

Szegedi Tudományegyetem
Bölcsészet- és Társadalomtudományi Kar
Neveléstudományi Doktori Iskola
Oktatásméleti program

A namíbiai diákok tudomány természetére vonatkozó hiedelmeit feltáró mérőeszköz kidolgozása, adaptálása és validálása

Tézisek

Simson Ndadaleka Shaakumeni

Témavezető: Prof. Dr. Csapó Benő



SZEGED, 2020

HÁTTÉR ÉS KUTATÁSI PROBLÉMA

Namíbia jövőképében az szerepel, hogy 2030-ra iparosodott nemzetté válik (Eita, Appolus, & Ndimbira, 2004). Namíbia „Vízió 2030” (Vision 2030) elnevezésű jövőképe értelmében az ország írástudó társadalomból tudás-alapú társadalommá válik. Egy tudás-alapú társadalom az olyan, amelyben a tudás létrejön, átalakul és azt az életminőséget javító innováció érdekében használják fel (Ministry of Education, 2010). Namíbia elismeri a tudományos műveltség fontosságát azzal, hogy a tudomány, technológia és innováció a fejlesztési törekvéseiben, mint amilyen a „Vízió 2030” és a Nemzeti Fejlesztési Tervek (National Development Plans, NDPs) is, prioritást élvez. Az Alapfokú Oktatás Nemzeti Tanterve (National Curriculum for Basic Education NCBE) kimondja, hogy a természettudományok a társadalom és a világ átalakulásának fő mozgatórugói közé tartoznak. Az NCBE értelmében, a tudományos műveltség, amely a tudományos folyamatok és a tudományos ismeretek megértését, valamint a tudományos gondolkodás és készségek alkalmazásának képességét jelenti “manapság elengedhetetlenül fontos” (Ministry of Education, 2010, 12. o.). Ezért a természettudományos terület tanulása hozzájárul a tudásalapú társadalom megalapozásához azáltal, hogy tudományos ismeretekkel, készségekkel és attitűdökkel ruházza fel a tanulókat, hogy hipotéziseket alkossanak, kutassák, megfigyeljék, következtetéseket vonjanak le és megértsék a fizikai világot racionális, tudományos és fenntartható módon.

Az 1990-es függetlenné válás óta számos reformot hajtottak végre a namíbiai oktatási rendszerben, különösen a tantervek és az értékelés területén. Azonban ezek a reformok nem teljes mértékben foglalkoztak a természettudományos műveltség értékelésével az iskoláztatás egyik szintjén sem, annak ellenére, hogy az országban a tudomány, a technológia és az innováció prioritást élvezett. Az általános iskolában az egyedüli tudományos és megbízható diagnosztikai értékelés, amely megkísérli mérni a diákok természettudományos műveltségét, a 2009-ben bevezetett Standardizált Teljesítmény Tesztek (Standardized Achievement Tests, SAT) (Iiping & Likando, 2012). Ezek a tesztek azonban szintén nem tettek eleget a természettudományos műveltség szélesebb értelemben vett fogalma értékelésének (Wenning, 2006), mivel csak a diákok tudományos ismereteinek elsajátítását értékelik a 7. osztályos természettudományos tanterv befejezésekor, nem pedig a tudományos kutatást és a tudomány természetét, sem a tudományos ismeretek alkalmazását, melyek a mindennapi életben szükségesek a sikerhez (Németh és Korom, 2012). A középfokú oktatásban két tanúsító vizsgára kerül sor, 10. és 12. osztályban. Az alapfokú oktatással szemben a középfokú oktatás fázisában nem kerül sor a természettudományos műveltség diagnosztikus értékelésére. Továbbá, a tudományos megismerés és a tudomány természete nem szerepelnek közvetlen

módon a természettudományra vonatkozó tantervben. A természettudományt oktató tanároknak ezeket a képességeket a tartalomba integráltan kell megtanítaniuk.

A jelenlegi vizsgálati formákat túlságosan leegyszerűsítőnek tekintik, mivel a diákokat arra készítik, hogy a tudományra az egyszerű tények felhalmozásaként tekintsenek és nem úgy, mint a természeti világgal kapcsolatos modellek és elméletek megalkotására és felülvizsgálatára (Gu & Belland, 2015). Erre reagálva az elmúlt években a tanulási célok a tartalmi ismeretektől a tudomány természetének megértése irányába változtak. Ez az elmozdulás a tudományos kutatás episztemikus aspektusát hangsúlyozza, melyre szükség van a diákok 21. századi készségeinek fejlesztéséhez. A diákoknak szükségük van a tudományos megismerés természetére és a tudáskonstrukció mikéntjének szofisztikált megértésére (Gu & Belland, 2015). A namíbiai iskolákban a természettudományos ismeretek értékelése azonban nem foglalja magában a természettudományos műveltség ezen aspektusát, annak ellenére, hogy a nemzeti tanterv a diákok természettudományos műveltséggel rendelkező állampolgárokká történő nevelését támogatja (Ministry of Education, 2010). A természettudományos tanulás minden értékelése elsősorban a tantárgyi tartalmak ismeretére összpontosít, így alig van mód megbizonyosodni arról, hogy a diákok megértik-e a tudomány természetét. Egy módja annak, hogy meggyőződjünk a diákok értik-e a természettudományos ismeretek természetét, ha megvizsgáljuk hiedelmeiket.

