik fejezet összefoglalja a tanulmány eredményeit, ajánlásokat tesz ezen eredmények alapján, valamint ismerteti a tanulmány korlátait és eredményeiből levonható következtetéseket, melyek alapul szolgálhatnak későbbi kutatásokhoz.

SZAKIRODALMI HÁTTÉR

A természettudományos gondolkodás kutatásához vezető út a formális- és kritikus gondolkodás kognitív fejlődésének vizsgálataival indult (Hawking & Pea, 1987). Hagyományosan a Piaget féle klinikai interjút használják a tanulók formális gondolkodási képességeinek mérésére. Többek szerint a természettudományok tárgyi tudást középpontba helyező jellege, még ha következetesen és szigorúan számon kérve is történik, nem gyakorol jelentős hatás a tanulók gondolkodási képességeinek fejlődésére (Bao, et al, 2009). Bao és munkatársainak (2009) összehasonlító tanulmányának eredményei szerint amerikai és kínai tanulók esetén is sokkal inkább az határozta meg természettudományos gondolkodásuk fejlődését, hogy hogyan, milyen módszerekkel tanították őket, nem pedig az, mit tanítottak nekik. A tanulóknak ideális esetben szüksége van tárgyi tudásra és transzferelhető gondolkodási képességekre is (Bao et al., 2009). Mind a kutatók, mind a tanárok felelőssége, hogy kiegyensúlyozott oktatási módszereket alakítsanak ki, melyek nagyobb arányban támaszkodnak a kutatásalapú tanulásra és mindkét célt szem előtt tartják.

További kutatások is rámutattak arra, hogy a természettudományos gondolkodás központi tényező a való élet helyzeteinek sikeres megoldásában az iskolán kívül is (Han, 2013). Az USA K-12-es tanterve jó példa erre, mivel úgy fejleszti a természettudományos gondolkodást, hogy hosszútávú pozitív hatást gyakorol a tanulók tanulmányi teljesítményére (Adey & Shaver, 1994). Pozitív korrelációt sikerült kimutatni a tanulók természettudományos gondolkodási képességei és több, tudományos fejlődésüket jelző mutató között (Coletta & Phillips, 2005), valamint a gondolkodási képességek jobb prediktorai voltak a biológia kurzusokon elért sikereknek, mint a korábban elvégzett biológia kurzusok (Lawson, 2000).

A tudományos megismerés (SI) mindig is szerves része volt a természettudományos műveltségnek (Bybee, 2009) és régóta kutatott eleme a természettudományos oktatásnak (Fenichel & Schweingruber, 2010; Yeh, Jen & Hsu, 2012). Úgy lehetne definiálni, mint problémamegoldó tevékenységet (Klahr, 2000), de lehet úgy is tekinteni rá, mint egy körkörös folyamatra, melyben kutatási kérdéseket és hipotéziseket alkotunk, megtervezzük és végrehajtjuk a kutatás folyamatát, majd értékeljük az eredményeket a hipotéziseink és a korábbi szakirodalom tükrében (Mayer, 2007; Zimmerman, 2005). A szakirodalomban a tudományos megismerés hangsúlyos jellegzetessége, hogy a természetes és ember alkotta világunk megértéséhez közvetlen interakciók útján vezet el minket, melyhez a világ jelenségeiről és eseményeiről alkotott kérdések megválaszolásához szükséges adatgyűjtés is hozzájárul (Harlen, 2013). A tanárokat ezen okokból kifolyóan bátorítani kell, hogy magukévá tegyék a kutatásalapú természettudományos oktatás megközelítésmódját, így fenntartva a gyerekekben a felfedezés, kísérletezés, elmélyült vizsgáldás és értelmezés kultúráját.

A tanulmányban taglalt harmadik készség az általános gondolkodás képességéhez tartozó induktív gondolkodás (IR, Inductive Reasoning), melyet a gondolkodás egyik alapkategorizálásának tartanak, és a kogníció egyik legszélesebb körben kutatott folyamata (Csapó, 1997). Az induktív, avagy példákön keresztüli tanítás az oktatás egyik legősibb módszere. Az indukció maga úgy definiálható, mint egy folyamat, mely során szabályszerűséget vagy sorrendiséget fedezünk fel, miközben a meglévő szabályszerűségeinket vagy általánosításainkat ezek alapján felülírjuk vagy megcáfoljuk. Például feltűnhet nekünk, hogy minden hattyú, melyet eddig láttunk, fehér színű, vagy

ellenkezőleg, legalább egy egyed más színű. Másképp fogalmazva akkor végzünk indukciót, amikor közös tényezőket, szabályszerűségeket állítunk fel összehasonlítások alapján.

Minden szakirodalomban egyet ért bene, hogy az indukció az egyik legalapvetőbb gondolkodási folyamatok egyike, és központi szerepet játszik az emberi kognícióban, tudásszerzésben, valamint a tudás transzferálásában, mely alapján értelemszerű az induktív gondolkodás pedagógiai relevanciája. Oktatási szempontból nézve Klauer és munkatársainak elemzése az induktív gondolkodásról részletes és következetesen strukturált elméleti rendszert alkot (Klauer, 1989, 1990, 1996, 1997; Klauer & Phye, 1994; Klauer et al; 2002). A jelen tanulmány méréseihez használt itemek az ő megközelítésmódjuk alapján készültek, valamint kerültek felhasználásra, így az itemeket ezen elméleti kereten belül érdemes vizsgálni.

A technológia alapú méréssel kapcsolatban bizonyított, hogy jelentősen hozzájárult a pedagógiai mérés fejlődéséhez számos szempontból (Csapó et al; 2012). Például javítja az adatgyűjtés és feldolgozás hatékonyságát, lehetővé teszi kifinomult elemzési módszerek használatát, támogatja a döntéshozást és gyors visszajelzést ad a kutatásban résztvevőknek. Bár a technológia alapú mérés bizonyítottan hatékony módszer a világ számos pontján, egyes országokban, mint amilyen Namíbia is, még több megoldandó feladattal meg kell birkóznunk a kiterjedéséhez, mint a megfelelő internetkapcsolat biztosítása minden iskolában, valamint az iskolák ellátása számítógépekkel, tablettel és egyéb szükség technológiai eszközökkel.

A legtöbb kutatás nem vizsgálta terület-specifikus képességek kapcsolatát, mint a tudományos gondolkodás és kutatási készség, mely okok indokolják jelen tanulmány szükségességét. Továbbá a legtöbb hasonló kutatást fejlődő országokban végezték, így nincsenek adataink olyan országok tanulóiról, mint Namíbia.

