



Зборник Института за педагошка истраживања
Година 54 • Број 2 • Децембар 2022 • 117–142
УДК 159.947.5.072-057.874(497.11);
37.015.31:5/6(497.11); 37.091.26-057.874(497.11)

ISSN 0579-6431
ISSN 1820-9270 (Online)
<https://doi.org/10.2298/ZIPI2202117S>
Оригинални научни рад

МОТИВАЦИОНИ ПРОФИЛИ УЧЕНИКА У ПРИРОДНИМ НАУКАМА: TIMSS 2019 У СРБИЈИ*

Славица Шевкушић**, Снежана Мирков и Наташа Лалић Вучетић
Институт за педагошка истраживања, Београд, Србија

АПСТРАКТ

Разумевање мотивације за учење као сложеног конструкта омогућава да се настава у већој мери прилагоди индивидуалним карактеристикама и потребама ученика. Иако различите комбинације мотивационих фактора воде ка различитим исходима, малобројна су истраживања у чијем су фокусу мотивациони профили ученика у природним наукама. Да би се идентификовале групе ученика четвртог разреда основне школе које одликују различити ниво интринзичне мотивације и самоефикасности у природним наукама, примењен је приступ усмерен на особу. Секундарним анализама података, добијених помоћу упитника за ученике и теста знања из природних наука у студији TIMSS 2019 у Србији, испитивана је структура мотивационих профила, њихови односи са постигнућем, заступљеност ученика различитог пола и стабилност профила у два истраживачка циклуса. Кластер анализом откривена су четири профила које одликују различити ниво интринзичке мотивације, самоефикасности и постигнућа. Ученици који изражавају виши ниво мотивације и самоефикасности успешнији су од ученика код којих су установљене ниже вредности ових варијабли. Највише постигнуће остварују ученици који изражавају највиши ниво самоефикасности и умерени ниво мотивације, што сугерише да наставници треба да примењују стратегије којима се унапређују компетенције и доживљај самоефикасности ученика. Требало би испитати контекстуалне факторе који су могли допринети повећању броја ниско интринзично мотивисаних ученика који изражавају низак доживљај самоефикасности и остварују најниже постигнуће.

Кључне речи:

мотивациони профили, природне науке, интринзична мотивација, самоефикасност, TIMSS 2019.

* Напомена. Реализацију овог истраживања финансирао је Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије (бр. уговора 451-03-68/2022-14/200018).

** E-mail: ssevkusic@gmail.com

■ УВОД

У савременом свету наука и технологија постају све важније, а научна писменост сматра се једном од кључних компетенција коју је потребно развијати током школовања. Наглашава се да је одређени степен разумевања природних наука неопходан да би људи могли да доносе одлуке о себи и о свету у коме живе. Концепт научне писмености је комплексан и вишезначан, па се у литератури могу пронаћи његова различита одређења. Међу теоретичарима, који припадају тзв. прогресивном покрету у области научног образовања, преовладава схватање научне писмености којим се наглашава примена научних знања и вештина у свакодневним животним ситуацијама (Bybee, McCrae & Laurie, 2009; DeBoer, 2000; Mullis, Martin, Ruddock, O'Sullivan & Preuschoff 2009; Sadler & Zeidler, 2009). Научна писменост, такође, подразумева и разумевање науке као форме људског сазнања и тога како наука обликује материјални и друштвени свет у којем људи живе (Baucal & Pavlović Babić, 2010; OECD, 2006).

Поред когнитивних аспеката, научна писменост подразумева и ставове, уверења, вредности и мотивационе аспекте. Ставови према науци имају значајну улогу у стицању научних и технолошких знања, у примени научних концепата и метода у различитим животним ситуацијама и у грађењу каријере у области природних наука. Стога, један од основних циљева наставе природних наука јесте да ученици од најранијих узраста, поред стицања знања и вештина, развијају интересовање за науку и изграђују позитиван став према примени научне методологије. Ученици млађег школског узраста су природно радознали и заинтересовани за свет око себе и своје место у њему, тако да је то време погодно за учење основних научних појмова. Новије студије показују да се уз одговарајућу подршку и помоћу адекватно осмишљених наставних стратегија ученици на овом узрасту ефикасно могу ангажовати у спровођењу истраживања, прикупљању и анализирању података, као и у евалуирању једноставнијих научних модела и на тај начин разумети многе сложене појмове и процесе у области природних наука (Enyedy, Danish, Delacruz & Kumar, 2012; Lehrer & Schauble 2006).

Упркос значајним напорима које многи образовни системи улажу у циљу унапређивања наставе природних наука, резултати лонгитудиналних истраживања упозоравају на забрињавајући тренд опадања мотивације ученика за учење природних наука током школовања, као и на смањење аспирација за избор каријере у овој области (Alexander, Johnson & Kelley, 2012; Plenty & Heubeck, 2013; Potvin & Hasni, 2014; Zusho, Pintrich & Coppola, 2003). Стога, идентификовање фактора који доприносе квалитету учења и постигнућу у природним наукама постаје један од приоритетних истраживачких проблема.

Мотивација и постигнуће ученика у настави природних наука

Различити мотивациони конструкти, као што су интересовање ученика и уживање у учењу сматрају се главном покретачком снагом учења у контексту формалног образовања (Fryer & Ainley, 2019; Pintrich & Schunk, 2002; Schunk, Meece & Pintrich, 2014; Wigfield & Eccles, 2000). Интересовање ученика се дефинише као феномен који је специфичан за домен садржаја и који показује зашто је ученик мотивисан да се ангажује у некој активности и да учи градиво одређеног предмета (Renninger & Hidi, 2011). Разлози ангажовања могу бити екстринзичке природе, као што је очекивање да се остваре жељени исходи или интринзичке, зато што ученик активност сматра занимљивом и у њој ужива. Посебну пажњу истраживачи су посветили прочавању селфконцепта и његовом доприносу постигнућу. Селфконцепт се дефинише као мултидимензионални конструкт који је специфичан у односу на наставне предмете (Marsh & Craven, 2006; Marsh, Hau, Artelt, Baumert & Peschar, 2006) и односи се на уверење ученика у сопствену способност да изврши задатак и на његова очекивања у вези са исходом те активности (Bandura, 1997; Zusho *et al.*, 2003). Самоефикасност представља мотивационо уверење на тај начин што виша опажена самоефикасност утиче на постављање виших личних циљева и на интензитет посвећивања њиховом остваривању. Постављање изазовних циљева подиже ниво мотивације и интензитет стремљења ка постигнућу.

Истраживања о односу између мотивације и постигнућа спроводе се у оквиру различитих наставних предмета, а истраживачи примењују различите теоријске оквири и методолошке нацрте. Корелациона и експериментална истраживања, као и метаанализе, показују да су мотивационе карактеристике значајно повезане са постигнућем, односно да ученици, који изражавају виши ниво самоефикасности и интересовања и који високо вреднују наставни предмет, остварују боље образовне исходе (Cerasoli, Nicklin & Ford, 2014; Hattie, 2009; Lee & Shute, 2010). Поред тога, потврђено је да самоефикасност значајније корелира са постигнућем него друге варијабле (Meece, Wigfield & Eccles, 1997; Richardson, Abraham & Bond, 2012; Stankov, 2013).

У области научног образовања мотивација је препозната као важан конструкт. Метастудије у којима је дат преглед дуге истраживачке традиције у овој области указују на то да су мотивациона уверења ученика и доживљај самоефикасности међу најважнијим факторима школског постигнућа (Lavonen & Laaksonen, 2009; Osborne, Simon & Collins, 2003; Wang & Degol, 2013). Притом, потврђује се да је доживљај сопствене компетентности бољи предиктор ученичког постигнућа од интринзичке и екстринзичке мотивације. На пример, новија истраживања показују да самоефикасност ученика петог и шестог разреда основне школе доследно предвиђа различите димензије афективног, ког-

нитивног и бихејвиоралног ангажовања у природним наукама како у школској средини, тако и у ваншколским контекстима (Bae & DeBusk-Lane, 2019; Ben-Eliyahu, Moore, Dorph & Schunn, 2018). Такође, испитујући ученике који остварују највише постигнуће у природним наукама, Чен и сарадници су утврдили да њихова посвећеност учењу и доживљај самоефикасности имају највећу предиктивну моћ (Chen, Zhang, Wei & Hu, 2019).

Приступ усмерен на особу vs приступ усмерен на варијабле

Мада бројна истраживања потврђују да постоји позитиван однос између компонента ученичке мотивације и академског постигнућа, установљено је да су добијене везе слабијег интензитета у поређењу са другим психолошким и образовним факторима (Howard, Gagné & Bureau, 2017; Kriegbaum, Becker & Spinath, 2018) и да различите варијабле доприносе овим ефектима (Marsh & Craven, 2006; Skaalvik, Federici & Klassen, 2015; Vesić, Džinović & Mirkov, 2021). То сугерише да ова веза није једнозначна и да је потребно испитати факторе који је могу „ограничавати”. У том смислу, главни недостатак приступа усмереног на варијабле, који доминира у овој истраживачкој традицији, односи се на то што на тај начин није могуће открити подгрупе ученика који имају посебне обрасце уверења унутар узорка или између узорака. Насупрот томе, приступ усмерен на особу омогућава да се идентификују подгрупе појединаца које одликују различите конфигурације мотивационих фактора и уверења о самоефикасности и испитају сложене интеракције између ових компонента (Bergman & Trost, 2006). У оквиру овог приступа користе се посебне технике, попут кластерисања и анализе латентних класа (LCA),¹ како би били издвојени различити профили испитаника који дају сличне одговоре у вези са мотивационим варијаблима.

У истраживањима у којима је примењен приступ усмерен на особу аутори испитују профиле ученика у природним наукама, користећи мотивационе и друге карактеристике као мере идентификације. На пример, самоефикасност и мотивациона уверења ученика (Andersen & Chen, 2016; Bae & DeBusk-Lane, 2018; Bøe & Henriksen, 2013; Conley, 2012; Linnenbrink-Garcia, Wormington, Snyder, Riggsbee, Perez, Ben-Eliyahu & Hill, 2018), персонална својства ученика, мотивацију и карактеристике средине за учење (Radišić, Selleri, Carugati & Vaucal, 2021), епистемолошка уверења (Chen, 2012; Kampa, Neumann, Heitmann & Kremer, 2016), ангажовање ученика (Schmidt, Rosenberg & Beymer, 2018). Резултати ових истраживања показују да ученици имају различите комбинације мотивационих уверења о природним наукама и да су неки профили адаптивнији од других профила у погледу кључних исхода наставе природних наука,

¹ LCA – *Latent Class Analysis*

као што су постигнуће на стандардизованим тестовима, научна писменост или избор будуће каријере у STEM² областима (Snodgrass Rangel, Vaval & Bowers, 2020). Такође, доследно се потврђује налаз добијен у истраживањима, у којима је коришћен приступ усмерен на варијабле, да доживљај сопствене компетентности више доприноси постигнућу ученика у настави природних наука од интринзичке и екстринзичке мотивације (Chen, 2012; Chen & Usher, 2013; Ivanova & Michaelides, 2022).