Továbbá a természettudomány tanulására irányuló motiváció kapcsolatban áll a tudományos ismeretek és tudás természetével kapcsolatos hiedelmekkel, és az ilyen kapcsolatokból levont következtetések többsége alátámasztja azt az elképzelést, hogy a szofisztikált hiedelmek pozitív összefüggésben állhatnak a motivációval, kiváltképp az önhatékonysággal. Jóllehet a kevésbé szofisztikált (abszolutista) hiedelmek negatív önértékeléssel társultak. Ezen okok miatt a motiváció szintén egy lényeges komponens, amelyet érdemes bevonni a vizsgálatba.

Az utóbbi időben a természettudományos ismeretek és tudás természetével kapcsolatos tanulói hiedelmek fejlesztése kiemelt figyelmet kapott a természettudományok tanításának legújabb kutatásaiban (Chen, 2012; Chen, Metcalf, & Tutwiler, 2014; Conley, Pintrich, Vekiri, & Harrison, 2004; Tsai, Jessie Ho, Liang, & Lin, 2011). Ugyanez a helyzet azokkal a vizsgálatokkal is, amelyek a természettudományok tanulására irányuló motivációt a természettudományos episztemikus hiedelmekkel kapcsolják össze (Chen & Pajares, 2010; Paulsen & Feldman, 2007; Tuan, Chin, & Shieh, 2005). A Namíbia helyi intézményeinek repozitóriumában, valamint számos nemzetközi adatbázisban végzett szakirodalmi kutatómunka során nem találtam hasonló namíbiai kutatásokra vonatkozó jelentéseket. A természettudományos ismeretek természetével vagy a természettudományos episztemikus hiedelmekkel és a természettudomány megtanulására irányuló motivációval kapcsolatos

tanulói nézetekre vonatkozó ismeretek többsége más országokból származik, különösen a nyugati világból és Távols-Keletről.

ELMÉLETI HÁTTER

Az 1990-es függetlenedés óta számos reformot hajtottak végre a namíbiai oktatási rendszerben, különösen a tantervek és az értékelés területén (Iipinga & Likando, 2012). Ugyanakkor egyik reform sem adott kifejezett iránymutatást a tudomány természetének tanításához, a természettudományos tantárgyakra vonatkozó tantervekben sem.

A tudomány természetére néhány természettudományokat tanító tanár affektív tanulási eredményként tekint és nem a hagyományos tantárgyak tanulási eredményeivel azonos státuszú kognitív vagy tanítási eredményként (Lederman, 2006; Schwartz, Lederman, & Crawford, 2004). Az alapfokú oktatás természettudományos tanterveiben sem tanítják explicit és reflektív módon, annak ellenére, hogy az ilyen tantervek támogatják, hogy a tudomány természetének megértése a természettudományos műveltség fejlesztésének előfeltétele. Feltételezhető, hogy a diákok elsajátíthatják a tudomány természetének megértését pusztán tudományos és kutató tevékenységek végzésével (Khishfe, 2008). Ezt a megközelítést hatástalannak találták (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002). Ezért Khishfe és Abd-El-Khalick (2002) azt javasolták, hogy a tudomány természetének megértését kognitív tanulási eredményként kell kezelni és explicit módon tanítani, ahelyett, hogy arra várunk, hogy valami „ozmotikus folyamaton” keresztül elsajátítják azt a diákok a tudományos tevékenységek végzése közben (554. o.). Világszerte számos kutatás rámutatott, hogy a diákok és a tanárok nem rendelkeznek megfelelő koncepcióval a tudományok természetére vonatkozóan (Bell, Blair, Crawford, & Lederman, 2003; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002; Lederman, 1992; Meichtry, 1992; Moss, Abrams, & Robb, 2001). A diákok tudományok természetére vonatkozó nézeteinek mérésére szolgáló eszközökben nincs hiány (Lederman et al., 1998). Azonban Namíbiában nem léteznek ilyen mérőeszközök. Hasonlóképpen, a tudományok természetére vonatkozó kutatásokat sem végeztek még Namíbiában. A jelen vizsgálat egyik célkitűzése a namíbiai diákok tudományok természetére vonatkozó nézeteinek mérésére szolgáló valid mérőeszköz kidolgozása.

A tudományok természete (Nature of Science – NOS) fogalmát általában “a tudomány episztemiológiájára, a tudományra, mint a megismerés egyik módjára, vagy a tudományos ismeretek fejlődéséhez jellegeből adódó értékekre és meggyőződésekre utaló” értelemben használják (Lederman, 1992, 331. o.; 2007). A tudományfilozófusok, a tudománytörténészek, a természettudósok és a természettudományokat oktatók között azonban továbbra sincs egyetértés a fogalom konkrét meghatározásával kapcsolatban (Abd-El-Khalick, 1998). Az

utóbbi évtizedekben figyelemre méltó konszenzus alakult ki a természettudományokat oktatók körében a tudomány természete szempontjainak egyszerűségi szintjét illetően, amely ösztönzőleg elérhető és megfelelő az alapfokú oktatásban részt vevő diákok számára. Ez az egybeesés annak megértésén alapul, hogy a természettudományos tudás kísérleti jellegű; empirikusan megalapozott; nincs egyetlen “tudományos módszer”; szubjektív; képzelet és kreativitás alapú; társadalmilag és kulturálisan beágyazott; a megfigyelés és a beavatkozás különbözik; és az elméletek és a törvényszerűségek különálló tudásfajták (Abd-El-Khalick et al., 2017; Abd-El-khalick & Lederman, 2000; Lederman, 2007; McComas, 2008; Niaz, 2008; Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar, & Duschl, 2003).