A KUTATÁS CÉLJAI ÉS MÓDSZEREI

A kutatás célja a Namíbiai tanulók gondolkodási képességeinek vizsgálata, különös tekintettel a tudományos és induktív gondolkodásra, és kutatási készségnek. Továbbá szeretnénk mérni az online mérések Namíbiai lehetőségeit. A tanulmány három gyorsan fejlődő területét hivatott összekötni, és a Namíbiai oktatási rendszer fejlődésének kontextusába helyezni. Először is, célunk a természettudományos oktatás feltételeinek javítása, ezzel több tanulót orientálva a reáltudományokat igénylő hivatások felé. Ez azért fontos, mert sok fejlődő országban a frissen végzett fiatal szakemberek felkészültsége nem felel meg a modern gazdaságok elvárásainak.

Az egyik legjelentősebb irányvonal az oktatás fejlesztésében a természettudományos oktatás minősége, és annak hozzájárulása a tanulók magasabb rendű gondolkodási képességeinek fejlődéséhez. A pedagógiai mérés egyre növekvő figyelmet kap mind a kutatás, mind a gyakorlat területén. Ha bizonyos pszichológiai jelenségeket mérhetővé teszünk, lehetőséget teremt még pontosabb kísérletek lebonyolítására, míg a mérések tanulságai irányt mutathatnak a gyakorlatnak. Végezetül a tesztelés technológiai alapokra helyezése egyre több fogalmat mérhetővé tehet, miközben csökkenti a mérések költségeit és a mérésekhez szükséges időt.

Ez a tanulmány négy empirikus kutatáson alapszik, melyek:

(1) a tudományos gondolkodás, induktív gondolkodás és a természettudományos tárgyakra irányuló tanulási motiváció online mérése. A kutatás célja az online mérés lehetőségeinek feltérképezése volt, a tanulók tudásának és gondolkodásának vizsgálata logfile elemzéssel, továbbá a gondolkodási képességek és természettudományos tanulási motiváció kapcsolatának megvizsgálása az Oshana régióban, Namíbiában.

(2) a tanulók kutatási készségének online mérési lehetőségei, ezzel megvizsgálva az online mérőeszköz hatékonyságát 9. és 11. évfolyamos tanulók körében. A kutatás legfőbb célja annak megvizsgálása volt, hogyan lehet a tudományos kutatási készség különböző komponenseit széles körben, hatékonyan és költséghatékonyan megvalósítani egy online felületen, az eDián (Electronic Diagnostic Assessment).

(3) a tudományos gondolkodás, tudományos kutatás és induktív gondolkodás kapcsolatának mérése a tanulók szocioökonómiai háttérével. A három fő fogalom (SR, SI és IR) kapcsolatát is vizsgáltuk.

(4) az angol nyelvi szövegértés befolyásolja-e a tanulók teljesítményét a tudományos gondolkodásban és kutatási készség működtetésében. A négy kutatásról általánosságban elmondható, hogy a tanulók gondolkodási képességeit hivatottak mérni Namíbiában. Továbbá szeretnénk feltérképezni Namíbiában az online mérések lehetőségeit. Az adatgyűjtés és kutatás folyamatát az alábbi táblázat (táblázat 1) hivatott összefoglalni.

Táblázat 1 A kutatás folyamatának idővonala

Időpontok	Kutatási tevékenységek	Mérőeszközök	Minta
Szeptember 2015	<ul style="list-style-type: none"> A kutatás fókuszának kontextusba helyezése, kutatási terv megírása és előadása. A méréshez használandó ítemek kidolgozása és lefordítása. Szakirodalmi tájékozódás 		
Június-Július 2016	<ul style="list-style-type: none"> Pilotmérés a mérőeszközök kipróbálásához 	<ul style="list-style-type: none"> Tudományos gondolkodás - (Korom et al., 2012; 2017) Induktív gondolkodás - (Pásztor et al., 2017) Science Motivation Questionnaire- (Glynn et al., 2011) eDia platform 	<ul style="list-style-type: none"> 5. és 7. osztályos tanulók N=616
Szeptember 2016	<ul style="list-style-type: none"> Adatelemzés és az eredmények prezentálása 		
Január 2017	<ul style="list-style-type: none"> Tanulók mérése online felületen 	<ul style="list-style-type: none"> Tudományos kutatási készséget mérő teszt (Nagy et al., 2015; Korom et al., 2017) eDia platform 	<ul style="list-style-type: none"> 9. és 11. osztályos tanulók N=118
Február 2017	<ul style="list-style-type: none"> A 2017 januárjában gyűjtött adatok elemzése, eredmények előadása konferenciákon és szemináriumokon. A végleges mérőeszközök elrendezése a nagymintájú méréshez. 		
Június-Augusztus 2017	<ul style="list-style-type: none"> A tudományos gondolkodás nagymintájú mérése, kutatási és induktív gondolkodási készségek. 	<ul style="list-style-type: none"> Lawson Classroom Test of Scientific reasoning skills- (Lawson, 2000) Tudományos kutatási készséget mérő teszt Induktív gondolkodás Papír alapú mérés 	<ul style="list-style-type: none"> 10. és 12. osztályos tanulók N=582
Szeptember 2017	<ul style="list-style-type: none"> További adatelemzés és előadások konferenciákon és szemináriumokon. 		
Január/Február 2018	<ul style="list-style-type: none"> A tanulók szövegértésének kiegészítő mérése, a tudományos gondolkodás és 	<ul style="list-style-type: none"> Szövegértés teszt - (Csapó & Nikolov, 2009; 2018) 	<ul style="list-style-type: none"> 8. osztályos tanulók N=250

	induktív gondolkodás mérése.	<ul style="list-style-type: none">• Scientific reasoning- (Lawson, 2000)• Induktív gondolkodás• Papír alapú mérés
Március 2018	<ul style="list-style-type: none">• Adatalemezés és eredmények előadása	

KUTATÁSI KÉRDÉSEK ÉS HIPOTÉZISEK

A kutatási kérdéseket és hipotéziseket négy alkategóriába osztottam a négy résztanulmány mentén. Az egyes kutatásokhoz tartozó kérdések és hipotézisek a következők:

Kutatási kérdések az első résztanulmányhoz:

1. Milyenek a természettudományos gondolkodást és kutatási készséget mérő tesztek jóságmutatói? A tesztek megbízhatóan fognak-e mérni?
2. Hogyan fognak teljesíteni az 5. és 7. évfolyamos tanulók a természettudományos és induktív gondolkodást mérő teszteken?
3. Miben különbözik a fiúk és lányok teljesítménye a természettudományos és induktív gondolkodást mérő teszteken?
4. A háttérváltozók (például szülők iskolai végzettsége) hogyan befolyásolja a tanulók teljesítményét?
5. Milyen kapcsolatban állnak a természettudományos gondolkodási képesség altesztjei egymással?
6. Milyen összefüggéseket mutat az induktív és természettudományos gondolkodás, valamint a természettudományos gondolkodás és a természettudományos tárgyakra irányuló tanulási motiváció?