Према међународне компаративне студије TIMSS и PISA, у којима се проучава образовно постигнуће ученика и контекстуални фактори који га објашњавају, представљају значајан извор података за проучавање односа између мотивације и постигнућа, још увек је релативно мали број истраживања у којима се ови подаци анализирају са циљем идентификовања различитих мотивационих профила ученика у природним наукама (Hofverberg, Eklöf & Lindfors, 2022; Radišić *et al.*, 2021; Shmidt *et al.*, 2018), као и у математици (Lalić-Vučetić, Ševkušić & Mirkov, 2021; Michaelides, Brown, Eklöf & Papanastasiou, 2019). Предност ових истраживања препознаје се у томе што омогућавају да се утврде различити обрасци мотивационих уверења ученика на репрезентативном узорку и да се кроз временске циклусе прати да ли је „чланство” у профилима стабилно или се дешавају промене, које могу бити значајан извор информација за образовну политику и праксу.

Наше истраживање, у коме смо применили приступ усмерен на особу како бисмо испитали мотивационе профиле ученика у природним наукама у студији TIMSS 2019, има теоријски и практични значај. Анализе које су коришћене у овом приступу могу допринети постојећем корпусу знања о мотивацији као сложенем и динамичном конструкту и бољем разумевању фактора који утичу на постигнуће ученика из природних наука на TIMSS тесту. Откривање различитих мотивационих профила ученика може помоћи да се настава природних наука у већој мери прилагоди индивидуалним карактеристикама и потребама ученика и на тај начин допринесе квалитетнијем учењу и бољем постигнућу.

Циљ истраживања је да се идентификују и опишу мотивациони профили ученика, засновани на разликама у интринзичкој мотивацији и доживљају самоефикасности ученика, у настави природних наука. Мотивациони профили испитивани су за ученике четвртог разреда основних школа у Србији који су учествовали у циклусу TIMSS 2019 и 2015. Поставили смо следећа истраживачка питања.

1. Који мотивациони профили ученика се издвајају у природним наукама и каква је структура тих профила?
2. Какви су односи мотивационих профила са постигнућем које ученици остварују на тесту знања из природних наука?

2 STEM – Science, Technology, Engineering, and Mathematics

3. Да ли постоје разлике у мотивационим профилима у односу на пол ученика?
4. Да ли су мотивациони профили ученика у настави природних наука стабилни у два временска циклуса испитивања – TIMSS 2015 и 2019?

На основу резултата релевантних истраживања у којима је примењен приступ усмерен на особу (на пример: Ivanova & Michaelides, 2022; Michaelides *et al.*, 2019; Radišić *et al.*, 2020; She *et al.*, 2019), претпоставили смо да ће бити идентификовани конзистентни профили са сличним (са вишим, односно нижим) вредностима самоефикасности и интринзичне мотивације. Поред тога, очекивали смо да ће бити идентификовани неконзистентни профили у којима самоефикасност и интринзична мотивација немају сличну дистрибуцију резултата. У вези са односом мотивационих профила и постигнућа, претпоставили смо да ученици који извештавају о вишој самоефикасности и вишој интринзичној мотивацији за учење природних наука остварују више постигнуће на тесту, у поређењу са ученицима који извештавају о нижим вредностима ових варијабли. Претпоставили смо и да ће ученици из неконзистентних профила, који имају највише вредности самоефикасности, остварити највише постигнуће.

■ МЕТОД

Рад се заснива на секундарној анализи података који су добијени путем ученичких упитника и теста знања из природних наука у оквиру међународног истраживања TIMSS 2019 и TIMSS 2015.

Узорак

У истраживању TIMSS 2019 узорак је чинило 4380 ученика четвртог разреда из 165 основних школа у Србији. У узорку су приближно једнако заступљени ученици оба пола (49% девојчица), а њихов просечни узраст је 10,60 година. У циклусу TIMSS 2015 учествовало је 3976 ученика из 160 основних школа, (49% девојчица), просечни узраст ученика је 10,75.

Варијабле и инструменти

У TIMSS истраживању мотивација ученика за учење природних наука испитује се мерама које су дате у упитницима за ученике од 1995. године, па надаље. Током временских циклуса скале су ревидиране, компоненте мотивације су се

мењале, а запажа се постепена тенденција ка теоријски оправданијем избору тврдњи. Од 2015. године аутори се позивају на теорију самодетерминације да би описали мотивациони конструкт који је примењен у циклусима TIMSS 2015 и 2019 (Hooper, Mullis & Martin, 2013; Hooper, Mullis, Martin & Fishbein, 2017). Међутим, није јасно образложено како су тврдње у скали мотивације операционализоване на основу ове сложене теорије (Ivanova & Michaelides, 2022; Michaelides et al., 2019), која је више пута емпиријски проверана у различитим културним контекстима у домену образовања (према: Šarčević, 2015). На узрасту ученика четвртог разреда TIMSS мотивациони конструкт чине две варијабле: став ученика према природним наукама и самопоуздање у природним наукама. Прва варијабла тумачи се као индикатор интринзичне мотивације, а друга као показатељ ученичког доживљаја самоефикасности. Ове две мере су у нашем истраживању коришћене приликом идентификовања мотивационих профила ученика у природним наукама.

У оба TIMSS циклуса за испитивање интринзичне мотивације ученика за учење природних наука коришћена је једнодимензионална скала која се састоји од девет тврдњи којима се испитује самопроцена уживања у учењу природних наука, заинтересованост и афективни став према наставним садржајима ($\alpha = 0,90$). Скала за испитивање самоефикасности у учењу природних наука је, такође, једнодимензионална и садржи седам тврдњи које се односе на процену сопствене успешности и тешкоће у учењу природних наука ($\alpha = 0,84$). У испитивању TIMSS 2015 поузданост скале за интринзичку мотивацију је $\alpha = 0,88$, а за скалу самоефикасности $\alpha = 0,83$. Ученици изражавају свој степен слагања са тврдњама на четворостепеној скали Ликертовог типа (сасвим се слажем, слажем се, не слажем се, уопште се не слажем). Тврдње у скалама дате су у Прилогу 1.

Да бисмо проверили факторску структуру две скале, урађена је конфирмативна факторска анализа у софтверу JASP (JASP Team, 2022), по угледу на анализу која је спроведена на основу података из циклуса TIMSS 2015 (Ivanova & Michaelides, 2022).³ Добили смо задовољавајуће индикаторе подесности за скале у оба циклуса истраживања (Табела 1), посебно када је узет у обзир фактор негативне формулације ајтема (тзв. *Negative wording* фактор). На ефекат овог фактора указују аутори поменутог истраживања, као и сличних истраживања у којима је потврђена подесност двофакторске структуре мотивационог конструкта на узрасту ученика четвртог разреда у различитим TIMSS циклусима (на пример, Michaelides, 2019). Додатну потпору за употребу мотивационих скала пружају резултати анализа спроведених на подацима из циклуса TIMSS

³ Испитивана је факторска структура скала самоефикасности и интринзичне мотивације на узорку ученика четвртог и осмог разреда из Сједињених Америчких Држава.

2019 за све државе учеснице, укључујући Србију (Reynolds, Khorramdel & von Davier, 2022).⁴

Табела 1: Индикатори подесности за скале самоефикасности и интринзичне мотивације

	χ^2	df	CFI	RMSEA	SRMR
Структура мотивационог конструкта са NWF (TIMSS 2015)	516,298*	95	0,998	0,035	0,033
Структура мотивационог конструкта са NWF (TIMSS 2019)	800,121*	95	0,998	0,044	0,032

* $p < 0,001$.

NWF - *Negative Wording Factor*

Постигнуће ученика у природним наукама изражено је као просечан скор пет плаузибилних вредности на тесту знања ($M = 500$, $SD = 100$). Задаци мере постигнуће ученика у различитим доменима садржаја из природних наука (*Жива природа*, *Нежива природа* и *Наука о Земљи*)⁵ и у оквиру три когнитивна домена: знање, примена и резонување. Концепција истраживања омогућава да се просечно постигнуће ученика интерпретира и у односу на међународне референтне вредности које представљају индикаторе четири нивоа знања: напредни (625 поена), високи (550 поена), средњи (475 поена) и ниски (400 поена).⁶

Анализе

За идентификовање мотивационих профила ученика примењена је кластер анализа у два корака (two-step cluster analysis) одвојено за оба сета података (TIMSS 2019 и 2015). Ову методу одабрали смо због могућности директнијег поређења наших резултата са резултатима који су добијени у актуелним истраживањима спроведеним на TIMSS подацима у којима је постављен сличан циљ (Lalić-Vučetić *et al.*, 2021; Michaelides, Brown, Eklöf & Papanastasiou, 2019).

⁴ Скале које мере доживљај самоефикасности и интринзичне мотивације анализирани су помоћу приступа IRT (Item Response Theory), а резултати су показали да су ајтеми из обе скале у области природних наука и математике, на узрасту четвртог и осмог разреда, компарабилни у највећем броју држава.

⁵ Према важећем наставном плану и програму у Србији за први циклус основног образовања, садржаји природних наука изучавају се као интегративни у оквиру обавезног наставног предмета Свет око нас (први и други разред) и Природа и друштво (трећи и четврти разред).

⁶ Детаљнији опис компетенција на различитим нивоима приказан је у методолошком оквиру TIMSS истраживања (Đerić, Gutvajn, Jošić & Ševa, 2021).

Дескриптивна статистика коришћена је за анализу структуре кластера, а једносмерна анализа варијансе да утврдимо да ли су разлике у припадности кластеру повезане са постигнућем које су ученици остварили на тесту знања из природних наука. Поред тога, коришћен је и хи-квадрат тест да се испита да ли се дистрибуција дечака и девојчица разликује по кластерима, као и да ли се структура мотивационих профила разликује у два TIMSS циклуса. Обрада података урађена је у статистичком софтверу SPSS 27.

■ РЕЗУЛТАТИ

Карактеристике мотивационих профила у природним наукама: TIMSS 2019

Дескриптивна статистика за две мере на основу којих су идентификовани мотивациони профили, самоефикасност и интринзичку мотивацију за учење природних наука представљена је у Табели 2. Утврђена је релативно висока повезаност између ове две варијабле ($r = 0,63$, $p < 0,001$).

Табела 2. Дескриптивна статистика за мотивационе варијабле (TIMSS 2019)

Варијабла	N	Min	Max	M	SD
интринзична мотивација	4314	2,69	13,19	9,41	2,03
самоефикасност	4310	3,43	13,29	9,91	1,83

Приликом извођења кластер анализа примењен је поступак који је описан у истраживању Мичелидеса и сарадника (Michaelides *et al.*, 2019: 36). С обзиром на то да је кластер анализа експлоративни поступак, могуће је да буде екстрахован и интерпретиран различит број кластера, посебно када се користи кластерисање „у два корака”. У овом случају избор броја кластера ограничен је на пет и заснован је на критеријумима који се односе на то да сваки кластер садржи најмање 7% испитаника и да је решење означено као добро или бар као прихватљиво (Kaufman & Rousseeuw, 1990). Преглед свих кластер решења дат је у Табели 3.