A természettudományok oktatói és kutatói különféle indokokat hoztak fel a természettudomány tanítására (Virginia Mathematics and Science Coalition, 2013). Bell (2008) azzal érvel, hogy a tudomány természetének pontos megértése segít a diákoknak felismerni a tudományos ismeretek erősségeit és korlátait, pontos képet alkotni arról, hogy a tudomány mire tud és mire nem tud válaszolni. Ezenkívül a kutatások azt sugallják, hogy a tudomány természetének megtanítása a diákoknak segítheti a természettudományos tantárgyak tanulását és növelheti a diákok teljesítményét (Cleminson, 1990; Driver, Leach, Millar, & Scott, 1996; Peters, 2012; Songer & Linn, 1991).

A fogalommeghatározás nyolc általános aspektusa mellett felvetették, hogy a tudományos episztemikus hiedelmeknek (Scientific Epistemic Beliefs - SEB) négy dimenziója van (Conley et al., 2004). Ezek a forrás; bizonyosság; fejlődés; és indoklás. Az episztemikus hiedelmek kapcsolatban állnak a természettudományok tanulásával és az abban elért tanulmányi eredményekkel (Cano, 2005; Stathopoulou & Vosniadou, 2007; Trautwein & Lüdtke, 2007). Ezek a vizsgálatok rávilágítottak arra, hogy mennyire fontos feltárni a diákok véleményét a tudományos ismeretek természetéről annak érdekében, hogy jobban megértsék a természettudomány fogalmait.

A természettudomány tanulására irányuló motiváció összekapcsolódott a tudományos ismeretek természetével kapcsolatos hiedelmekkel (Chen & Pajares, 2010; Paulsen & Feldman, 2007; Tsai, Jessie Ho, Liang, & Lin, 2011) és az ezen vizsgálatokból levont következtetések többsége azt az elképzelést támogatja, hogy a szofisztikált hiedelmek pozitív összefüggésben állnak a motivációval, különösen az önbizalommal. Míg a kevésbé szofisztikált (abszolutista) hiedelmek a negatív önértékeléssel álltak összefüggésben. Ezen okok miatt a motivációt olyan releváns komponensnek tekintetem, melyet érdemes bevonni a vizsgálatba.

A diákok önbizalma, a természettudományok tanulásának értéke, a tanulási stratégiák, a tanulási célok és a tanulási környezet ösztönző szerepe a természettudomány tanulására irányuló motiváció néhány fontos tényezője (Tuan et al., 2005). Ezeket a tényezőket

alkalmaztam e vizsgálat alapjaként, hogy felmérjem a namíbiai 12. osztályos tanulóknak a természettudomány tanulására irányuló motivációját.

KUTATÁSI CÉLOK ÉS EMPIRIKUS VIZSGÁLATOK

A jelen kutatás célja a középiskola felső évfolyamain tanuló diákok a tudományok természetére vonatkozó hiedelmeinek és a természettudományok tanulására irányuló motivációjának mérésére szolgáló kérdőívek kidolgozása, adaptálása és pszichometriai validálása volt, Namíbia kulturális kontextusában.

A jelen kutatásban négy empirikus vizsgálatra került sor. Az 1. vizsgálat a tudomány természetével és a tudományos kutatással kapcsolatos hiedelmek felmérésére kifejlesztett új kérdőív próbamérése volt, közvetlenül annak kidolgozása után, azzal a céllal, hogy tartalmát Namíbia középiskolai természettudományokat oktató tanárainak segítségével validálja. Az új kérdőív tartalmi validálásának folytatásaként a 2. Vizsgálat célja volt feltárni a tudomány természete nyolc általános aspektusú koncepciójának faktoriális validitását az új, „A tudomány természetéről vallott hiedelmek” (Beliefs About the Nature of Science’ - BANOS) című kérdőív kidolgozásának alátámasztásaként, és felmérni a középiskola felsőbb évfolyamain tanuló diákok természettudományos tudás természetéről vallott hiedelmeit.

A szakirodalom áttekintése során kiderült, hogy a természettudomány elsajátításának motivációja összekapcsolódott a tudomány természetével kapcsolatos hiedelmekkel. Ezért a 3. vizsgálat célja a Diákok Természettudományok Tanulására Irányuló Motivációja (Students’ Motivation Towards Science Learning – SMTSL) kérdőív adaptálása és kultúrközi validálása volt Namíbia kulturális kontextusában. A 4. vizsgálat célja a SEB kérdőív adaptálása és kultúrközi validálása volt Namíbia kulturális kontextusában, a természettudományt a középiskola felsőbb évfolyamain tanuló diákok körében.