Az első résztanulmányhoz hipotézisei:

- H₁. A teszt jóságmutatói elfogadhatók.
- H₂. A 7. évfolyamos tanulók jelentősen jobban teljesítenek, mint az 5. évfolyamosok.
- H₃. A szakirodalom alapján nem várunk szignifikáns különbséget nemek tekintetében.
- H₄. A szakirodalom alapján azt várjuk, hogy a jó anyagi háttérrel rendelkező tanulók jobban fognak teljesíteni, mint szerényebb anyagi háttérrel rendelkező társaik.
- H₅. Közepes erősségű összefüggést várunk az egyes fogalmak között.
- H₆. Erős összefüggést várunk a természettudományos és induktív gondolkodás, valamint a természettudományos gondolkodás és a természettudományos tárgyakra irányuló tanulási motiváció között.

Kutatási kérdések a második résztanulmányhoz:

1. Milyenek a kutatási készség teszt jóságmutatói?
2. Hogyan teljesítenek a 9. és 11. évfolyamos tanulók a kutatási készség teszten?
3. Van-e szignifikáns különbség a fiúk és lányok tudományos kutatási készséget mérő teszten elért eredményei között?
4. A szülők iskolai végzettsége miként befolyásolja a tanulók teszteredményeit?
7. Milyen összefüggéseket mutatnak a kutatási készséget mérő teszt altesztjei egymással?

A második résztanulmányhoz hipotézisei:

- H₇. A teszt jóságmutató elfogadhatók.
- H₈. A két évfolyam teszteredményei között szignifikáns különbség van.
- H₉. Nem lesz szignifikáns különbség a teszteken elért eredmények tekintetében nemek között.

H₁₀. A szakirodalomban hangsúlyosan megjelenik az anya iskolai végzettsége, mint a tanulók teljesítményét nagyban befolyásoló tényező, így azt várjuk, a jobb anyagi háttérrel rendelkező diákok teljesítménye szignifikánsan jobb lesz, mint a rosszabb anyagi körülmények között élőké.

H₁₁. Erős korrelációra számítunk az altesztek között, valamint az altesztek és a teszt egésze között.

Kutatási kérdések a harmadik résztanulmányhoz:

1. Milyenek a kutatási készség teszt jóságmutatói?
2. Hogyan teljesítenek a 10. és 12. évfolyamos diákok a tudományos és induktív gondolkodást, valamint a kutatási készséget mérő teszteken? Az adott évfolyamon belül milyen különbségek vannak a három teszt között?
3. Miben mások a fiúk és lányok eredményei a tudományos és induktív gondolkodást, valamint a kutatási készséget mérő teszteken?
4. A háttérváltozók (pl.: szülők iskolázottsága) miképp befolyásolja teljesítményüket?
5. Milyen kapcsolat van a tudományos és induktív gondolkodást, valamint a kutatási készséget mérő tesztek altesztjei között?

A harmadik résztanulmány hipotézisei:

H₁₂. A teszt jóságmutató elfogadhatók.

H₁₃. A két évfolyam teszteredményei között szignifikáns különbség van.

H₁₄. Nem lesz szignifikáns különbség a teszteken elért eredmények tekintetében nemek között.

H₁₅. A jobb anyagi háttérrel rendelkező diákok teljesítménye szignifikánsan jobb lesz, mint a rosszabb anyagi körülmények között élőké.

H₁₆. Az egy altesztek és a tesztek egészei között is erős korreláció van.

Kutatási kérdések a negyedik résztanulmányhoz:

1. Hogyan teljesítenek a 8. évfolyamos diákok a szövegértési, kutatási készséget mérő és a természettudományos gondolkodást mérő teszteken?
2. Mi a kapcsolat a tanulók szövegértési képességei és a kutatási készséget, valamint a természettudományos gondolkodást mérő teszteken elért eredményei között?
3. Hogyan befolyásolja a tanulók társadalmi-gazdasági helyzete a természettudományos gondolkodást és kutatási készséget mérő teszteken elért eredményeit?

A negyedik résztanulmány hipotézisei:

H₁₇. Az előzetes kutatási eredményeink alapján jobb teljesítményre számítunk a teszteken.

H₁₈. Erős korrelációt várunk a három teszt között.

H₁₉. Csak úgy, mint a többi résztanulmány esetén, jelentős teljesítménykülönbségre számítunk a jobb és kevésbé előnyös társadalmi-gazdasági helyzetű tanulók között.

A TUDOMÁNYOS ÉS INDUKTÍV GONDOLKODÁSI KÉPESSÉGEK, VALAMINT A TERMÉSZETTUDOMÁNYRA IRÁNYULÓ TANULÁSI MOTIVÁCIÓ ONLINE MÉRÉSE

MINTA ÉS MÓDSZEREK

Az 1. rész tanulmány mintáját 5. és 7. évfolyamos tanulókból választottuk ki (N=616; 268 fiú; 348 lány; életkor M=12.40, SD=1.19) öt különböző iskolából Oshakati és Ongwedive városaiból. Az iskolaválasztást azok számítástechnikai felszereltsége indokolta, bár miután odaértünk, csak akkor derült ki, hogy a technika épp hibásan működött. Az adatgyűjtést az eDia felületen végeztük (Molnar, 2015, Molnar & Csapó, 2013). A tanulókat át kellett szállítani a Namíbiai Egyetem számítógépes termeibe. Az elemzések közül leíró statisztikát és olyan klasszikus statisztikai módszereket alkalmaztunk, mint a valószínűségi tesztelmélet eljárásai, vagy a lineáris regresszió.

EREDMÉNYEK ÉS DISZKUSSZIÓ

A természettudományos gondolkodást mérő teszt megbízhatósága a teljes mintára vetítve megfelelő lett (Cronbach-alpha=.74), viszont az alskálák szintjén nagyon alacsony reliabilitást mutatott, olyannyira, hogy interpretálása szükségtelenné lett. Az ötödik évfolyam reliabilitási értéke alacsony lett (Cronbach alpha=.69) a hetedikhez viszonyítva (Cronbach alpha=.72). A tudományos motivációt mérő kérdőív megbízhatóan működött (Cronbach alpha=.91) a teljes mintán, mindkét évfolyamot figyelembe véve. Továbbá a természettudományos gondolkodást mérő teszt közepesnél nehezebb volt a diákok számára (M=37.83%; SD=13.34%), bár a többi tesztegységhez képest az valószínűségi és összefüggéses alteszteken egészen jól teljesítettek (M=40% felett). A nem területspecifikus gondolkodási képességek megbízhatósága jó volt a természettudományos gondolkodáshoz képest. Az elemzések azt mutatták, hogy (Cronbach alpha =.80) mind a négy alskála elfogadható belső konzisztenciát mutatott (Cronbach alpha >.70). A tanulók teljesítménye mindkét készséget mérő teszt esetén 40% alatt alakult.