Табела 3. Кластер решења идентификована у природним наукама (TIMSS 2019)

Издвојен број кластера	Квалитет решења	% испитаника у кластерима
2	0,6 (добро)	39,4, 60,6
3	0,5 (добро)	21,4, 27,6, 51
4	0,5 (добро)	13,4, 27,8, 7,8, 50,9
5	0,5 (прихватљиво)	13,4, 24,1, 7,8, 38,9, 15,8

Запажа се да сва кластерска решења испуњавају минимум услова да буду прихваћена као коначно решење. За даље анализе одабрали смо четворокластерско решење, а при избору смо се руководили структуром кластера и релевантним теоријским претпоставкама о могућем постојању и ефектима неконзистентних профила (Michaelides *et al.*, 2019: 37). У поређењу са двокластерским и трокластерским решењима четворокластерско и петокластерско решење пружају веће могућности за интерпретацију, при чему петокластерско решење не омогућава нове информације у односу на четворокластерско.

Структура мотивационих профила ученика у природним наукама приказана је у Табели 4. Под структуром подразумевамо дистрибуцију ученика по кластерима и вредности варијабли *самоефикасност* и *интринзична мотивација*. У првом мотивационом профилу су ученици који изражавају високу интринзичку мотивацију и високу самоефикасност у природним наукама; у другом су ученици са умереним вредностима обе варијабле; у трећем профилу, у којем је најмањи број ученика, су они који изражавају умерену интринзичку мотивацију, а вредност њиховог доживљаја самоефикасности је највиша у поређењу са осталим профилима; у четвртм профилу, који обухвата половину узорка, су ученици са ниским вредностима самоефикасности и интринзичке мотивације за учење природних наука. Дакле, добијени налази потврђују наше претпоставке о постојању различитих мотивационих профила с обзиром на њихову структуру: како конзистентних, тако и неконзистентних.

Табела 4. Дистрибуција ученика по кластерима, дескриптивна статистика за интринзичку мотивацију за учење природних наука, самоефикасност и постигнуће на тесту из природних наука (TIMSS 2019)

Кла- стери	N	%	Интринзична мотивација		Само- ефикасност		Пости- гнуће	
			M	SD	M	SD	M	SD
1	577	13,4	13,19	0,05	12,11	1,49	533,16	66,20
2	1196	27,8	10,00	0,92	10,25	0,92	530,89	70,14
3	337	7,8	10,08	1,39	13,29	0,04	555,90	61,63
4	2188	50,9	7,98	1,13	8,63	0,88	514,29	77,86

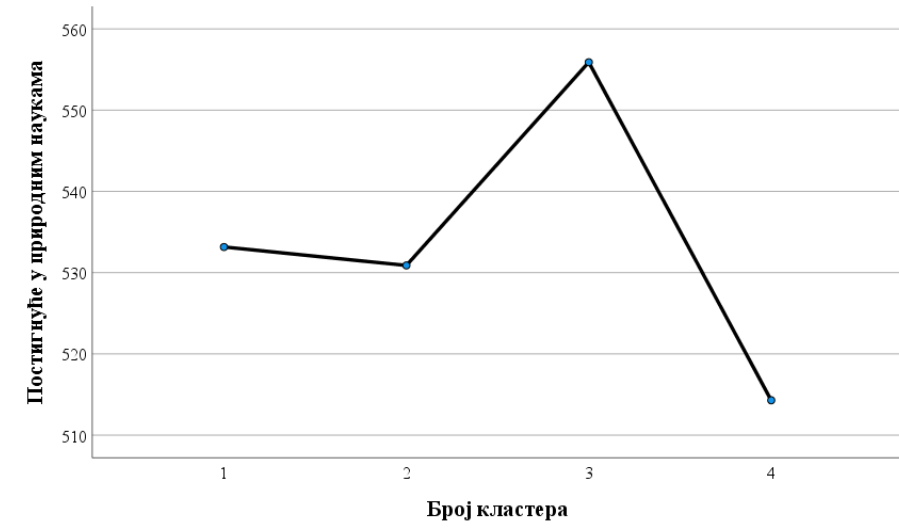
*Какво је постигнуће ученика
различитих мотивационих профила?*

Добијени резултати потврђују обе наше претпоставке о вези постигнућа и различитих мотивационих профила. У начелу, ученици који изражавају више нивое интринзичне мотивације и доживљаја самоефикасности остварују више постигнуће у поређењу са ученицима код којих су идентификовани ниски нивои обе мотивационе варијабле. Притом, највише постигнуће остварују ученици који изражавају највиши доживљај самоефикасности и умерен ниво интринзичне мотивације. Као што се може видети у Табели 4 највише постигнуће остварују ученици из трећег профила. Овај тзв. неконзистентни кластер (различите вредности варијабле мотивације за учење и самоефикасности) значајно је успешнији од првог, упркос нижој мотивацији ученика. Ученици из првог и другог кластера остварују слично постигнуће, иако су вредности мотивације и самоефикасности у другом кластеру значајно ниже у поређењу са првим кластером. Најниже постигнуће имају ученици који су сврстани у четврти профил. Анализа варијансе потврдила је да су разлике између кластера за обе мотивационе варијабле статистички значајне (интринзична мотивација за учење: $F(3, 4294) = 4232,10$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,75$; самоефикасност: $F(3, 4294) = 3726,83$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,72$, као и да постоји значајан ефекат кластера на постигнуће: $F(3, 4294) = 40,07$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,03$. *Post-hoc* тестови (Tukey HSD тест) су показали да разлика у постигнућу између првог и другог кластера није статистички значајна ($p = 0,93$), као и да између другог и трећег кластера не постоји стати-

стички значајна разлика када се посматра варијабла *интринзична мотивација за учење* ($p = 0,52$).⁷

Ако просечно постигнуће ученика по кластерима посматрамо у односу на TIMSS међународне референтне вредности, запажамо да скор који су ученици из трећег кластера остварили на тесту знања (555,90), одговара високом нивоу међународних референтних вредности (Графикон 1).

Графикон 1. Однос између мотивационих профила и постигнућа ученика на тесту из природних наука (TIMSS 2019)



Резултати анализе дистрибуције ученика по кластерима с обзиром на пол показали су да не постоји статистички значајна разлика ($\chi^2(2) = 2,73$, $p = 0,256$), односно да су дечаци и девојчице приближно једнако заступљени у сваком профилу (Табела 5).

⁷ Примењене су три одвојене, једносмерне анализе варијансе за сваку од три варијабле: интринзична мотивација за учење, самоефикасност и постигнуће (*интринзична мотивација за учење, самоефикасност и постигнуће*). У раду су приказани само они post-hoc тестови где се профили не разликују статистички значајно једни у односу на друге, док су све остале разлике статистички значајне.

Табела 5. Дистрибуција ученика у кластерима према полу (TIMSS 2019)

Број профила	Пол ученика	
	Ж	М
1	292	285
2	611	585
3	174	163
4	1055	1133

*Карактеристике мотивационих профила у природним наукама:
TIMSS 2015*

Да бисмо могли да одговоримо на питање да ли је структура мотивационих профила у природним наукама стабилна у два циклуса TIMSS истраживања, урадили смо идентичне кластер анализе на подацима из 2015. године (Табела 6), а за даље анализе одабрали смо такође четворокластерско решење.

Табела 6. Кластер решења идентификована у природним наукама TIMSS 2015

Издвојен број кластера	Квалитет решења	% испитаника у кластерима
2	0,6 (добро)	42,7, 57,3
3	0,5 (добро)	37,5, 32,6, 29,9
4	0,5 (добро)	26,2, 12,9, 30,9, 29,9
5	0,6 (добро)	15,5, 12,9, 13,8, 27,9, 29,8

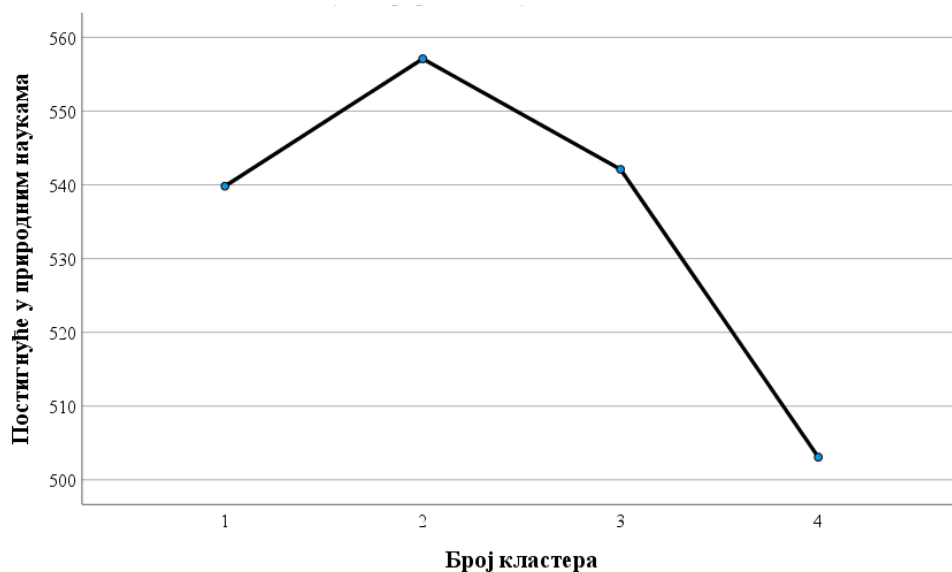
Структура мотивационих профила и постигнуће које су остварили ученици у сваком профилу приказано је у Табели 7. Анализа варијансе показује да су све разлике међу кластерима за обе мотивационе варијабле статистички значајне (интринзична мотивација за учење: $F(3,3955) = 4905,20$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,79$; самоефикасност: $F(3,3955) = 3752,26$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,74$), као и да се кластери значајно разликују у односу на постигнуће: $F(3,3955) = 104,69$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,07$, са једним изузетком. Наиме, *post-hoc* поређења су показала да се први и трећи кластер не разликују значајно према постигнућу ($p = 0,86$), иако први кластер има високе вредности интринзичке мотивације и самоефикасности, а трећи умерене.

Табела 7. Дистрибуција ученика по кластерима, дескриптивна статистика за интринзичку мотивацију за учење природних наука, самоефикасност и постигнуће на тесту из природних наука (TIMSS 2015)

Кла-стери	N	%	Интринзична мотивација		Само-ефикасност		Пос-тигнуће	
			M	SD	M	SD	M	SD
1	1039	26,2	12,61	0,36	12,06	1,53	539,82	65,76
2	512	12,9	9,90	1,10	13,20	0,06	557,10	60,85
3	1223	30,9	9,58	0,94	10,15	0,88	542,10	64,53
4	1185	29,9	7,84	1,17	8,27	0,90	503,07	79,32

Највише постигнуће остварују ученици из другог (неконзистентног) кластера, који изражавају умерену интринзичну мотивацију, али је вредност самоефикасности виша него код ученика у првом и трећем кластеру. Постигнуће ученика из овог профила (557,10), као што је то случај са трећим (неконзистентним) профилем у TIMSS 2019, одговара нивоу високих међународних референтних вредности (Графикон 2).

Графикон 2. Однос између мотивационих профила и постигнућа ученика на тесту из природних наука (TIMSS 2015)



Да ли се структура мотивационих профила у природним наукама у два циклуса TIMSS истраживања разликује?

Разлика између кластера изолованих из података који су прикупљени 2015. и 2019. године тестирана је хи-квадрат тестом, који је показао да се структура мотивационих профила у два TIMSS циклуса статистички значајно разликује ($\chi^2(3) = 453,55, p < 0,001$). Накнадни z-тестови пропорција потврдили су да се број ученика у оквиру сваког профила значајно променио између два мерења ($p < 0,05$) и то на следећи начин: у 2019. години број ученика у првом, другом и трећем профили се значајно смањило, док се у четвртном профили број ученика значајно повећао у односу на 2015. годину.