1. VIZSGÁLAT: Egy a tudomány és a tudományos kutatás természetével kapcsolatos hiedelmeket vizsgáló mérőeszköz validálása Namíbiában – Próbamérés

A kérdőív reliabilitása nagyon magas volt. Ez azt mutatja, hogy a mérőeszköz egészének igen magas a reliabilitása. Az itemek átlagos inter-item korrelációja ezen a ponton az előírt tartományban volt. Ez azt jelzi, hogy az itemek viszonylag jól kapcsolódnak egymáshoz (Piedmont, 2014) és éppen azért ennek a vizsgálatnak a kontextusában alkalmasak lehetnek a tudomány természetére és a tudományos kutatásra vonatkozó hiedelmek vizsgálatára Namíbiában. Az item-total korreláció átlaga is kívánatos volt, ami azt jelzi, hogy a mérőeszköz minden iteme ugyanazt a konstruktumot méri.

A válaszok mintázata érdekes trendre világított rá a természettudományokat oktató tanároknak a tudomány természetére és a tudományos kutatással kapcsolatos hiedelmeire vonatkozóan. Azt mutatja, hogy a tanárok meglehetősen hasonlóan gondolkodtak a természettudomány kísérleti jellegéről; a megfigyelésekről és következtetésekről; és a tudományos kutatásról. Ez azt jelentette, hogy a tanároknak az alsókálakkal kapcsolatos hiedelmei meglehetősen megalapozottak voltak, mivel a skála 4. lehetősége az „egyetértést” jelenti. Azonban négy alsókála válaszmintázata, melyek a tudományos módszer; a szubjektív; a képzelőerő és kreativitás; a szocio-kulturális beágyazottság és; a tudományos elméletek és törvényszerűségek, nagymértékű bizonytalanságot jeleznek a tanári hiedelmekben. Ez arra utal, hogy bizonytalanok voltak abban, hogy egyetértsenek vagy sem az állítással. Ezenkívül a tanárok véleménye a tudomány empirikus természetéről inkább ambivalens volt, mivel általában nem értettek egyet ezzel az elképzeléssel.

Az eredmények azt is kimutatták, hogy nem voltak szignifikáns különbségek a tanárok neme szerint. Kimondható, hogy a nem nem befolyásolta a természettudományt oktató tanároknak a tudomány és a tudományos kutatás természetére vonatkozó hiedelmeit a vizsgálati mintában. Hasonlóképpen, a hiedelmekben nem mutatkoztak szignifikáns különbségek a tanárok által tanított természettudományos tantárgyak (biológia vagy fizika) szerint sem. Továbbá az eredmények azt is jelezték, hogy a hiedelmekben a tanárok természettudományi tanítási gyakorlatának hossza sem eredményezett szignifikáns eltérést. Mindez azt jelzi, hogy a tanítási tapasztalat nem befolyásolta a tanároknak a tudomány természetével és a tudományos kutatással kapcsolatos hiedelmeit a jelen mintában.

2. VIZSGÁLAT: „A tudomány természetéről vallott hiedelmek” (Beliefs About the Nature of Science - BANOS) kérdőív faktoriális validitásának vizsgálata

Az eredményként létrejött 16 ítemes kérdőív reliabilitása jó volt. Az egyes faktorok reliabilitása szintén elfogadható volt. Ezek az eredmények azt jelzik, hogy a kérdőív általános reliabilitása jó volt a vizsgált minta esetében. A feltáró faktoranalízis eredményeként egy végleges, 16 íteimből álló, értelmezhető ötfaktoros szerkezetet kaptunk, amely a keresztöltéssel bíró ítemek eltávolítása után 16 elemet tartalmazott, és a faktormegoldás a teljes variancia 67,73%-át magyarázta. Az öt tényezőt megtartottuk az 1-nél nagyobb sajátérték kritérium alapján. Az öt látens faktor átlagos extrahált variancia (AVE) értéke 0,46 és 0,64 között változott. A kompozit reliabilitás (CR) értékek 0,75 és 0,81 között változtak. Bár az AVE értéke egy faktor esetében alacsonyabb volt az elfogadható minimális 0,50-es küszöbértéknél, a konvergens validitás továbbra is megfelelő lehet, mivel valamennyi látens faktor CR értéke értéke 0,70 felett volt (Fornell és Larcker, 1981). Malhotra és Dash (2011) azzal érveltek, hogy az AVE gyakran túl szigorú és a validitás biztosítható pusztán a CR-el.

A diszkriminációs validitást úgy mértük, hogy összehasonlítottuk az AVE négyzetgyökét a látens faktorok korrelációjával (Hair et al., 2016). Az AVE négyzetgyökének magasabbnak kell lennie 0,50-nél (Fornell & Larcker, 1981) és nagyobb, mint a látens faktorok közötti korrelációknak a modellen belül (Hair, Black, Babin, & Anderson, 2010). Megállapítást nyert, hogy nem minden látens faktor felel meg a követelményeknek, és a diszkriminatív validitásuk nem feltétlenül megfelelő, tehát a konstrukciós validitás nem megfelelő. A megerősítő faktoranalízis eredményei azt mutatták, hogy az öttényezős modell statisztikailag nem illeszkedik megfelelően az adatokhoz, csak két illeszkedés mutató felel meg a követelményeknek. A négyfaktoros modell azonban jobb statisztikai illeszkedést mutatott az adatokhoz, bár még mindig az ajánlott küszöbérték alatt.

3. VIZSGÁLAT: A természettudományok tanulására irányuló motiváció értékelésére szolgáló adaptált kérdőív kultúrák közötti validálása a namíbiai 12. osztályos tanulók körében.