Hogy még részletesebb képet kapjunk a tesztről, a Rasch-modellt alkalmaztuk. Az EAP/PV reliabilitása .70 körül alakult, ami elfogadható. Egy mélyebb elemzés azt mutatta, néhány item nem tudott megfelelően differenciálni az alacsony szinten teljesítő diákok között, ami azt jelenti, a teszt a kelletténél nehezebb volt számukra. A 7. évfolyamos tanulók jelentősen jobban teljesítettek, mint az ötödikesek ($t(616)=7.87, p<.01$). Néhány tanuló az eloszlás alsó szakaszán foglalt helyet, néhány pedig legfelül.

Mindennek ellenére pozitív korrelációt találtunk az alteszteken és a természettudományos gondolkodásban elért teljesítményben. Szintén erős korreláció figyelhető meg a tömeg és térfogatmegmaradás, a valószínűségi gondolkodás alskálák, valamint a természettudományos gondolkodás főskálája közt. A korrelációs gondolkodást mérő skála viszont gyenge korrelációt mutatott a főskálával. Az eloszlást megvizsgálva feltűnt, hogy egy tanuló se ért el 80 százaléknál jobb eredményt, de mindössze hárman teljesítettek 10% alatt. Hetedik évfolyamban a természettudományos gondolkodás és a nem területspecifikus induktív gondolkodás együtt járása erősebb volt a 7. évfolyamban ($r=.31$).

A DIKÁKOK KUTATÁSI KÉSZSÉGEINEK ONLINE MÉRÉSE

MINTA ÉS ELJÁRÁSOK

A második al kutatás mintáját középiskolás diákok alkották az Omusati régióból, Namíbia északi részéről. Az iskola 8-12. évfolyamig biztosítja a közeli falvakból és Namíbia északi régióiból érkező diákok oktatását. A résztvevők a 9. és 11. évfolyamból kerültek ki (N=118, 44 fiú és 74 lány; átlagéletkor=16.42, szórás=1.25) Az iskolának van saját kollégiuma, minden kutatásban résztvevő diák ott volt elszállásolva a mérések ideje alatt. Az online adatgyűjtést az eDia felületen végeztük 2017 januárjában az iskola IKT termében. Minden résztvevő kapott egy számot (részvételi azonosító), hogy be tudjon jelentkezni az eDia rendszerbe. Írást igénylő válaszokat billentyűzettel adták meg, más kérdésekre kattintani, vagy egérrel behúzni kellett.

EREDMÉNYEK ÉS DISZKUSSZIÓ

A mérőeszköz egészének megbízhatósága magas volt (Cronbach alpha=.94), különösen két alskála tekintetében (Cronbach alpha .94 és .85). Ennek ellenére a maradék öt alskála még javításra szorul, mivel megbízhatóságuk változónak bizonyult (Cronbach alpha \geq .70). A pilot-mérés eredmények 11 és 100% között alakultak, az átlagérték 66.70% volt 15.55 százalékos szórással és 1,43 százalékos standard hibával. A teszt Cronbach alpha értéke így majdnem teljesen megfelelt Wenning (2007) kutatási műveltség (inquiry literacy) tesztjével, melyet először az Egyesült Államokban használtak pilot mérésen. A teszt saját fejlesztés, mely Korom és munkatársai (2012) elméleti keretein alapszik.

A 2. számú táblázaton a korrelációs mátrix látható, mely a változók és a skála egésze közti kétváltozós kapcsolatot mutatja be. Az alskálák és a teszt egésze közt erős, az alskálák közt pedig mérsékelten erős pozitív korrelációt találtunk. Ennek ellenére a következő alskálák közötti korreláció gyengének bizonyult: kísérlettervezés és hipotézisazonosítás, valamint hipotézisazonosítás és következtetések levonása.

Táblázat 2 Korrelációs együtthatók a 7 alteszt és a teszt egésze között

	1	2	3	4	5	6	7
1. Egész skála (kutatási készség)	1						
2. Adatelemzés	.75	1					
3. Változók azonosítása	.78	.61	1				
4. Kutatási kérdések azonosítása	.82	.50	.65	1			
5. Hipotézisek azonosítása	.67	.50	.45	.52	1		
6. Változók tervezése	.90	.58	.61	.70	.58	1	
7. Kísérlettervezés	.80	.54	.50	.58	.43	.73	1
8. Következtetések levonása	.80	.58	.51	.60	.42	.64	.60

Megj: minden korreláció szignifikáns, * $p < .05$, ** $p < .01$

A Rasch-modell elemzés szerint a teszt eloszlása megfelelően alakult. A nehézségi szint megfelelt a tanulók készségeinek, képességeinek, a különböző képességű tanulók között kellő mértékben tudott különbséget tenni, ami mind azt mutatja, hogy a teszt alkalmas a régió diákjainak felmérésére. A tanulók érdemjegyei és neme között nem találtunk szignifikáns

különbséget a kutatási készség tekintetében. Az egyszempontos ANOVA eredményei azt mutatták, hogy azok a tanulók, akiknek anyjuk nem fejezte be az általános iskolát, jelentősen jobban teljesítettek, mint azok, akik a középiskoláig, vagy akár felsőoktatásig jutottak ($F = 4.19, p < .05$). Ez teljesen ellent mond a szakirodalomnak.