Када погледамо структуру профила, уочавамо тренд промена у два TIMSS циклуса. Наиме, профили бр. 1 у оба TIMSS циклуса су сличних, високих вредности на димензијама самоефикасности и интринзичне мотивације за учење природних наука. Ова два профила су слична и по умереним вредностима постигнућа које остварују ученици, али они се разликују по броју ученика: 2019. године величина овог кластера (13,4%) скоро дупло је мања у поређењу са 2015. годином (26,2%). Даље, профил бр. 2 из 2015. године је скоро исти као профил бр. 3 из 2019. године у односу на вредности варијабли интринзичне мотивације за учење и самоефикасности. Другим речима, ови профили су само променили редослед. Оба профила имају умерену вредност интринзичне мотивације за учење (око 10) и највише вредности самоефикасности у поређењу са осталим профилима, а ученици из ових профила остварују највише постигнуће у оквиру њихове године тестирања. Величина овог, најуспешнијег профила значајно се смањила у другом циклусу: од 12,9% ученика у 2015. години на 7,8% ученика у 2019. години. Највећа промена је запажена у профили бр. 4, кога у оба TIMSS циклуса карактеришу ниске вредности самоефикасности и интринзичне мотивације за учење природних наука. Ученици који припадају овом профили у оба циклуса остварују најниже постигнуће. Наиме, величина овог мотивационог профила је значајно порасла: од 30% ученика у 2015. години до 51% ученика у 2019. години.

■ ДИСКУСИЈА

У истраживању мотивационих профила ученика четвртог разреда основних школа у Србији у учењу природних наука утврђено је да постоји релативно висока повезаност између доживљаја самоефикасности ученика и њихове интринзичне мотивације за учење. Другим речима, виши ниво самоефикасности праћен је вишим нивоом мотивације. Слични налази добијени су и у претход-

ном циклусу истраживања TIMSS 2015 (Lalić-Vučetić & Mirkov, 2017; Vesić *et al.*, 2021). Испитани ученици извештавају о нешто вишем нивоу самоефикасности, у односу на ниво интринзичне мотивације за учење природних наука, што је у складу са теоријским схватањима о односима између доживљаја сопствене ефикасности и мотивације (Vesić *et al.*, 2021; Zimmerman, 2000).

Према теорији самодетерминације (Deci & Ryan, 1985), суштина мотивације објашњава се доживљајем компетентности, повезаности и самодетерминације. Ученици који су уверени у своју способност улажу већи напор и истрајнији су. На тај начин уверења о самоефикасности делују на постигнуће (Patrick, Mantzicopoulos, Samarapungavan & French, 2008). У великом броју истраживања потврђено је да самопроцене ученика и њихова мотивациона уверења утичу на учење тако што делују на начин на који се ученици прилагођавају конкретним ситуацијама учења и на њихову процену односа између напора који су уложили и успеха који су остварили у извршавању задатка (Seegers, Van Putten & De Brabander, 2002). Опажање напретка води ка потврђивању доживљаја самоефикасности, што даље подстиче мотивацију. Утврђено је да мотивација и доживљај самоефикасности у различитим наставним предметима представљају предикторе постигнућа ученика (Marsh *et al.*, 2006; Marsh *et al.*, 2013). Приликом суочавања са тешкоћама, појединци који имају изражен доживљај ефикасности одржавају стратегијско мишљење, док они који су мање уверени у сопствену ефикасност смањују улагање напора у извршавање задатка.

Структура мотивационих профила, које смо идентификовали у студији TIMSS 2019, показује да групе ученика изражавају различите нивое интринзичне мотивације и доживљаја самоефикасности у природним наукама. Нивои изражености обе варијабле су усклађени у оквиру три од четири добијена профила. Мали број ученика који су обухваћени првим профилем изражава високе нивое интринзичне мотивације и самоефикасности. Око четвртине узорка ученика који су сврстани у други профил изражава умерене вредности обе варијабле, док највећи број ученика (што чини око половине узорка), изражава ниску интринзичку мотивацију и самоефикасност у учењу природних наука (четврти профил). Изузетак представља трећи мотивациони профил у који је сврстан најмањи број ученика и у оквиру кога постоји неконзистентност у вези са нивоима изражености две варијабле. Наиме, ученици из овог профила су умерено интринзично мотивисани, а изражавају веома висок ниво самоефикасности – највиши у поређењу са ученицима из осталих профила.

Кад је у питању однос мотивационих профила и постигнућа, наше анализе показују да се ученици који припадају различитим мотивационим профилима значајно разликују и у погледу постигнућа које остварују на тесту знања из природних наука. У начелу, ученици који су у већој мери интринзично мотивисани за учење и који изражавају виши доживљај самоефикасности остварују више постигнуће, док ученици који изражавају најниже вредности на обе ва-

ријабле остварују и најниже постигнуће у природним наукама. Слични резултати, о односу мотивационих профила са постигнућем у математици, добијени су у циклусу TIMSS 2019 (Lalić-Vučetić *et al.*, 2021), као и у ранијим циклусима TIMSS истраживања (Michaelides *et al.*, 2019). Поред тога, наше анализе података у циклусу 2019, као и у циклусу 2015, показују да највише постигнуће у природним наукама остварују ученици који припадају тзв. неконзистентним мотивационим профилима, односно они ученици који изражавају највиши ниво самоефикасности и умерену интринзичку мотивацију. Притом, посматрано у односу на међународне референтне вредности, ови ученици су остварили скор на тесту који указује на то да је њихово знање квалитетније, у поређењу са ученицима из других профила. Према опису компетенција на високом референтном нивоу, то значи да ови ученици умеју да примењују знања из природних наука у свакодневним животним ситуацијама, што се сматра посебно важним аспектом научне писмености, према савременим теоријама о научном образовању (Bybee *et al.*, 2009; Mullis *et al.*, 2009). Овај налаз упућује на то да би доживљај самоефикасности могао бити значајнији за остваривање постигнућа у природним наукама у односу на интринзичну мотивацију за учење, што се потврђује у сличним истраживањима у којима је примењен приступ усмерен на особу (Chen, 2012; Chen & Usher, 2013; Radišić *et al.*, 2021). И налази других истраживања показују да је опажање сопствене компетентности значајнији предиктор школског постигнућа, у односу на уживање у учењу (Bong, Cho, Ahn & Kim, 2012; Džinović & Vujačić, 2017; Kriegbaum, Jansen & Spinath, 2015; Möller, Zitzmann, Helm, Machts & Wolf, 2020; Prast, Van de Weijer-Bergsma, Miočević, Kroesbergen & Van Luit, 2018; Spinath, Spinath, Harlaar & Plomin, 2006; Vesić *et al.*, 2021).

Кад је у питању допринос мотивације за учење у остваривању постигнућа, посебно интринзичне која се повезује са потребом за развијањем сопствених способности и за аутономијом (Deci & Ryan, 1985; 1987), сматра се да она може бити значајнија за стицање квалитетнијих знања и за остваривање дугорочних академских циљева (вршење академских избора, дубље разумевање садржаја и дугорочно интересовање за наставни предмет), него за школски успех и за постигнуће на тесту (Vesić *et al.*, 2021).

Анализе мотивационих профила добијених у циклусу TIMSS 2019 показују да су девојчице и дечаци приближно једнако заступљени у сваком профилима. Налази других истраживања у вези са полом ученика и мотивацијом се међусобно разликују (Chan & Norlizabeth, 2017; Pintrich & Schunk, 2002). Имајући у виду истраживања која показују да се развојне промене у опаженој компетенцији и интринзичној мотивацији генерално разликују с обзиром на пол ученика (Bouffard, Marcoux, Vezeau & Bordeleau, 2003; Wang & Degol, 2013).), потребна су даља истраживања о вези пола и мотивације ученика у природним наукама.

Када је реч о стабилности мотивационих профила ученика током периода од четири године, између два циклуса истраживања, добијени резултати указују на то да је структура добијених кластера веома слична. Међутим, значајно се променио број ученика у оквиру сваког профила. У односу на претходни циклус, у истраживању TIMSS 2019 значајно се повећао број ученика који су ниско интринзично мотивисани и који изражавају низак доживљај самоефикасности, а који притом остварују најниже постигнуће. Истовремено, број ученика у другим, успешнијим профилима се смањило. Забележени негативан тренд промена у припадности ученика мотивационим профилима требало би да буде предмет даљих разматрања. Другим речима, требало би испитати контекстуалне факторе који су томе могли допринети, попут квалитета наставног програма, квалитета и броја сати професионалног усавршавања наставника и слично (Ševkušić & Kartal, 2019). Имајући у виду да је током периода пандемије настава реализована у измењеним условима, било би корисно проверити да ли је и то додатно утицало на негативни тренд промена у мотивацији ученика, као и у исходима наставног процеса.

■ ЗАКЉУЧАК И ИМПЛИКАЦИЈЕ

Мотивациони профили који су идентификовани у нашем истраживању у складу су са теоријским претпоставкама и налазима претходних истраживања у вези са мотивацијом ученика различитих узраста за учење природних наука. Показало се да су ученици млађег школског узраста релативно високо мотивисани за учење природних наука, што потврђују слична истраживања у којима је примењен приступ усмерен на особу (Linnenbrink-Garcia *et al.*, 2018; Wormington & Linnenbrink-Garcia, 2017). Добијени налази потврђују резултате других испитивања да уверење ученика у сопствену компетентност може бити значајније од интринзичне мотивације, и то не само за остваривање постигнућа у природним наукама, већ и за квалитет њиховог знања.

Испитивање стабилности мотивационих профила током периода од четири године указало је на тренд смањивања броја ученика који су веома мотивисани за учење природних наука, који имају висок доживљај самоефикасности и остварују високо постигнуће на тесту знања. Имајући у виду истраживања која показују да интересовање и мотивација ученика за учење природних наука губе на интензитету током школовања (Karakolidis, Pitsia & Emvalotis, 2019; Patrick *et al.*, 2008), важан корак у будућим истраживањима требало би да буде примена лонгитудиналног приступа да би се испитало колико је стабилна припадност ученика мотивационим профилима током школовања.

Даље испитивање различитих афективних и мотивационих фактора, које би садржало и различите индикаторе постигнућа, могло би обезбедити боље разумевање улоге мотивације у учењу природних наука и указати на правце промена у начину рада наставника и у наставном плану и програму, које би подржале учење природних наука. Резултати нашег истраживања указују на то да би наставници требало да узму у обзир разлике између мотивационих профила ученика и да примењују наставне стратегије којима се унапређују компетенције ученика и њихов доживљај самоефикасности у настави природних наука. Ученичко опажање сопствене компетентности под утицајем је поређења са вршњацима и зато је значајно да наставници граде мање конкуритивну средину за учење и да охрабрују ученике да се фокусирају на личне академске циљеве, уместо да се пореде са другима. Да би ученици развијали интересовање за школски задатак и разумели његову вредност, наставници би требало у већој мери да подстичу аутономију ученика и да чешће пружају повратне информације. За ученике који изражавају виши ниво доживљаја сопствене компетентности наставници могу да осмисле изазовне задатаке који подстицајно делују на учење и који ће им омогућити да доносе сопствене одлуке током процеса учења. На тај начин наставници могу промовисати интринзично мотивисано учење код ученика. Истраживања, такође, показују да се мотивациони проблеми код ученика млађег школског узраста могу ублажити ако наставник пружа ученику посебну подршку и помоћ, као и уколико развија пријатељску атмосферу која је базирана на поверењу (Ng *et al.*, 2016; Patrick *et al.*, 2008).