Az adaptált kérdőív általános reliabilitása elfogadható volt. Ez azt jelzi, hogy a kérdőív általános reliabilitása elfogadható volt a vizsgált mintán, bár néhány egyéni faktor reliabilitás értéke a javasolt küszöb alatt helyezkedett el. A feltáró faktoranalízis öt egynél nagyobb sajátértékkel rendelkező faktort eredményezett, és a faktormegoldás a teljes variancia 56,1%-át magyarázta.

A megerősítő faktoranalízis azt mutatta, hogy az ötfaktoros mérési modell nagyon jól illeszkedett az adatokhoz a hat jó illeszkedés mutatónak köszönhetően.

Az öt látens faktorra vonatkozó AVE értékek 0,32 és 0,47 között mozogtak. A CR értékek 0,63-tól 0,78-ig terjedtek. Bár az összes látens faktorra vonatkozó AVE értékek alacsonyabbak voltak a preferált minimális 0,50-es küszöbértéknél, a konvergencia validitás továbbra is megfelelő lehet, mivel a legtöbb faktor AVE értéke 0,40 fölé esett (minimális elfogadhatósági szint), két faktor kivételével, melyek a teljesítmény cél és a természettudomány tanulásának értéke voltak; és minden faktor CR értéke 0,60 fölött volt (Fornell & Larcker, 1981). Ez az eredmény azonban nem meglepő, mivel az adaptált kérdőív megbízhatósága Namíbia kulturális kontextusában meglehetősen hasonló volt a korábbi vizsgálatok megbízhatóságához (Dermitzaki, Stavroussi, Vavougiou, & Kotsis, 2013; Yilmaz & Çava, 2007), amelyek ugyanezt a kérdőívet alkalmazták Törökország és Görögország különböző kulturális környezetekben.

Az AVE négyzetgyöke magasabb lett mint 0,50 és magasabb, mint a látens faktorok közötti korreláció a modellen belül. Minden látens faktor megfelel ezeknek a követelményeknek és a diszkriminációs validitás megerősítést nyert. A konvergencia validitással együtt ezek az eredmények azt jelzik, hogy a konstrukciós validitás elfogadható volt.

Ezek az eredmények úgy értelmezhetők, hogy az adaptált eszköz alkalmas arra, hogy felmérje a namíbiai 12. osztályos, természettudományt tanuló diákok e tudomány elsajátítására irányuló motivációját, különösen a nagy volumenű keresztmetszeti vizsgálatokban.

4. VIZSGÁLAT: Mérőeszköz adaptálása, kultúrközi validálása és a diákok természettudományos episztemikus hiedelmeinek felmérése

Az egyes dimenziók, valamint a teljes mérőeszköz reliabilitása elfogadható volt. A hiedelmek általános szintje meglehetősen alacsony volt a két naiv dimenzió, nevezetesen a forrás és a bizonyosság esetében, de magasabb volt a szofisztikáltabb dimenziók, nevezetesen a fejlődés és az igazolás esetében. Bár ezek az eredmények hasonlóak az eredeti kérdőívből nyert megállapításokhoz, a vizsgálat keresztmetszeti jellege miatt nehéz pontosan értelmezni a diákok hiedelmeit.

A konvergens validitás mérése azt mutatta, hogy az itemek szinte minden faktorsúlya szignifikáns volt és nagyobb, mint 0,50, azt jelezve, hogy a legtöbb esetben a variancia több mint 50%-át magyarázzák a dimenziók. Az összes CR érték meghaladta a javasolt 0,70-es küszöbértéket (Fornell & Larcker, 1981). Három dimenzió (forrás, bizonyosság és fejlődés) AVE értéke elérte a 0,50-es minimum küszöbértéket, míg az igazolás dimenzió AVE értéke 0,40 volt. A CR értékek 0,80 és 0,83 közé estek. Bár egy dimenzió AVE értéke a 0,50-es preferált minimum küszöbérték alatt volt, a konvergens validitás továbbra is megfelelő lehet, mert a másik három dimenzió AVE értéke 0,50 volt, és mindegyik dimenzió CR értéke 0,70 fölé esett (Fornell & Larcker, 1981). A diszkriminációs validitás védhető volt, mivel a hiedelmek minden dimenziója alátámasztja e kritérium megelőző követelményeit és a konvergens validitással együtt a konstrukt validitás is megerősítést nyert.

A mérési modell nagyon jól illeszkedett az adatokhoz, mind a hat illeszkedés mutató elérte az előírt küszöböt (Garson, 2015). Korábbi vizsgálatok (Cano, 2005; Stathopoulou & Vosniadou, 2007; Trautwein & Lüdtke, 2007) szerint az episztemikus hiedelmek befolyásolhatják a diákok iskolai teljesítményét. A regressziós modell szignifikáns volt, azonban csak két dimenzió, nevezetesen a bizonyosság és az igazolás jelezte előre statisztikailag szignifikáns módon a természettudományos teljesítményt a jelen mintában. A forrás és a fejlődés negatívan jelezte előre a természettudományos teljesítményt, de a regressziós súlyok nem voltak statisztikailag szignifikánsak.