A TUDOMÁNYOS GONDOLKODÁS, INDUKTÍV GONDOLKODÁS ÉS KUTATÁSI KÉSZSÉG KAPCSOLATA ÉS MÉRÉSE

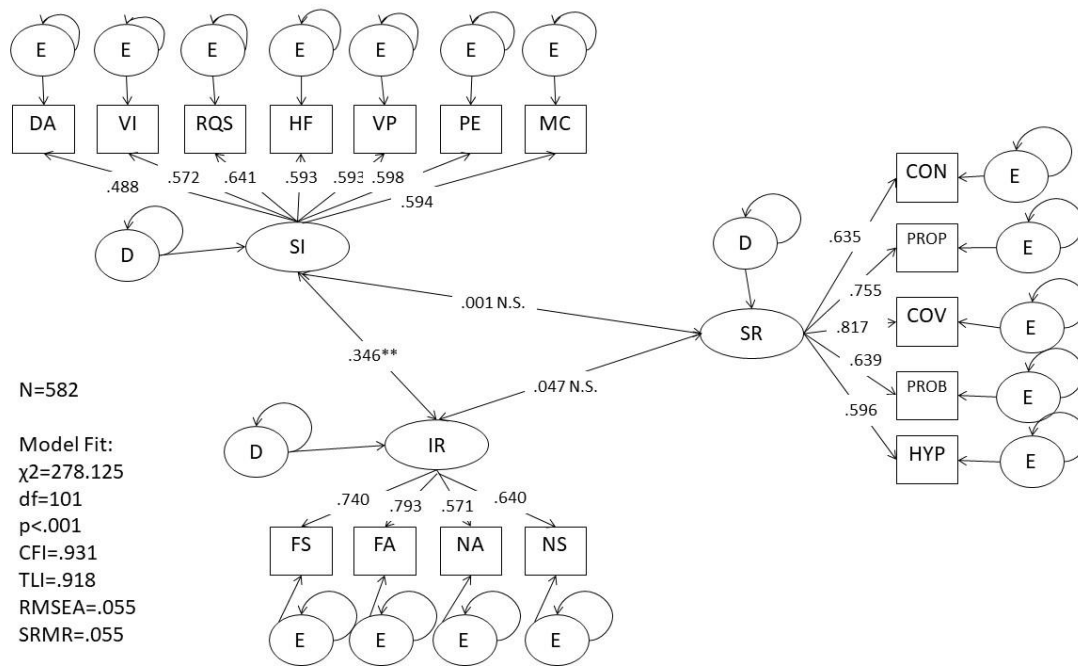
MINTA ÉS ELJÁRÁSOK

A minta nagyobb, 8-12. évfolyammal rendelkező középiskolákból került ki. A résztvevők 10. és 12. osztályosok voltak. A teszt legkorábban 7. évfolyamosok esetén működik jól, fiatalabb tanulóknál olvasási-szövegértési nehézségekre lehet számítani (Csapó, 1997). A legidősebb csoport, akiket a közoktatásban tesztelni lehet vele, a 11. vagy magasabb évfolyamosok. Papír alapú adatgyűjtést végeztünk, a tanulóknak nagyjából két órája volt teljesíteni a teszteket. A kutatók az iskola tanárainak segítségével értékelték a teszteket, melyek utána bevitelre kerültek egy SPSS fájlba kvantitatív elemzés céljából.

EREDMÉNYEK ÉS DISZKUSSZIÓ

A teszt a leíró statisztikai elemzések szerint megfelelő belső konzisztenciát mutat (Cronbach $\alpha > .80$ mindegyik teszt esetén). A teljes mintát tekintve a tanulók jobban teljesítettek, mint az előző, online felvett résztanulmányokban. Ez összhangban áll a szakirodalommal, például Bunderson, Inouye és Olsten (1989) szerint “a papíralapú tesztek eredményei gyakran jobbak, mint a számítógépes változatuké... még ha a különbség egész apró is” (p.378). Egy technológia és papír alapú kognitív képességeket mérő tesztek eredményeit összehasonló meta-elemzés is úgy találta, a papíralapú tesztek eredményei valamivel jobbak voltak, mint a számítógépen végzett tesztek esetén.

A tudományos gondolkodás, induktív gondolkodás és tudományos kutatás kapcsolatát is megvizsgáltuk. A három terület SEM modellje, melyek az általános és területspecifikus gondolkodási képességeket mérték, jól illeszkedtek a modellbe (lásd 2-es ábra). A természettudományos és induktív gondolkodást, valamint a kutatási készséget látens faktorokként határoztuk meg. Az eredmények azt mutatták, hogy négy dimenzió, a figurális sorozatok (FS), figurális analógia (FA), számsorok (NS) és számanalógiák (NA) voltak magyarázó erővel az induktív gondolkodásra (IR) nézve ($.57 < \beta < .79$). Öt dimenzió magyarázta a természettudományos gondolkodáson (SR) elért eredményeket: tömeg- és térfogatmegmaradás (COV), valószínűségi gondolkodás (PROB), hipotetiko-deduktív gondolkodás (HYP) ($.60 < \beta < .82$). A harmadik területen, a kutatási készség területén (SI) hét dimenzió volt magyarázó erővel: adatelemzés (DA), változók azonosítása (VI), kutatási kérdés azonosítása (RQs), hipotézisvizsgálat/azonosítás (HF), változók tervezése (VP), kísérlettervezés (PE), következtetések levonása (MC) ($.49 < \beta < .64$). Szignifikáns korrelációt találtunk a kutatási készség és az induktív gondolkodás között ($r=.35, p<.01$).



Ábra 1. A természettudományos és induktív gondolkodás, valamint a kutatási készség modellje és magyarázó dimenzióik

A szakirodalom szerint a jó társadalmi-gazdasági háttérrel rendelkező diákok általában jobban teljesítenek (Keller, Neumann & Fischer, 2017), de az ANOVA nem mutatott szignifikáns hatást a szülők iskolázottsága és a tanulók természettudományos gondolkodási és kutatás készség teszteken elért eredményei között. Viszont szignifikáns volt a különbség a két csoport között (anyák, akik befejezték, és akik nem fejezték be az általános iskolát) az induktív gondolkodás tekintetében ($p<.05$). Azok a diákok, akik édesanyja nem fejezte be az általános iskolát, jobban teljesítettek, mint azok, akiké igen, vagy akár tovább is tanultak.

A 8. OSZTÁLYOSOK MÁSODIK NYELVI SZÖVEGÉRTÉSE, INDUKTÍV ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYOS GONDOLKODÁSA, VALAMINT A SZOCIÖKONÓMIAI HÁTTÉRÉNEK KAPCSOLATA.

MINTA ÉS ELJÁRÁSOK

Csak úgy, mint az első, második és harmadik résztanulmány esetén is, a mintánkat észak-Namíbiai iskolákból választottuk ki. A tanulók négy különböző régióból érkeztek, különböző méretű településekről. A mintát 250 főnyi 8. osztályos tanuló alkotta (36% fiú, 64% lány) és az átlagéletkor 15.10 volt ($SD=.580$). Az adatgyűjtés papír alapon történt és a természettudományos és induktív gondolkodást, valamint a szövegértést mérő teszteket használtuk.

EREDMÉNYEK ÉS DISZKUSSZIÓ

A tesztek megbízhatónak és alkalmasnak bizonyultak a választott életkori csoport méréséhez. A természettudományos gondolkodást mérő tesztet leszámítva (Cronbach alpha=.74) a Cronbach alpha értékek .80 felett alakultak. Nemek tekintetében egyik teszt esetén sem találtunk szignifikáns különbséget. A három teszten elért eredmények között az átlag, a szórás és a kétmintás t-próba se mutatott nemi különbségeket ($p < .05$). Ezen eredmények összhangban vannak korábbi kutatások eredményeivel, melyek szintén nem találtak különbséget a természettudományos és induktív gondolkodás között e téren.

A páros t-próba azt mutatta, hogy az induktív gondolkodást mérő tesztet számottevően jobban oldották meg a résztvevők, mint a tudományos gondolkodását ($t_{(249)} = 6.09$, $p < .05$). Ennek okai onnan eredeztethetők, hogy az induktív gondolkodást mérő teszt nem igényel sok olvasást, az általános és műveleti gondolkodási képességek elegendőek a szabályok felismeréséhez, és így a válaszadáshoz. A természettudományos gondolkodást mérő teszt megoldása szövegértést és néhány szakszó ismeretét is igényli a gondolkodtató részek mellett.