Ограничења нашег истраживања односе се на то што су подаци засновани на самопроценама ученика, као и на то да добијене везе мотивационих варијабли са постигнућем ученика не указују на правце утицаја. Ипак, сматрамо да наше истраживање пружа допринос корпусу новијих истраживања у којима се примењује приступ усмерен на особу, на тај начин што проширује разумевање улоге коју мотивација има за учење и постигнуће у природним наукама. Генерално, ова истраживања представљају важан корак у разјашњавању сложености образаца мотивације и њених вишеструких односа са постигнућем, на које су указале теорије мотивације. Добијени резултати доприносе проучавању мотивације ученика млађег школског узраста, који су релативно мало заступљени у истраживањима, упркос потенцијално далекосежним последицама неприлагођених мотивационих уверења на развој компетенција неопходних за будуће учење и постигнуће у природним наукама.

Прилог 1

Тврдње у скалама интринзичке мотивације и самоефикасности у учењу природних наука

Скала интринзичке мотивације за учење природних наука

Уживам да учим о природним наукама.
Желео/желела бих да не морам да учим о природним наукама.
Природне науке су досадне.
Учим многе занимљиве ствари у оквиру природних наука.
Волим природне науке.
Радујем се учењу природних наука у школи,
Природне науке ме уче како ствари у животу функционишу.
Волим да радим експерименте из природних наука.
Природне науке су један од мојих омиљених предмета.

Скала самоефикасности у природним наукама

Обично имам успеха у учењу природних наука.
За мене су природне науке теже него многимима у одељењу.
Нисам добар/добра у природним наукама.
Брзо учим градиво из природних наука.
Мој учтељ/моја учитељица ми каже да сам добар/добра у учењу природних наука.
Природне науке су ми теже од било ког другог предмета.
Природне науке ме збуњују.

КОРИШЋЕНА ЛИТЕРАТУРА

- Alexander, J. M., Jonhson, K. E. & Kelley, K. (2012). Longitudinal analysis of the relations between opportunities to learn about science and the development of interests related to science. *Science Education*, 96(5), 763–786. DOI: 10.1002/sce.21018
- Andersen, L. & Chen, J. A. (2016). Do high ability students disidentify with science? A descriptive study of U.S. ninth graders in 2009. *Science Education*, 100, 57–77. <https://doi.org/10.1002/sce.21197>
DOI: 10.1002/sce.21197
- Bae, C. & DeBusk–Lane, M. (2019). Middle school engagement profiles: Implications for motivation and achievement in science. *Learning and Individual Differences*, 74, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2019.101753>
- Bae, C. L. & DeBusk–Lane, M. (2018). Motivation belief profiles in science: Links to classroom goal structures and achievement. *Learning and Individual Differences*, 67, 91–104. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2018.08.003>.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy– The exercise of control*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Baucal, A., D. & Pavlović Babić (2010). *Nauči me da mislim, nauči me da učim: PISA 2009 u Srbiji– prvi rezultati*. Beograd: Centar za primenjenu psihologiju.
- Ben–Eliyahu, A., Moore, D., Dorph, R. & Schunn, C. D. (2018). Investigating the multidimensionality of engagement: Affective, behavioral, and cognitive engagement across science activities and contexts. *Contemporary Educational Psychology*, 53, 87–105. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2018.01.002>.
- Bergman, L. R. & Trost, K. (2006). The person-oriented versus the variable-oriented approach: Are they complementary, opposites, or exploring different worlds? *Merrill–Palmer Quarterly*, 52(3), 601–632. <https://doi.org/10.1353/mpq.2006.0023>
- Bøe, M. V. & Henriksen, E. K. (2013). Love it or leave it: Norwegian students' motivations and expectations for post – compulsory physics. *Science Education*, 97(4), 550–573. <https://doi.org/10.1002/sce.21068>
- Bong, M., Cho, C., Ahn, H. S. & Kim, H. J. (2012). Comparison of self-beliefs for predicting student motivation and achievement. *The Journal of Educational Research*, 105(5), 336–352. <https://doi.org/10.1080/00220671.2011.627401>
- Bouffard, T. Marcoux, M. F., Vezeau, C. & Bordeleau, L. (2003). Changes in self-perceptions of competence and intrinsic motivation among elementary schoolchildren. *British Journal of Educational Psychology*, 73(2), 171–186. DOI: 10.1348/00070990360626921
- Bybee, R., McCrae, B. & Laurie, R. (2009). PISA 2006: An assessment of scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 865–883. <https://doi.org/10.1002/tea.20333>
- Cerasoli, C. P., Nicklin, J. M. & Ford, M. T. (2014). Intrinsic motivation and extrinsic incentives jointly predict performance: A 40-year meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 140(4), 980–1008. <https://doi.org/10.1037/a0035661>
- Chan Y. L. & Norlizah, C. H. (2017). Students' motivation towards science learning and students' science achievement. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 6(4), 174–189. <https://doi.org/10.6007/IJARPED/v6-i4/3716>
- 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. & Usher, E. L. (2013). Profiles of the sources of science self-efficacy. *Learning and Individual Differences*, 24, 11–21. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.11.002>

- Chen, J., Zhang, Y., Wei, Y. & Hu, J. (2019). Discrimination of the contextual features of top performers in scientific literacy using a machine learning approach. *Research Science Education*, 51(2), 129–158. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-9835-y>
- Conley, A. M. (2012). Patterns of motivation beliefs: Combining achievement goal and expectancy–value perspectives. *Journal of Educational Psychology*, 104(1), 32–47. <https://doi.org/10.1037/a0026042>
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific Literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582–601. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200008\)37:6<582::AID-TEA5>3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200008)37:6<582::AID-TEA5>3.0.CO;2-L)
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1985). The general causality orientations scale: Self–determination in personality. *Journal of Research in Personality*, 19(1), 109–134.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1987). The support of autonomy and the control of behavior. *Journal of Personality and Social Psychology*, 53(6), 1024–1037. DOI: 10.1037/0022-3514.53.6.1024
- Dockett, S. & Perry, B. (1999). Starting school: What do the children say? *Early Child Development and Care*, 159, 107–119. <https://doi.org/10.1080/0300443991590109>
- Đerić, I., Gutvajn, N., Jošić, S. & Ševa, N. (Ur). (2021). *TIMSS 2019. u Srbiji: Rezultati međunarodnog istraživanja postignuća učenika četvrtog razreda osnovne škole iz matematike i prirodnih nauka*, Beograd: Institut za pedagoška istraživanja.
- Džinović, V. & Vujačić, M. (2017). Samouverenja učenika o kompetentnosti u matematici i prirodnim naukama. U M. Marušić Jablanović, N. Gutvajn i I. Jakšić (ur.), *TIMSS 2015 u Srbiji* (115–127). Beograd: Institut za pedagoška istraživanja.
- Enyedy, N., Danish, J. A., Delacruz, G. & Kumar, M. (2012). Learning physics through play in an augmented reality environment. *International Journal of Computer–Supported Collaborative Learning*, 7(3), 347–378. DOI: 10.1007/s11412-012-9150-3
- Fredricks, J. A. & Eccles, J. S. (2002). Children's competence and value beliefs from childhood through adolescence: Growth trajectories in two male sex–typed domains. *Developmental Psychology*, 38(4), 519–533. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.38.4.519>
- Freedman–Doan, C., Wigfield, A., Eccles, J., Blumenfeld, P., Arbreton, A. & Harold, R. (2000). What am I best at? Grade and gender differences in children's beliefs about ability improvement. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 21(4), 379–402. DOI: 10.1016/S0193-3973(00)00046-0
- Fryer, L. K. & Ainley, M. (2019). Supporting interest in a study domain: A longitudinal test of the interplay between interest, utility–value, and competence beliefs. *Learning and Instruction*, 60(1), 252–262. DOI: 10.1016/j.learninstruc.2017.11.002
- Hattie, J. A. C. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta–analyses relating to achievement*. London, UK: Routledge.
- Hofverberg, A., Eklöf, H. & Lindfors, M. (2022). Who makes an effort? A person–centered examination of motivation and beliefs as predictors of students' effort and performance on the PISA 2015 science assessment. *Frontiers in Education*, 6, 1–17. DOI: 10.3389/educ.2021.791599
- Hooper, M., Mullis, I. V. S. & Martin, M. O. (2013). TIMSS 2015 context questionnaire framework. In I. V. S. Mullis & M. O. Martin (Eds.), *TIMSS 2015 assessment frameworks* (pp. 61–82). Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College. Retrieved December 14, 2022 from the World Wide Web <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/frameworks.html>.
- Hooper, M., Mullis, I. V. S., Martin, M. O. & Fishbein, B. (2017). TIMSS 2019 context questionnaire framework. In I. V. S. Mullis & M. O. Martin (Eds.), *TIMSS 2019 assessment frameworks* (pp. 57–78). Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College. Retrieved 14. December 2022 from the World Wide Web <http://timssandpirls.bc.edu/timss2019/frameworks/>.