A kutatás igazolta, hogy nemek szerint statisztikailag szignifikáns különbség van a természettudományos ismeretek forrásával kapcsolatos hiedelmekben. A lány tanulók enyhén szofisztikáltabb hiedelmeket mutattak a természettudományos ismeretek forrásával kapcsolatosan, mint a fiú tanulók, azonban a hatásméret nagyon kicsi volt, valószínűleg a nagy mintának köszönhetően. Mindazonáltal ez pozitív eredmény volt, tekintve, hogy ez egy

validációs vizsgálat. Az eredmények egybevágtak Cano (2005) vizsgálatával, bár különféle mérőeszközöket használtak, de azt találták, hogy a lányok tudással és tanulással kapcsolatos episztemológiai hiedelmei minden iskolai szinten reálisabbak voltak, mint a fiúkéi.

Ez összhangban áll a korábbi kutatási eredményekkel, amelyek állítása szerint a nemek szempontjából nem voltak lényeges különbségek az episztemológiai gondolkodásban. Nem volt statisztikailag szignifikáns különbség nemek szerint a három másik dimenzióval kapcsolatos hiedelmekben. Az évfolyamok vonatkozásában évfolyamonként statisztikailag szignifikáns különbség mutatkozott a forrásokkal és a bizonyossággal kapcsolatos hiedelmekben. A 11. évfolyamos diákok szofisztikáltabb hiedelmeket mutattak a forrással kapcsolatban, mint a 12. évfolyamos diákok, azonban a különbség nagyon kicsi volt. A 12. évfolyamos diákok viszont szofisztikáltabb hiedelmeket mutattak a bizonyossággal kapcsolatban, mint a 11. évfolyamos diákok, ami szintén kicsi, de szignifikáns különbség. Ezek az eredmények ellentmondanak annak a hipotézisnek, miszerint a 12. évfolyamos diákok szofisztikáltabb hiedelmekkel rendelkeznek, mint a 11. évfolyamos tanulók, mert hosszabb ideig tanulmányozták a természettudományt. Az eredmények értelmében a magas és alacsony SES (társadalmi-gazdasági státusz) átlagában nem volt statisztikailag szignifikáns különbség a hiedelmek mind a négy dimenziója mentén. Mindkét csoport alacsonyabb pontszámot mutatott a forrás és a bizonyosság szempontjából, és magasabb pontszámot mutatott a fejlődés és az igazolás szempontjából.

Az eredmények szerint a diákok társadalmi-gazdasági státusztól függetlenül kevésbé szofisztikált hiedelmekkel rendelkeznek a forrással és a bizonyossággal kapcsolatban, de szofisztikáltabb hiedelmekkel rendelkeznek a fejlődéssel és az igazolással kapcsolatban. Ezek az eredmények ellentétben állnak azzal, amit az eredeti vizsgálatban jelentettek a társadalmi-gazdasági státuszról (Conley et al., 2004). Úgy tűnik, hogy az alacsony társadalmi-gazdasági státuszú diákok alacsonyabb pontszámot kaptak a hiedelmek mind a négy dimenziójában, mint az átlagos társadalmi-gazdasági státuszú diákok. Mindez azt veti fel, hogy az alacsony társadalmi-gazdasági státuszú diákok kevésbé szofisztikált episztemikus hiedelmekkel rendelkeznek.

KONKLÚZIÓ

Ez a kutatás arra törekedett, hogy olyan mérőeszközöket fejlesszen ki, adaptáljon és validáljon, amely a namíbiai középiskolás diákoknak a tudományos ismeretek természetével kapcsolatos episztemikus hiedelmeit és a kapcsolódó összetevőket, mint például a természettudomány tanulására irányuló motiváció, méri. A mintavétel a populáció olyan szegmensét vette alapul, akik a namíbiai általános iskoláztatási fázis végén, a középiskola magasabb évfolyamain (11. és 12. évfolyam) tanulnak. A szakirodalmi áttekintés rávilágított,

hogy Namíbiában nem volt olyan kutatás, amely a diákoknak a tudomány természetével kapcsolatos episztemikus hiedelmeit vizsgálta volna. Noha számos eszköz létezik a diákoknak a tudomány természetével kapcsolatos hiedelmeinek felmérésére, pszichometriai validitásuk bizonytalan, mivel sok ilyen eszközt csak kvalitatív módszerekkel validáltak, és mint ilyenek korlátozták az alkalmazásukba vetett bizalmat. Hasonlóképpen, nem voltak pszichometriailag validált eszközök sem a diákok tudomány természetével kapcsolatos episztemikus hiedelmeinek, sem a természettudomány megtanulására irányuló motivációk értékeléséhez a namíbiai kontextusban. A kutatás négy vizsgálatból állt. Mindegyik vizsgálat eredményei pozitív irányba mutatnak, annak ellenére, hogy a kidolgozott új BANOS kérdőív mérési modell illeszkedésében némi ellentmondás mutatkozott. Az adaptált eszköz jobb eredményeket mutatott, amelyek arra utalnak, hogy alkalmasak a namíbiai kontextusban való felhasználásra. A kutatás úttörő jellege miatt, valamint annak korlátait figyelembe véve, számos javaslat került megfogalmazásra a további kutatásokra vonatkozóan a namíbiai diákok és a természettudományt oktató tanárok körében.