Az eredmények alapján a szövegértési tesztel hatékonyabban tudtak megbirkózni a mintánk, mint az induktív vagy természettudományos gondolkodást mérővel ($t=5.05$; $t=11.24$, $p < .05$ egyenként), ami alapján a tanulóknak nem okozott nehézséget az angol nyelvű szövegek és instrukciók megértése. Ez megerősíti a harmadik résztanulmány eredményeit, valamint összhangban áll a nemzetközi szakirodalommal (cf. Nikolov & Csapó, 2018).

KONKLÚZIÓK

Ezen tanulmány perspektívát kínál olyan készségek és képességek mérésére, melyekre a mai gyerekeknek mindenképp szert kell tenniük. Mivel Namíbia még nem vett részt nemzetközi mérési programokban (PISA, TIMSS), a cél az volt, hogy megállapítsuk a Namíbiai tanulók készségeit és képességeit a természettudományos és induktív gondolkodás, valamint a kutatási készség terén. Mivel számos nemzetközi kutatás foglalkozik a fiúk és lányok teljesítménye közötti különbséggel, a tanulmány figyelmet fordított a lehetséges nemi különbségek megvizsgálására is. Különös figyelmet szenteltünk annak is, hogy a diákok angol, mint második nyelvi jártassága befolyásolja-e a teszteken elért eredményeiket.

Az első résztanulmány az online mérés egyik első példája volt Namíbiában az általános iskola szintjén. Bár általánosan elfogadott vélekedés, miszerint az IKT alapú mérések felhasználóbarát alternatívát jelentenek az iskoláknak és tanároknak is a tanulók gondolkodásának fejlődésének nyomán követésére (Pásztor, et al, 2015), Namíbiában még nem megvalósítható, mivel a legtöbb iskolában még nincs a megfelelő szinten az IKT-s felszereltség. Így a mindennapos iskolai gyakorlatba nem beilleszthető ez a módszer.

A gondolkodási képességek pszichometriai elemzése feltárta, hogy a természettudományos gondolkodás teszt javításra szorul annak érdekében, hogy megbízhatóbban lehessen használni ebben a korcsoportban. Az induktív gondolkodás teszt megbízhatósági mutatói magasak voltak, még ha a tanulók gyengén is teljesítettek. A Rasch modelles vizsgálat alapján a tesztek túl nehéznek bizonyultak az általános iskolás diákoknak, a tanulók nem voltak képesek egyszerűbb feladatok megoldására, vagy szabályoszerűségek felismerésére se az induktív gondolkodást mérő teszten. Mindez rávilágít arra, mennyire fontos

lenne a természettudományos órák részévé tenni a gondolkodási képességek különböző típusainak célzott fejlesztését.

Észrevehető, hogy a természettudományos és induktív gondolkodás is fejlődik az életkorral, mivel az idősebb korcsoportok szignifikánsan jobban teljesítettek fiatalabb társaiknál. Bár volt egy gyenge korreláció a természettudományos gondolkodás és a természettudományokra irányuló tanulási motiváció között, az eredmények azt sugallják, hogy a tanulók összességében lelkesen viszonyulnak a tudomány felé.

A második résztanulmánnyal kapcsolatban elmondható, hogy a kutatási készséget mérő online eszköz megbízhatónak bizonyult a teszt egészét nézve, még ha három alskálája alacsony megbízhatósági indexet is mutatott (Cronbach alpha $<.65$). Ez rávilágít arra, hogy fejleszteni kell a teszt e részét a megbízhatóság növelése érdekében. Első lépésben a mérőeszközt a Namíbiai iskolák mindennapok gyakorlatához kell igazítani, valamint megfelelővé tenni nagymintás mérésekhez. Az online mérések könnyen és gyorsan használható megoldást jelenthetnek a tanároknak a diákok természettudományos gondolkodási és kutatási készségeinek monitorozásához, és később hozzájárulhatnak hatékony tanítási és tanulási módszerek kialakulásához.

A harmadik kutatásban, mely papír alapon történt, különösen megbízhatóan működött mindhárom teszt, nagyon magas, mindkét korcsoport esetén $.87$ -es Cronbach alpha feletti belső konzisztenciával. A természettudományos gondolkodás méréséhez az eredeti Lawson Classroom Test-et (LCTSR) használtuk (Lawson, 1978, 2000). A megbízhatósági mutatók megegyeztek Lawson, ugyanilyen korú amerikai gyerekeket célzó méréseivel: (Cronbach alpha = $.78$, $.77$ & $.80$). Az eredmények további tanulsága, hogy a hipotézis ellenőrzés egy fejlettebb képesség, mely csak a középiskolás években indul fejlődésnek. A természettudományos gondolkodás dimenziói közül ez a leggyorsabban változó, megkülönböztető erejű készség. E készség tekintetében a Lawson teszt kérdéseinek elért legjobb eredmények épp csak 80% alatt alakultak. Két lehetséges okát figyeltük meg az alacsony felsőértéknek. Az egyik a megoldáshoz szükséges olvasás hosszúsága, mely közben a tanulók gyakran elvesztik a fonalat, a jelentős változók vagy egységek elkerülik a figyelmüket, vagy félreértik a kérdést. A másik lehetséges magyarázat a kérdések tartalmi elemeire irányul. A tanulók gyakran az előzetes tudásukat használják a vörösvértetekkel kapcsolatos kérdéspár (21-22) megválaszolásához a természettudományos gondolkodás és érvelés helyett. A 23-24. kérdéspár egy nem vízhatlan nejlonszattyorral kapcsolatos, ami a józan ésszel és a tanulók mindennapi tapasztalataival ellentétes, mivel a nejlonszattyoron nem folyik át a víz. Emiatt néhány diák úgy gondolta, hogy a nejlonszattyor kivitelezése valószerűtlen, ami miatt nem is gondolkodtak tovább a kérdéspárról.

A negyedik kutatás arról hivatott megbizonyosodni, hogy az előző kutatásokban résztvevő diákok munkáját nem befolyásolták-e nyelvi tényezők. A tanulók eredménye átlag feletti lett mind a három teszten, ami különösen jó, mivel ezek voltak az első ilyen típusú kognitív és pszichológiai tesztek Namíbiában. A tanulók szignifikánsan jobban teljesítettek a szövegértési teszten, mint az induktív és természettudományos gondolkodásén, ami azt jelenti, hogy nem küzdenek nehézségekkel az angol nyelvű instrukciók megértésében. Mindez illeszkedik az egyik, Magyarországon végzett nemzetközi mérés eredményeivel is, melyben a tanulói teljesítmény lehetőséget adott arra, hogy a kívánatosabb angol nyelven tanuljanak, melynek nagyobb a kulturális tőkése (Nikolov & Csapó, 2016).