- Howard, J. L., Gagné, M. & Bureau, J. S. (2017). Testing a continuum structure of self-determined motivation: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, *143*(12), 1346–1377. <https://doi.org/10.1037/bul0000125>
- Ivanova, M. & Michaelides M. P. (2022). Motivational components in TIMSS 2015 and their effects on engaging teaching practices and mathematics performance. *Studies in Educational Evaluation*, *74*, 101–173. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2022.101173>
- JASP Team (2022). JASP (Version 0.16.3) [Computer software]. <https://jasp-stats.org/faq/how-do-i-cite-jasp/>
- Kampa, N., Neumann, I., Heitmann, P. & Kremer, K. (2016). Epistemological beliefs in science—a person-centered approach to investigate high school students' profiles. *Contemporary Educational Psychology*, *46*, 81–93. DOI: 10.1016/j.cedpsych.2016.04.007
- Karakolidis, A., Pitsia, V. & Emvalotis, A. (2019). The case of high motivation and low achievement in science: What is the role of students' epistemic beliefs? *International Journal of Science Education*, *41*(11), 1457–1474. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1612121>
- Kaufman, L. & Rousseeuw, P. J. (1990). Partitioning Around Medoids (Program PAM). In L. Kaufman & P. J. Rousseeuw (Eds.), *Finding groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis* (pp. 68–125). Hoboken: John Wiley & Sons.
- Kriegbaum, K., Becker, N. & Spinath, B. (2018). The relative importance of intelligence and motivation as predictors of school achievement: A meta-analysis. *Educational Research Review*, *25*, 120–148. DOI: 10.1016/j.edurev.2018.10.001
- Kriegbaum, K., Jansen, M. & Spinath, B. (2015). Motivation: A predictor of PISA's mathematical competence beyond intelligence and prior test achievement. *Learning and Individual Differences*, *43*, 140–148. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2015.08.026>
- Lalić-Vučetić, N. & Mirkov, S. (2017). Learner motivation, perception of the primary school teachers' practices, and students' experience of self-efficacy in mathematics and science. *Teaching Innovations*, *30*(2), 29–48. DOI: 10.5937/inovacije1702029L
- Lalić-Vučetić, N., Ševkušić, S. & Mirkov, S. (2021). Motivacioni profili učenika u matematici: TIMSS 2019. U I. Đerić, N. Gutvajn, S. Jošić i N. Ševa (ur.), *TIMSS 2019. u Srbiji: Rezultati međunarodnog istraživanja postignuća učenika četvrtog razreda osnovne škole iz matematike i prirodnih nauka* (125–144). Beograd: Institut za pedagoška istraživanja.
- Lavonen, J. & Laaksonen, S. (2009). Context of teaching and learning school science in Finland: Reflections on PISA 2006 results. *Journal of Research in Science Teaching*, *46*(8), 922–944. <https://doi.org/10.1002/tea.20339>
- Lee, J. & Shute, V. J. (2010). Personal and social-contextual factors in K–12 academic performance: An integrative perspective on student learning. *Educational Psychologist*, *45*(3), 185–202. <https://doi.org/10.1080/00461520.2010.493471>
- Lehrer, R. & Schauble, L. (2006). Scientific thinking and science literacy. In R. W. Damon, K. Lerner, A. Renninger & I. E. Sigel (Eds.), *Handbook of Child Psychology*, 6th ed., Vol. 4. (pp. 153–196). Hoboken, NJ: Wiley.
- Linnenbrink-Garcia, L., Wormington, S. V., Snyder, K. E., Riggsbee, J., Perez, T., Ben-Eliyahu, A. & Hill, N. E. (2018). Multiple pathways to success: An examination of integrative motivational profiles among upper elementary and college students. *Journal of Educational Psychology*, *110*(7), 1026–1048. <https://doi.org/10.1037/edu0000245>
- Liou, P.-Y. & Liu, E. Z.-F. (2015). An analysis of the relationships between Taiwanese eighth and fourth graders' motivational beliefs and science achievement in TIMSS 2011. *Asia Pacific Education Review*, *16*(3), 433–445. <https://doi.org/10.1007/s12564-015-9381-x>

- Marsh, H. W. & Craven, R. G. (2006). Reciprocal effects of self-concept and performance from a multidimensional perspective: Beyond seductive pleasure and unidimensional perspectives. *Perspectives on Psychological Science*, 1(2), 133–163. DOI: 10.1111/j.1745–6916.2006.00010.x
- Marsh, H. W., Hau, K. T., Artelt, C., Baumert, J. & Peschar, J. L. (2006). OECD's brief selfreport measure of educational psychology's most useful affective constructs: Cross-cultural, psychometric comparisons across 25 countries. *International Journal of Testing*, 6(4), 311–360.
- Marsh, H. W., Vallerand, R. J., Lafrenière, M.–A. K., Parker, P., Morin, A. J. S., Carbonneau, N., Jowett, S., Bureau, J. S., Fernet, C., Guay, F., Salah Abduljabbar, A. & Paquet, Y. (2013). Passion: Does one scale fit all? Construct validity of two-factor passion scale and psychometric invariance over different activities and languages. *Psychological Assessment*, 25(3), 796–809. <https://doi.org/10.1037/a0032573>
- Meece, J. L., Wigfield, A. & Eccles, J. S. (1990). Predictors of math anxiety and its influence on young adolescents' course enrollment intentions and performance in mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 60–70. <https://doi.org/10.1037/0022–0663.82.1.60>
- Michaelides, M. P. (2019). Negative keying effects in the factor structure of TIMSS 2011 Motivation Scales and Associations with Reading Achievement. *Applied Measurement in Education*, 32(4), 365–378. doi.org/10.1080/08957347.2019.1660349
- Michaelides, M. P., Brown, G. T. L., Eklöf, H. & Papanastasiou, C. (2019). *Motivational Profiles in TIMSS mathematics: Exploring Student Clusters across Countries and Time*. Amsterdam: IEA & Springer Open. <https://doi.org/10.1007/978–3–030–26183–2>
- Mirkov, S. & Opačić, G. (1997). Doprinos različitih faktora u ostvarivanju veza između navika i tehnika učenja i školskog postignuća učenika. *Psihologija*, 30(3), 181–196.
- Möller, J., S. Zitzmann, F. Helm, N. Machts & F. Wolf (2020). A meta-analysis of relations between achievement and self-concept. *Review of Educational Research*, 90(3), 376–419. DOI: 10.3102/0034654320919354
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Ruddock, G. J., O'Sullivan, C. Y. & Preuschoff, C. (2009). *TIMSS 2011 Assessment Frameworks*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Ng, B. L. L., Liu, W. C. & Wang, J. C. K. (2016). Student motivation and learning in mathematics and science: A cluster analysis. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(7), 1359–1376. DOI: 10.1007/s10763–015–9654–1
- OECD (2006). *Assesing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*. Paris: OECD. <https://doi.org/10.1787/19963777>
- Osborne, J., Simon, S. & Collins, S. (2003). Attitudes toward science. A review of literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049–1079. DOI: 10.1080/0950069032000032199
- Patrick, H., Mantzicopoulos, P. Y., Samarapungavan, A. & French, B. F. (2008). Patterns of young children's motivation for science and teacher-child relationships. *The Journal of Experimental Education*, 76(2), 121–144. DOI: 10.3200/JEXE.76.2.121–144
- Patrick, H., Anderman, L. H. & Ryan, A. M. (2002). Social motivation and the classroom social environment. In C. Midgley (Ed.), *Goals, goal structures, and patterns of adaptive learning* (pp. 85–108). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Pintrich, P. R. & Schunk, D. H. (2002). *Motivation in Education: Theory, Research, and Applications* (2nd Edition). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall Merrill.
- Plenty, S. & Heubeck, B. (2013). A multidimensional analysis of changes in mathematics motivation and engagement during high school. *Educational Psychology* 33(1), 14–30. DOI: 10.1080/01443410.2012.740199

- 📖 Potvin, P., Hasni, A. (2014). Analysis of the Decline in Interest Towards School Science and Technology from Grades 5 Through 11. *Journal of Science Educational and Technology*, 23(6), 784–802. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9512-x>
- 📖 Prast, E.J., Van de Weijer-Bergsma, E., Miočević, M., Kroesbergen, E.H. & Van Luit, J.E.H. (2018). Relations between mathematics achievement and motivation in students of diverse achievement levels. *Contemp. Educ. Psychol.*, 55, 84–96. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2018.08.002>
- 📖 Radišić, J., Selleri, P., Carugati, F., and Baucaal, A. (2021). Are students in Italy really disinterested in science? A person-centered approach using the PISA 2015 data, *science education*, 105(2), 438–468. DOI: 10.1002/sce.21611
- 📖 Renninger, K. A. & Hidi, S. (2011). Revisiting the conceptualization, measurement, and generation of interest, *Educational Psychologist*, 46(3), 168–184. <https://doi.org/10.1080/00461520.2011.587723>
- 📖 Reynolds, K., Khorramdel, L. & von Davier, M. (2022). Can students' attitudes towards mathematics and science be compared across countries? Evidence from measurement invariance modeling in TIMSS 2019, *Studies in Educational Evaluation*, 74, 101169. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2022.101169>
- 📖 Richardson, M., Abraham, C. & Bond, R. (2012). Psychological correlates of university students' academic performance: A systematic review and meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 138(2), 353–387. DOI: 10.1037/a0026838
- 📖 Sadler, T. D. & Zeidler, D. L. (2009). Scientific Literacy, PISA, and Socioscientific Discourse: Assessment for progressive aims of science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 909–921. DOI 10.1002/tea.20327
- 📖 Schmidt, J. A., Rosenberg, J. M. & Beymer, P. N. (2018). A person-in-context approach to student engagement in science: Examining learning activities and choice. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(1), 19–43. DOI: 10.1002/TEA.21409
- 📖 Schunk, D., Meece, J. & Pintrich, P. (2014). *Motivation in Education: Theory, Research, and Applications*. Pearson, Inc: Boston, MA.
- 📖 Seegers, G., Van Putten, C. M. & De Brabander, C.J. (2002). Goal orientation, perceived task outcome and task demands in mathematics tasks: Effects on students' attitude in actual task settings. *British Journal of Educational Psychology*, 72(3), 365–384. DOI: 10.1348/000709902320634366
- 📖 Skaalvik, E. M., Federici, R. A. & Klassen, R. M. (2015). Mathematic achievement and self-efficacy: Relations with motivation for mathematics. *International Journal of Educational Research*, 72, 129–136. DOI: 10.1016/J.IJER.2015.06.008
- 📖 Snodgrass Rangel, V., Vaval, L. & Bowers, A. (2020). Investigating underrepresented and first-generation college students' science and math motivational beliefs: A nationally representative study using latent profile analysis. *Science Education*, 104, 1041–1070. DOI: 10.1002/sce.21593
- 📖 Spinath, B., Spinath, F. M., Harlaar, N. & Plomin, R. (2006). Predicting school achievement from general cognitive ability, self-perceived ability, and intrinsic value. *Intelligence*, 34(4), 363–374. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2005.11.004>
- 📖 Stankov, L. (2013). Noncognitive predictors of intelligence and academic achievement: An important role of confidence. *Personality and Individual Differences*, 55(7), 727–732. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2013.07.006>
- 📖 Šarčević, D. (2015). Struktura akademske motivacije u ranoj adolescenciji prema teoriji samodređenja. *Zbornik Instituta za pedagoška istraživanja*, 47(2), 222–248. DOI: 10.2298/ZIP1502222S
- 📖 Ševkušić, S. & Kartal, V. (2017). Postignuće učenika iz prirodnih nauka: glavni nalazi, trendovi i nastavni program, u M. Marušić Jablanović, N. Gutvajn i I. Jakšić (ur.), *TIMSS 2015 u Srbiji: rezultati međunar-*

odnog istraživanja postignuća učenika 4. razreda osnovne škole iz matematike i prirodnih nauka (51–65). Beograd: Institut za pedagoška istraživanja.

- 📖 Valentin, J. C., DuBois, D. L. & Cooper, H. (2004). The relation between self-beliefs and academic achievement: A meta-analytic review. *Educational Psychologist*, 39(2), 111–133. http://dx.doi.org/10.1207/s15326985ep3902_3
- 📖 Vesić, D., Dzinović, V. & Mirkov, S. (2021). The role of absenteeism in the prediction of math achievement on the basis of self-concept and motivation: TIMSS 2015 in Serbia. *Psihologija*, 24(1), 15–31. DOI: 10.2298/PSI190425010V
- 📖 Wang, M.-Te & Degol, J. (2013). Motivational pathways to STEM career choices: Using expectancy-value perspective to understand individual and gender differences in STEM fields, *Developmental Review*, 33(4), 304–340. DOI: 10.1016/j.dr.2013.08.001.
- 📖 Wigfield, A. & Eccles, J. S. (2000). Expectancy-value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 68–81. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1015>
- 📖 Wormington, S. V. & Linnenbrink-Garcia, L. (2017). A new look at multiple goal pursuit: The promise of a person-centered approach. *Educational Psychology Review*, 29(3), 407–445. <https://doi.org/10.1007/s10648-016-9358-2>
- 📖 Zimmerman, B. J. (2000). Self-Efficacy: An essential motive to learn. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 82–91. DOI: 10.1006/ceps.1999.1016
- 📖 Zusho, A., Pintrich, P. R. & Coppola, B. (2003). Skill and will: The role of motivation and cognition in the learning of college chemistry. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1081–1094. DOI: 10.1080/0950069032000052207

Примљено 20.07.2022; прихваћено за штампу 15.11.2022.