IRODALOM

- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665–701. <https://doi.org/10.1080/09500690050044044>
- Abd-El-Khalick, F., Myers, J. Y., Summers, R., Brunner, J., Waight, N., Wahbeh, N., ... Belarmino, J. (2017). A longitudinal analysis of the extent and manner of representations of nature of science in U.S. high school biology and physics textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(1), 82–120. <https://doi.org/10.1002/tea.21339>
- Abd-El-Khalick, F. S. (1998). *The influence of history of science courses on students conceptions of the nature of science*. Unpublished Doctoral Dissertation. Oregon: Oregon State University.
- Bell, R. L. (2008). *Teaching the nature of science through process skills: Activities for Grades 3-8*. New York: Allyn & Bacon/Longman.
- Bell, Randy L., Blair, L. M., Crawford, B. A., & Lederman, N. G. (2003). Just do it? Impact of a science apprenticeship program on high school students' understandings of the nature of science and scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(5), 487–509. <https://doi.org/10.1002/tea.10086>
- Cano, F. (2005). Epistemological beliefs and approaches to learning: Their change through secondary school and their influence on academic performance. *British Journal of Educational Psychology*, 75(2), 203–221. <https://doi.org/10.1348/000709904X22683>
- Chen, J. A. (2012). Implicit theories, epistemic beliefs, and science motivation: A person-centered approach. *Learning and Individual Differences*, 22(6), 724–735. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.07.013>
- Chen, J. A., Metcalf, S. J., & Tutwiler, M. S. (2014). Motivation and beliefs about the nature of scientific knowledge within an immersive virtual ecosystems environment. *Contemporary Educational Psychology*, 39(2), 112–123. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2014.02.004>
- Chen, J. A., & Pajares, F. (2010). Implicit theories of ability of Grade 6 science students: Relation to epistemological beliefs and academic motivation and achievement in science. *Contemporary Educational Psychology*, 35(1), 75–87. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2009.10.003>
- Cleminson, A. (1990). Establishing an epistemological base for science teaching in the light of contemporary notions of the nature of science and of how children learn science. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(5), 429–445.
- Conley, A. M. M., Pintrich, P. R., Vekiri, I., & Harrison, D. (2004). Changes in epistemological beliefs in elementary science students. *Contemporary Educational Psychology*, 29(2), 186–204. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2004.01.004>
- Dermitzaki, I., Stavroussi, P., Vavougiou, D., & Kotsis, K. T. (2013). Adaptation of the Students' Motivation Towards Science Learning (SMTSL) questionnaire in the Greek language. *European Journal of Psychology of Education*, 28(3), 747–766. <https://doi.org/10.1007/s10212-012-0138-1>
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Philadelphia: Open University Press.

- Eita, J., Appolus, M., & Ndimbira, J. (2004). *Namibia Vision 2030. Office*. Windhoek: NAMPRINT. Retrieved from [http://www.wisis.unam.na/hivdocs/UNICEF/Vision2030/NPC_Vision2030_8_Externalenvironment - 68 p.pdf](http://www.wisis.unam.na/hivdocs/UNICEF/Vision2030/NPC_Vision2030_8_Externalenvironment-68p.pdf)
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39. <https://doi.org/10.2307/3151312>
- Garson, G. D. (2015). *Structural equation modelling*. Asheboro, NC: Statistical Associates Publishers.
- Gu, J., & Belland, B. R. (2015). Emerging Technologies for STEAM Education. *Emerging Technologies for STEAM Education*, 39–60. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-02573-5>
- Hair, J., Black, W., Babin, B., & Anderson, R. (2010). *Multivariate data analysis* (7th ed.). Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice-Hall, Inc.
- Hair Jr, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C., & Sarstedt, M. (2016). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)*. Sage Publications.
- Iipinge, S. M., & Likando, G. N. (2012). The Educational assessment reforms in post-independence Namibia : A critical analysis, 9(2), 1–10.
- Khishfe, R. (2008). The development of seventh graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(4), 470–496. <https://doi.org/10.1002/tea.20230>
- Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551–578. <https://doi.org/10.1002/tea.10036>
- Lederman, N. G. (2006). Research on nature of science: reflections on the past, anticipations of the future. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 7(1), 1–11. Retrieved from https://www.ied.edu.hk/apfslt/download/v7_issue1_files/foreword.pdf
- Lederman, Norman G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331–359. <https://doi.org/10.1002/tea.3660290404>
- Lederman, Norman G. (2007). Nature of science: Past, present and future. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831–880). Mahwah, NJ,: Lawrence Erlbaum.
- Lederman, Norman G, Wade, P. D., & Bell, R. L. (1998). Assessing the Nature of Science: What is the Nature of Our Assessments? *Science and Education*. <https://doi.org/10.1023/A:1008601707321>
- Malhotra, N. K., & Dash, S. (2011). *Marketing Research: An applied orientation*. London: Pearson Publishing.
- McComas, W. F. (2008). Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. *Science and Education*, 17(2–3), 249–263. <https://doi.org/10.1007/s11191-007-9081-y>
- Meichtry, Y. J. (1992). Influencing Student Understanding of the Nature of Science - Data from a Case of Curriculum-Development. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 389–407. <https://doi.org/10.1002/tea.3660290407>