A szakirodalom szerint a szülők iskolai végzettsége meghatározza gyermekük tanulmányi sikerességét, csak úgy, mint egyéb jellemzőket, mint a család keresete, a szülők foglalkozása és a lakhely. Érdekes módon mind a négy résztanulmány ennek az ellentettjét mutatta. Azok a diákok, akik édesanyja nem fejezte be az általános iskolát, jelentősen jobban szerepeltek, mint azoké, akik igen. Ennek lehetséges magyarázata, hogy Namíbiában az alacsony keresetű családokból kikerülő gyerekek hajlamosak nagyobb erőbedobással tanulni, mint társaik, mivel dolgozik bennük a vágy, hogy kitörjenek a szegénységből és jobb életet élhessenek. Ezzel szemben a magasabb végzettségű szülők gyermekeinek úgy tűnhet, nincs szükségük sok tanulásra, mivel a szükségleteik anélkül is ki vannak elégítve. Mindez jelenleg csak feltevés és további méréseket igényel a jelenség feltárása.

A tanulmány további implikációja, hogy szükség lenne Namíbiában egy országos szintű kutatásra, felmérni az iskolák IKT-s felszereltségét. Az IKT alapú mérések felhasználóbarát alternatívát jelenthetnek az iskoláknak és tanároknak is a tanulók gondolkodásának fejlődésének nyomon követésére. A természettudományos és induktív gondolkodás, valamint a kutatási készség célzott fejlesztése célként kellene lebegjen tanárok és diákok előtt is, mivel így a diákok gondolkodási képességei javulnának, ami hatására jobban teljesítenének a természettudományos tárgyakon. Az első és második résztanulmány tanulságai szerint még vannak nyitott kérdések, például az általunk használt tesztek tartalmának és a Namíbiai 4-7. évfolyamos természettudományos tantervének kapcsolata is vizsgálatra szorul. Egy további, longitudinális vizsgálatra is szükség lenne, mely feloldaná az ellentmondást, hogy miért teljesítettek a kevésbé kedvező szociokökonómiai helyzetű diákok jobban, mint jobb háttérrel rendelkező társaik.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Adey, P. S., & Shayer, M. (1994). *Really raising standards*. London: Routledge.
- 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.
- Bao, L., Cai, T., Koenig, K., & Fang, K. (2009). *Learning and scientific reasoning*. Washington, DC: AAAS.
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., & Rumble, M. (2012). Defining 21st century skills. In P. Griffin, B. McGaw & E. Care (Eds.), *Assessment and teaching of the 21st century skills* (pp, 17-66). New York: Springer. Retrieved from <http://atc21s.org/wp-content/uploads/2017/03/25-Defining-21st-Century-Skills.pdf>
- Bunderson, C. V., Inouye, D. K., & Olsen, J. B. (1989). The four generations of computerized educational measurement. In R. L. Linn (Ed.), *Educational measurement* (pp. 367-407). Washington, DC: American Council on Education.
- Bybee, R. W. (2009). *The BSCS 5E instructional model and 21st century skills*. National Academies Board on Science Education, Washington, DC: Retrieved March 25, 2017, from https://www7.nationalacademies.org/bose/1Bybee_21st%20Century_Paper.pdf

- Coletta, V. P., & Phillips, J. A. (2005). Interpreting FCI scores, normalized gain, reinstruction scores, scientific reasoning ability. *American Journal of Physics*, 1172-1179.
- Csapó, B. (1997). Development of inductive reasoning: Cross-sectional measurements in an educational context. *International Journal of Behavioral Development*, 20(4), 609-625.
- Csapó, B., Molnár, G., & Nagy, J. (2014). Computer-based assessment of school readiness and early reasoning. *Journal of Educational Psychology*, 106(3), 639.
- Fenichel, M., & Schweingruber, H. (2010). *Surrounded by science: Learning science in informal environments*. Washington, D. C.: National Press.
- Han, J. B. S. (2013). *Scientific reasoning: Research, development, and assessment* Unpublished doctoral dissertation, The Ohio State University, Columbus, USA.
- Harlen, W. (2013). *Assessment and inquiry-based science education: Issues in policy and practice*. Trieste: TWAS-Strada Costiera.
- Hawkins, J., & Pea, R. D. (1987). Tools for bridging every day and scientific thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(4), 291-301.
- Inductive Reasoning: A training approach*. Downloaded April 10, 2018, from https://www.researchgate.net/publication/242148990_Inductive_Reasoning_A_Training_Approach
- Keller, M. M., Neumann, K., & Fischer, H. E. (2017). The impact of Physics teachers' pedagogical content knowledge and motivation on students' achievement and interest. *Journal of Research in Science teaching*, 54(5), 586–614. doi: 10.1002/tea.21378
- Klahr, D. (2000) *Exploring science: The cognition and development of discovery processes*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Klauer, K. J. (1989). Teaching for analogical transfer as a means of improving problem-solving, thinking and learning. *Instructional Science*, 18(3), 179-192.
- Klauer, K. J. (1990). Paradigmatic teaching of inductive thinking. In H. Mandl, E. De Corte, S. N. Bennett & H. F. Friedrich (Eds.), *Learning and instruction. European research in an international context: Analysis of complex skills and complex knowledge domains* (pp. 23-45). Oxford: Pergamon Press.
- Klauer, K. J. (1996). Teaching inductive reasoning: Some theory and three experimental studies. *Learning and Instruction*, 6(1), 37-57.
- Klauer, K. J. (1999). Fostering higher order reasoning skills: The case of inductive reasoning. In J. H. M. Hamers, J. E. H. van Luit & B. Csapó (Eds.), *Teaching and learning thinking skills* (pp. 131-156). Lisse: Swets & Zeitlinger.
- Klauer, K. J., & Phye, G. D. (1994). *Cognitive training for children. A developmental program of inductive reasoning and problem solving*. Seattle, WA: Hogrefe & Huber.
- Klauer, K. J., & Phye, G. D. (2008). Inductive reasoning. A training approaches. *Review of Educational Research*, 78, 85-123.