Journal of the Institute for Educational Research
Volume 54 • Number 2 • December 2022 • 117–142
UDC 159.947.5.072-057.874(497.11);
37.015.31:5/6(497.11); 37.091.26-057.874(497.11)

ISSN 0579-6431
ISSN 1820-9270 (Online)
<https://doi.org/10.2298/ZIPI2202117S>
Original research paper

STUDENT MOTIVATIONAL PROFILES IN SCIENCE: TIMSS 2019 IN SERBIA*

Slavica Ševkušić*, Snežana Mirkov, and Nataša Lalić Vučetić
Institute for Educational Research, Belgrade, Serbia

ABSTRACT

Understanding motivation for learning as a complex construct allows for education to be tailored to students' individual characteristics and needs. Although different combinations of motivational factors lead to different outcomes, there is still a remarkable scarcity of research on students' motivational profiles in science. To identify groups of fourth-graders characterized by different levels of intrinsic motivation and self-efficacy in science, we applied the person-centered approach. By conducting secondary analyses of data obtained via student questionnaires and science knowledge tests in TIMSS 2019 in Serbia, we examined motivational profiles' structure and relations to achievement as well as the membership of students of different genders and profile stability across two research cycles. The cluster analysis revealed four profiles characterized by different levels of intrinsic motivation, self-efficacy, and achievement. Students who reported higher levels of motivation and self-efficacy were more successful than students with lower scores on these variables. Students who reported the highest levels of self-efficacy and moderate levels of motivation demonstrated the highest achievement levels. This finding indicates that teachers need to use strategies for improving competencies and enhancing students' self-efficacy. It is necessary to examine contextual factors that might have contributed to the increase in the number of students who demonstrated low levels of intrinsic motivation and self-efficacy, and the lowest levels of achievement.

Key words:

motivational profiles, science, intrinsic motivation, self-efficacy, TIMSS 2019.

* *Note.* This research was funded by the Ministry of Education, Science, and Technological Development of the Republic of Serbia (Contract No. 451-03-68/2022-14/200018).

** E-mail: ssevkusic@gmail.com

■ INTRODUCTION

In the modern world, science and technology have become increasingly important and scientific literacy has come to be considered one of the key competencies to be developed in the process of education. It has been emphasized that a certain level of understanding of science is necessary for people to make decisions about themselves and the world in which they live. The concept of scientific literacy is complex and ambiguous. As such, it has been differently defined across the literature. Theoreticians who belong to what is known as the progressive movement in science education mostly hold a view of scientific literacy that emphasizes the application of scientific knowledge and skills in everyday situations (Bybee, McCrae & Laurie, 2009; DeBoer, 2000; Mullis, Martin, Ruddock, O'Sullivan & Preuschoff 2009; Sadler & Zeidler, 2009). Scientific literacy likewise implies an understanding of science as a form of human knowledge and enquiry as well as an understanding of the way science shapes the material and social world that people inhabit (Baucal & Pavlović Babić, 2010; OECD, 2006).

In addition to cognitive aspects, scientific literacy encompasses attitudes, beliefs, values, and motivational aspects. Attitudes towards science have a significant role in the acquisition of scientific and technological knowledge, the application of scientific concepts and methods in various real-life situations, and the establishment of a career in the field of science. Therefore, the key goals of science education do not only include the acquisition of knowledge and skills, but also the development of interest in science at an early age, along with a positive attitude towards the application of scientific methodology. Students in lower primary education are naturally curious about the world around them and their place in the world, which makes this age particularly suitable for learning the basic scientific concepts. Recent studies have shown that with adequate support and well-devised teaching strategies, students of this age can efficiently engage in conducting research, gathering and analyzing data, and evaluating simple scientific models. Consequently, they can gain an understanding of much more complex science concepts and processes (Enyedy, Danish, Delacruz & Kumar, 2012; Lehrer & Schauble 2006).

In spite of major efforts that many education systems have invested in the improvement of science education, the results of longitudinal studies warn about discouraging trends, including a decrease in student motivation for learning science over the course of education and students' waning aspiration to forge a career in this field (Alexander, Johnson & Kelley, 2012; Plenty & Heubeck, 2013; Potvin & Hasni, 2014; Zusho, Pintrich & Coppola, 2003). Hence, the identification of factors that contribute to the quality of learning and achievement in science has become one of the pressing research problems.

Student Motivation and Achievement in Science Education

Different motivational constructs such as student interest and enjoyment in learning are viewed as the main driving force of learning in the context of formal education (Fryer & Ainley, 2019; Pintrich & Schunk, 2002; Schunk, Meece & Pintrich, 2014; Wigfield & Eccles, 2000). Student interest is defined as a content-specific phenomenon that reveals why students are motivated to engage in a particular activity or learn particular subject content (Renninger & Hidi, 2011). Reasons for engagement can be extrinsic, such as the expectation to achieve the desired outcome, or intrinsic, such as finding a particular activity interesting and enjoyable. Researchers have devoted special attention to the study of self-concept and its contribution to achievement. Self-concept is defined as a multidimensional construct that is specific to school subjects (Marsh & Craven, 2006; Marsh, Hau, Artelt, Baumert & Peschar, 2006) and pertains to students' belief in their ability to complete a task and their expectations regarding the outcome of this activity (Bandura, 1997; Zusho *et al.*, 2003). Self-efficacy constitutes a motivational belief in the sense that a higher perceived self-efficacy contributes to setting higher personal goals and affects the intensity of dedication to their realization. Setting challenging goals raises the level of motivation and increases the intensity of striving for achievement.

The relationship between motivation and achievement has been studied in the context of various school subjects, with researchers applying different theoretical frameworks and methodological outlines. Correlational and experimental studies and meta-analyses have shown that motivational characteristics are significantly linked to achievement, that is, that students who exhibit higher levels of self-efficacy and interest and highly value a particular subject achieve better learning outcomes (Cerasoli, Nicklin & Ford, 2014; Hattie, 2009; Lee & Shute, 2010). Furthermore, it has been confirmed that in comparison to other variables, self-efficacy correlates more significantly with achievement (Meece, Wigfield & Eccles, 1997; Richardson, Abraham & Bond, 2012; Stankov, 2013).

Motivation has been recognized as a crucial construct in the field of science education. Meta-studies offering overviews of the long research tradition in this field have revealed that students' motivational beliefs and self-efficacy are among the key factors influencing school achievement (Lavonen & Laaksonen, 2009; Osborne, Simon & Collins, 2003; Wang & Degol, 2013). Likewise, it has been shown that a sense of competence is a better predictor of student achievement compared to intrinsic and extrinsic motivation. For example, recent research conducted on samples of fifth-graders and sixth-graders has shown that students' self-efficacy consistently predicts different dimensions of affective, cognitive, and behavioral engagement in science, both in a school environment and in other contexts (Bae & DeBusk-Lane, 2019; Ben-Eliyahu, Moore, Dorph & Schunn, 2018). Furthermore, in a study involving students with the highest levels of achievement in science, Chen and colleagues determined

that these students' dedication to learning and their self-efficacy had the greatest predictive power (Chen, Zhang, Wei & Hu, 2019).

The Person-Centered Versus the Variable-Centered Approach

Although numerous studies have identified positive relations between the components of student motivation and academic achievement, the obtained relations have mostly been weaker compared to other psychological and educational factors (Howard, Gagné & Bureau, 2017; Kriegbaum, Becker & Spinath, 2018). It has further been shown that different variables contribute to these effects (Marsh & Craven, 2006; Skaalvik, Federici & Klassen, 2015; Vesić, Džinović & Mirkov, 2021). These findings suggest that the relationship between student motivation and academic achievement is not unambiguous, which means that is necessary to examine potential limiting factors. In this sense, the crucial flaw of the variable-centered approach, which has been dominant in this research tradition, lies in the fact that it does not allow for the identification of subgroups of students with unique patterns of beliefs within a sample or between samples. Conversely, the person-centered approach offers the possibility to identify subgroups of individuals characterized by different configurations of motivational factors and beliefs about self-efficacy and examine more complex interactions between these components (Bergman & Trost, 2006). Within this approach, special techniques are used, including clustering and latent class analysis (LCA)¹, in order to isolate different profiles of participants giving similar answers in relation to motivational variables.

Studies that adopt the person-centered approach examine student profiles in science using motivational and other characteristics as identification measures. These can include students' self-efficacy and motivational beliefs, (Andersen & Chen, 2016; Bae & DeBusk-Lane, 2018; Bøe & Henriksen, 2013; Conley, 2012; Linnenbrink-Garcia, Wormington, Snyder, Riggsbee, Perez, Ben-Eliyahu & Hill, 2018), students' personal characteristics, motivation, and learning environment characteristics (Radišić, Selleri, Carugati & Baucal, 2021), epistemological beliefs (Chen, 2012; Kampa, Neumann, Heitmann & Kremer, 2016), and student engagement (Schmidt, Rosenberg & Beymer, 2018). The results of such studies have shown that students exhibit different combinations of motivational beliefs about science as well as that some profiles are more adaptive than others in terms of the key outcomes of science education, such as achievement on standardized tests, scientific literacy, and choosing to forge a career in STEM² (Snodgrass Rangel, Vaval & Bowers, 2020). Likewise, studies have consistently replicated the finding obtained in variable-oriented research that students' sense of competence more significantly contributes

¹ LCA – *Latent Class Analysis*

² STEM – *Science, Technology, Engineering, and Mathematics*

to student achievement in science education compared to intrinsic and extrinsic motivation (Chen, 2012; Chen & Usher, 2013; Ivanova & Michaelides, 2022).

The international comparative studies of TIMSS and PISA examine students' academic achievement and the contextual factors that explain this phenomenon, thus representing a valuable source of data for studying the relationship between motivation and achievement. Still, a relatively small number of studies have so far used these data to identify different student motivational profiles in science (Hofverberg, Eklöf & Lindfors, 2022; Radišić *et al.*, 2021; Shmidt *et al.*, 2018) and mathematics (Lalić-Vučetić, Ševkušić & Mirkov, 2021; Michaelides, Brown, Eklöf & Papanastasiou, 2019). The key advantage of these studies lies in the fact that they allow for the identification of different patterns of motivational beliefs among students on a representative sample as well as to monitor students' membership in motivational profiles and determine whether it is stable or changes from one cycle to another. These data could be an invaluable source of information for both educational policy and practice.

In our research, we adopted the person-centered approach in order to study students' motivational profiles in science in TIMSS 2019. Our findings have both theoretical and practical implications. The analyses conducted following this approach can contribute to the existing literature on motivation as a complex and dynamic construct and allow for a better understanding of factors that influence student achievement on the TIMSS science knowledge test. The identification of different student motivational profiles can help tailor science education to students' individual characteristics and needs and consequently contribute to higher-quality learning and achievement.