- Moss, D. M., Abrams, E. D., & Robb, J. (2001). Examining student conceptions of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 23(8), 771–790. <https://doi.org/10.1080/09500690010016030>
- Namibia. Ministry of Education [MoE]. (2010). *The national curriculum for basic education*. Okahandja: NIED.
- Nemeth, M. B., & Korom, E. (2012). Science literacy and the Application of Scientific knowledge. In B. Csapo & G. Szabo (Eds.), *Framework for Diagnostic Assessment of Science* (pp. 55–87). Budapest: Nemzeti Tankönyvkiado Zrt.
- Niaz, M. (2008). What “ideas-about-science” should be taught in school science? A chemistry teachers’ perspective. *Instructional Science*, 36(3), 233–249. <https://doi.org/10.1007/s11251-007-9031-8>
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., & Duschl, R. (2003). What “ideas-about-science” should be taught in school science? A delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692–720. <https://doi.org/10.1002/tea.10105>
- Paulsen, M. B., & Feldman, K. A. (2007). The conditional and interaction effects of epistemological beliefs on the self-regulated learning of college students: Cognitive and behavioral strategies. *Research in Higher Education*, 48(3), 353–401. <https://doi.org/10.1007/s11162-006-9029-0>
- Peters, E. E. (2012). Developing Content Knowledge in Students Through Explicit Teaching of the Nature of Science: Influences of Goal Setting and Self-Monitoring. *Science and Education*, 21(6), 881–898. <https://doi.org/10.1007/s11191-009-9219-1>
- Piedmont, R. L. (2014). Inter-item correlations. In A. C. Michalos (Ed.), *Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research* (pp. 3303–3304). Netherlands: Springer Netherlands.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, 88(4), 610–645. <https://doi.org/10.1002/sci.10128>
- Songer, N. B., & Linn, M. C. (1991). How do students’ views of science influence knowledge integration? *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 761–784. <https://doi.org/10.1002/tea.3660280905>
- Stathopoulou, C., & Vosniadou, S. (2007). Exploring the relationship between physics-related epistemological beliefs and physics understanding. *Contemporary Educational Psychology*, 32(3), 255–281. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2005.12.002>
- Trautwein, U., & Lüdtke, O. (2007). Epistemological beliefs, school achievement, and college major: A large-scale longitudinal study on the impact of certainty beliefs. *Contemporary Educational Psychology*, 32(3), 348–366. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2005.11.003>
- Tsai, C. C., Jessie Ho, H. N., Liang, J. C., & Lin, H. M. (2011). Scientific epistemic beliefs, conceptions of learning science and self-efficacy of learning science among high school students. *Learning and Instruction*, 21(6), 757–769. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2011.05.002>

- Tuan, H. L., Chin, C. C., & Shieh, S. H. (2005). The development of a questionnaire to measure students' motivation towards science learning. *International Journal of Science Education*, 27(6), 639–654. <https://doi.org/10.1080/0950069042000323737>
- Virginia Mathematics and Science Coalition. (2013). Teaching About Scientific Inquiry and the Nature of Science: Towards a more complete view of science. *The Journal of Mathematics and Science: Collaborative Explorations*, 13, 5–25.
- Wenning, C. J. (2006). Assessing nature-of-science literacy as one component of scientific literacy. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 3, 3–14.
- Yilmaz, H., & Çava, P. H. (2007). Reliability and Validity Study of the Students' Motivation toward Science Learning (SMTSL) Questionnaire. *Elementary Education Online*, 6(3), 430–440. Retrieved from <http://ilkogretim-online.org.tr>

A DISSZERTÁCIÓHOZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK

- Shaakumeni, S. N. (2019). Exploring the factorability of the nature of science construct. 27th Annual Conference of the Southern African Association for Research in Mathematics, Science and Technology Education (SAARMSTE). Durban, South Africa. January 14-17, 2019
- Shaakumeni, S. N. (2019). Assessing the factorability of the eight-dimension nature of science. 23rd Conference of the Junior Researchers of European Association for Research on Learning and Instruction (EARLI). Aachen, Germany. August 10-11, 2019.
- Shaakumeni, S. N., & Csapó, B. (2019). Exploring the Factorial Validity of the Beliefs about Nature of Science Questionnaire. *Science Education International*, 30(1), 38-44.
- Shaakumeni, S. N. (2019). Assessing students' scientific epistemic beliefs. 17th Conference on Educational Assessment. Szeged, Hungary. April 11-13, 2019.
- Shaakumeni, S. N. (2019). Assessing the suitability of the adapted scientific epistemic beliefs questionnaire in Namibia. *Journal of Studies in Education*, 9 (2).
- Shaakumeni, S. N. (2019). Validation of an instrument to assess beliefs about nature of science and scientific inquiry in Namibia. *European Journal Educational Sciences*, 6 (2).
- Shaakumeni, S. N. (2018). The nature of science conception: A review of literature. *Reform Forum Journal of Educational Reform in Namibia*, 26(1), 60-74.
- Shaakumeni, S. N., & Csapó, B. (2018). Exploring the possibility of assessing students' motivation to learn science in Namibia. 16th Conference on Educational Assessment. Szeged, Hungary. April 26-28, 2018.
- Shaakumeni, S. N., & Csapó, B. (2018). Examining the psychometric properties of an instrument for assessing motivation to learn science in Namibia. EDULEARN18: 10th International Conference on Education and New Learning Technologies. Palma de Mallorca, Spain. July 02-04, 2018.
- Shaakumeni, S. N., & Csapó, B. (2018). A cross-cultural validation of adapted questionnaire for assessing motivation to learn science. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 22 (3), 340-350.