- Klauer, K. J., Willmes, K., & Phye, G. D. (2002). Inducing inductive reasoning: Does it transfer to fluid intelligence? *Contemporary Educational Psychology*, 27(1), 1-25.
- Korom, E., Németh, M., Pásztor, A., & Csapó, B. (2017). Relationship between scientific and inductive reasoning in grades 5 and 7. *17th Biennial Conference of the European Association for Research on Learning and Instruction (EARLI)* (pp. 128-129). Tampere, Finland, August 29-September 2, 2017.
- Korom, E., Nagy, L., Nemeth, M. B., Radnoti, K., Farkas, M. A., Markocsi, I. R., & Wagner, E. (2012). Detailed frameworks for diagnostic assessment of science. In B. Csapó & G. Szabo, *Frameworks for diagnostic assessment of science* (pp. 175-306). Budapest: Nemezti Tankönyvkiado.
- Kozma, R. (2009). Assessing and teaching 21st century skills: A call to action. In F. Scheuermann & J. Bjornsson (Eds.), *The transition to computer-based assessment: New approaches to skills assessment and implications to large scale assessment* (pp. 13-23). Brussels: European Communities.
- Kuhn, D. (2010). What is scientific thinking and how does it develop? In U. Goswami, *Handbook of childhood cognitive development* (pp. 497-523). Oxford: Wiley Blackwell.
- Lawson, A. E. (1978). The development and validation of a classroom test of formal reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 15(1), 11-24.
- Lawson, A. E. (2000). Development and validation of the classroom test of formal reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 15(1), 11-24.
- Lazonder, A. W., & Kemp, E. (2012). Bit by bit or all at once? Splitting up the inquiry task to promote children's scientific reasoning. *Learning and Instruction*, 22(6), 458-464.
- Mayer, D., Sodian, B., Koerber, S., & Schwipert, K. (2014). Scientific reasoning in elementary school children: Assessment and relation with cognitive abilities. *Learning and Instruction*, 29, 43-55.
- Mayer, J. (2007). Inquiry as scientific problem solving. In D. Kruger & H. Vogt (Eds.), *Theories in biology didactic* (pp. 177-186). Heidelberg: Springer.
- Mead, A. D., & Drasgow, F. (1993). Equivalence of computerized and paper-and-pencil cognitive ability tests: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 114, 449-458.
- Ministry of Education. (2007). *Education and training sector and improvement program*. Windhoek: Government Press.
- Nikolov, M., & Csapó, B. (2010). The relationship between reading skills in early English as a foreign language and Hungarian as a first language. *International Journal of Bilingualism*, 14, 315-329.
- Osborne, J. (2013). The 21st century challenge for science education: Assessing scientific reasoning. *Thinking Skills and Creativity*, 10, 265-279.
- 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.

- Vainikainen, M. P. (2014). *Finnish primary school pupils' performance in learning to learn assessments: A longitudinal perspective on educational equity*. Unpublished doctoral thesis, University of Helsinki, Helsinki Finland.
- Wenning, C. J. (2007). Assessing inquiry skills as a component of scientific literacy. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 4(2), 21-24.
- Yeh, Y., Jen, T., & Hsu, Y. (2012). Major strands in scientific inquiry through cluster analysis of research abstracts. *International Journal of Science Education*, 34, 2811-2842.
- Zimmerman, C. (2005). *The development of scientific reasoning skills: What psychologists contribute to an understanding of elementary science learning?* National Research Council.
- Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*, 27, 172-223.

PUBLICATIONS RELATED TO THE DISSERTATION

- Julius, H. L. & Kambeyo, L. (2016). Investigating the motivating factors that influenced the University of Namibia first year undergraduate student teachers to choose teaching as a career: A case study. In H. Miranda (Ed.), *Proceedings of the 5th UNAM Annual Educational Conference* (pp. 167-168, 22-24 August 2016, Ongwediva, Namibia).
- Kambeyo, L., & Wu, H. (2018). Online assessment of students' inductive reasoning skills abilities in Oshana Region, Namibia. *International Journal of Educational Sciences*, 20(1), 137-147.
- Kambeyo, L., & Wu, H. (2017). Nemzetközi tapasztalatok a tanulói kompetenciák mérésére. In G. Hunyady, B. Csapó, G. Pusztay & J. Szivák (szerk.), *Az oktatás korproblémái.* (pp 179-189) ELTE Eötvös Kiadó, Budapest.
- Kambeyo, L., & Csapó, B. (2017). The feasibility of online assessment of students' inductive reasoning skills abilities in Namibia. *Proceedings of the 9th EDULEARN17 Conference* 3rd-5th July 2017, Barcelona, Spain.
- Kambeyo, L., & Csapó, B. (2018). Scientific reasoning skills: A theoretical background on science education. *Reform Forum Journal for Educational Reform in Namibia*, 26(1), 29-39.
- Kambeyo, L. (2016). Scientific reasoning skills: A theoretical background on science education. In H. Miranda (Ed.), *Proceedings of the 5th UNAM Annual Educational Conference* (pp. 192-196), 22-24 August 2016, Ongwediva, Namibia.
- Kambeyo, L. (2017) Assessing students' abilities of scientific inquiry skills. 6th *Interdiszciplináris Doktorandusz Konferencia (IDK2017)* (6th Interdisciplinary Doctoral Conference), Pecs, Hungary, 19-21 May, 2017.
- Kambeyo, L. (2017). Online assessment of scientific reasoning skills: The case of Namibia. *15th Conference on Educational Assessment (CEA)*, Szeged, Hungary, 6-8 April, 2017.
- Kambeyo, L. (2017). The possibilities of assessing students' Scientific Inquiry Skills Abilities Using an Online Instrument: A Small-Scale Study in the Omusati Region, Namibia. *European Journal of Educational Sciences*, 4(2), 1-21.
- Kambeyo, L. (2018). The assessment of English reading comprehension and its predictive power on inductive reasoning. *16th Conference on Educational Assessment (CEA)*, 26-28 April 2018, Szeged, Hungary.
- Kambeyo, L. (2018). The assessment of scientific reasoning, inductive reasoning and scientific inquiry using paper and pencil in Namibia. *Proceedings of 10th EDULEARN18 Conference, 2nd-4th, July 2018*, Palma de Mallorca Spain. Paper Accepted
- Kambeyo, L. (2018). The assessment of scientific reasoning, inductive reasoning and scientific inquiry using paper and pencil in Namibia. *16th Conference on Educational Assessment (CEA)*, 26-28 April, 2018, Szeged, Hungary.

- Kambeyo, L., Pásztor, A., Korom, E., & Németh, B. M. (2018). Online assessment of thinking skills in science context and motivation to learn science among the grade 7 students in Oshana region, Namibia. *26th Annual Conference of the Southern African Association for Research in Mathematics, Science and Technology Education (SAARMSTE)* (p. 129), Gaborone, Botswana, 16-19 January 2018.
- Kambeyo, L., Pásztor, A., Korom, E., Németh, B. M., & Csapó, B. (2017). Online assessment of scientific reasoning and motivation to learn science: A pilot study in Namibia. *17th Biennial Conference of the European Association for Research on Learning and Instruction (EARLI)* (p. 129), Tampere, Finland, August 29- September 2, 2017.
- Orosz, Z. G., B. Németh, M., Kambeyo, L., Korom, E. (2017). Assessing inquiry skills in Hungary and Namibia. In J. Kerülő, T. Jenei, I. Gyarmati (Eds.), *ONK 2017. XVII. National Educational Conference* (p. 532). Nyíregyháza, Hungary, 9-11 November, 2017.
- Wu, H., Kambeyo, L., & Molnár, G. (2017). The feasibility and reliability of computer-based assessment of inductive reasoning in Namibia and China: A comparison study. *15th Conference on Educational Assessment (CEA)*, 6-7 April 2017, Szeged, Hungary.