The aim of our research was to identify and describe student motivational profiles in science education based on differences in intrinsic motivation and self-efficacy. We examined motivational profiles among fourth-graders attending elementary schools in Serbia who participated in TIMSS 2015 and TIMSS 2019. Our study addressed the following research questions:

1. Which motivational profiles in science can be identified among students and what is the structure of these profiles?
2. What is the nature of the relationships between motivational profiles and students' achievement on the science knowledge test?
3. Are there any gender differences in student motivational profiles?
4. Are student motivational profiles in science education stable across the two research cycles, TIMSS 2015 and TIMSS 2019?

Based on the results of relevant person-centered studies (e.g., Ivanova & Michaelides, 2022; Michaelides *et al.*, 2019; Radišić *et al.*, 2020; She *et al.*, 2019), we expected to identify consistent profiles with similar (higher and lower) self-efficacy and intrinsic motivation scores. Furthermore, we expected to identify inconsistent profiles in which

self-efficacy and intrinsic motivation would not have similar result distributions. In terms of relationships between motivational profiles and achievement, we assumed that students reporting a stronger sense of self-efficacy and higher levels of intrinsic motivation would demonstrate higher levels of achievement on the test compared to students with lower scores on these variables. Finally, we assumed that students with inconsistent profiles and the highest scores on self-efficacy would demonstrate the highest levels of achievement.

■ METHOD

The study was based on a secondary analysis of data obtained through student questionnaires and the science knowledge test within the TIMSS 2019 and TIMSS 2015 international assessment frameworks.

Sample

In TIMSS 2019, the sample comprised 4,380 fourth-graders from 165 primary schools in Serbia. In the sample, students of both genders were relatively equally represented (49% girls) and their average age was 10.60 years. In TIMSS 2015, the sample included 3,976 students from 160 primary schools, (49% girls), with the average age of 10.75 years.

Variables and Instruments

Since 1995, TIMSS has assessed student motivation for learning science using measures incorporated into student questionnaires. Over the cycles, the scales have been revised, motivation components have changed, and the selection of claims has gradually become more theoretically justified. Since 2015, authors have referred to self-determination theory to describe the motivation construct used in the TIMSS 2015 and 2019 assessment cycles (Hooper, Mullis & Martin, 2013; Hooper, Mullis, Martin & Fishbein, 2017). However, no clear explanation has been provided regarding the operationalization of statements in the scale of motivation based on this complex theory (Ivanova & Michaelides, 2022; Michaelides *et al.*, 2019), which has been empirically validated in numerous studies, across different cultural contexts in the domain of education (as cited in: Šarčević, 2015). For fourth-graders, the TIMSS motivation construct comprises two variables: students' attitude towards science and self-confidence in science. The first variable is interpreted as an indicator of intrinsic motivation, while the second variable constitutes an indicator of students'

self-efficacy. In our research, these two measures were used for identifying student motivational profiles in science.

In both TIMSS cycles, the assessment of students' intrinsic motivation for learning science was conducted using a one-dimensional scale comprising nine statements used for obtaining students' self-perception of enjoyment and interest in learning science and affective attitude towards subject content ($\alpha = .90$). The scale for assessing self-efficacy in the learning of science is likewise one-dimensional and contains seven statements pertaining to students' evaluation of their success and difficulties in learning science ($\alpha = .84$). In TIMSS 2015, the reliability of the scale of intrinsic motivation was $\alpha = .88$, while the reliability of the scale of self-efficacy was $\alpha = .83$. Students expressed their degree of agreement with the statements using a four-point Likert-type scale (I completely agree, I agree, I disagree, I completely disagree). The statements are provided in Appendix 1.

To assess the factor structure of the two scales, we conducted a confirmatory factor analysis (CFA) using the JASP software (JASP Team, 2022), based on the analysis Ivanova and Michaelides conducted on the data obtained in TIMSS 2015 (Ivanova & Michaelides, 2022)³. The CFA revealed satisfactory fit indices for the scales in both research cycles (Table 1), especially after the inclusion of the factor of negative item formulation (i.e., *the negative wording factor*). The effect of this factor was highlighted in the aforementioned research as well as similar studies that confirmed the fit of the two-factor structure of the motivation construct among fourth-graders in different TIMSS cycles (e.g., Michaelides, 2019). Additional support for the use of motivational scales could be found in the results of analyses conducted on the data obtained in TIMSS 2019 for all participating countries, including Serbia (Reynolds, Khorramdel & von Davier, 2022)⁴.

³ The analysis assessed the factor structure of the scales of self-efficacy and intrinsic motivation on a sample of fourth-graders and eighth-graders from the US.

⁴ Scales measuring self-efficacy and intrinsic motivation were analyzed with the application of the IRT (Item Response Theory) approach. For both scales measuring the attitudes of fourth-graders and eighth-graders towards science and mathematics, the results showed that items were comparable in the majority of countries.

Table 1: The Fit Indices of the Scales of Self-Efficacy and Intrinsic Motivation

	χ^2	df	CFI	RMSEA	SRMR
The structure of the motivation construct with the NWF (TIMSS 2015)	516.298*	95	.998	.035	.033
The structure of the motivation construct with the NWF (TIMSS 2019)	800.121*	95	.998	.044	.032

* $p < .001$.

NWF - *Negative Wording Factor*

Student achievement in science is operationalized as the mean of the five plausible values on the knowledge test ($M = 500$, $SD = 100$). The test measures student achievement in different domains of science content (life science, physical science, and Earth science)⁵, within three cognitive domains: knowing, applying, and reasoning. The design of the research allows for students' average achievement to be interpreted in relation to international benchmarks that constitute indicators of four levels of knowledge: advanced (625 points), high (550 points), intermediate (475 points), and low (400 points).⁶

Analyses

To identify student motivational profiles, we conducted a two-step cluster analysis. Each set of data (TIMSS 2019 and TIMSS 2015) was analyzed separately. We chose this method because it allowed for a more direct comparison of our data with the results obtained in recent research conducted on TIMSS data with a similar goal (Lalić-Vučetić *et al.*, 2021; Michaelides, Brown, Eklöf & Papanastasiou, 2019). We used descriptive statistics for the analysis of cluster structure and conducted a one-way analysis of variance to determine whether differences in cluster membership were linked to students' achievement on the science knowledge test. Furthermore, we performed a chi-squared test to identify potential differences in the distribution of

⁵ According to the current curriculum for the first cycle of primary education in Serbia, science content represents an integral part of the mandatory subjects of The World Around Us (the first and second grades) and Nature and Society (the third and fourth grade).

⁶ For more detailed descriptions of competencies at different levels, see the methodological framework of TIMSS (Đerić, Gutvajn, Jošić & Ševa, 2021).

boys and girls across clusters and to determine whether the structure of motivational profiles differed across the two TIMSS cycles. Data processing was carried out using the SPSS 27 software package.

■ RESULTS

Characteristics of Motivational Profiles in Science: TIMSS 2019

Table 3 shows descriptive statistics for the two measures based on which motivational profiles were identified, self-efficacy and intrinsic motivation for learning science. The correlation between these two variables was relatively high ($r = .63, p < .001$).

Table 2: Descriptive Statistics for Motivational Variables (TIMSS 2019)

Variable	N	Min	Max	M	SD
Intrinsic Motivation	4,314	2.69	13.19	9.41	2.03
Self-efficacy	4,310	3.43	13.29	9.91	1.83

We conducted cluster analyses with the application of the procedure described in the research by Michaelides and colleagues (Michaelides *et al.*, 2019: 36). Considering that cluster analysis is an exploratory procedure, it is possible to extract and interpret different numbers of clusters, especially in a two-step cluster analysis. In this case, the number of clusters was limited to five and based on the criteria that each cluster includes at least 7% of participants and that the solution is good or at least acceptable (Kaufman & Rousseeuw, 1990). An overview of all cluster solution is provided in Table 3.

Table 3: Cluster Solutions Identified in Science (TIMSS 2019)

The Number of Isolated Clusters	Solution Quality	% of Participants in the Clusters
2	.6 (good)	39.4, 60.6
3	.5 (good)	21.4, 27.6, 51
4	.5 (good)	13.4, 27.8, 7.8, 50.9
5	.5 (acceptable)	13.4, 24.1, 7.8, 38.9, 15.8

Each cluster solution met the minimum requirements for being accepted as the final solution. For further analyses, we selected the four-cluster solution. The choice was based on cluster structure and relevant theoretical assumptions on the potential existence and effects of inconsistent profiles (Michaelides *et al.*, 2019: 37). In comparison to two-cluster and three-cluster solutions, four-cluster and five-cluster solutions offered greater possibilities for interpretation, but the five-cluster solution did not provide any new information compared to the four-cluster solution.

Table 4 shows the structure of student motivational profiles in science. By structure we mean the distribution of students across clusters and the values of the variables of self-efficacy and intrinsic motivation. The first motivational profile encompassed students with high levels of intrinsic motivation and self-efficacy in science. The second profile included students with moderate scores on both variables. The third profile encompassed the smallest number of students, all of whom reported moderate intrinsic motivation, but had the strongest self-efficacy of all students across all profiles. The fourth profile comprised half of the sample and included students with a weak sense of self efficacy and low levels of intrinsic motivation for learning science. Therefore, the obtained results confirmed our assumptions about the existence of profiles that differed in terms of structure, with the identification of both consistent and inconsistent profiles.

Table 4: Distribution of Students Across Clusters, Descriptive Statistics for Intrinsic Motivation for Learning Science, Self-Efficacy, and Achievement on the Science Knowledge Test (TIMSS 2019)

Clusters	N	%	Intrinsic Motivation		Self-Efficacy		Achievement	
			M	SD	M	SD	M	SD
1	577	13.4	13.19	0.05	12.11	1.49	533.16	66.20
2	1196	27.8	10.00	0.92	10.25	.92	530.89	70.14
3	337	7.8	10.08	1.39	13.29	.04	555.90	61.63
4	2188	50.9	7.98	1.13	8.63	.88	514.29	77.86

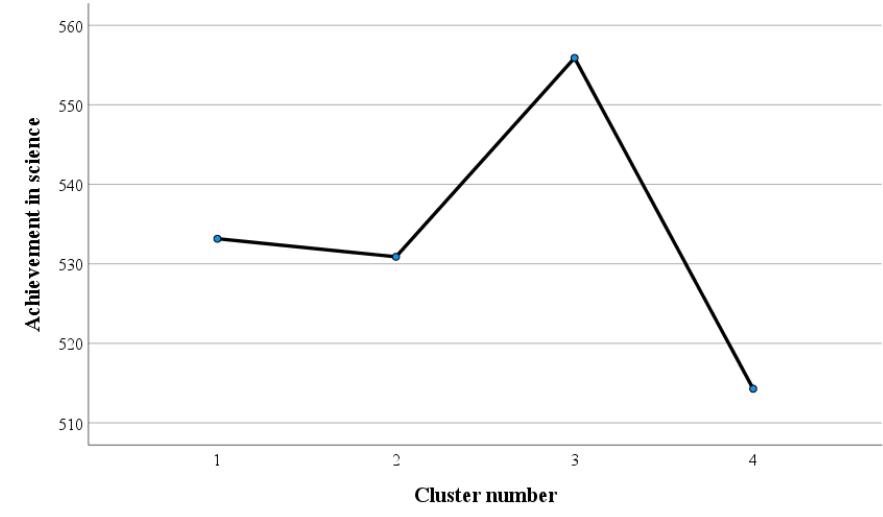
What Were the Achievement Levels of Students With Different Motivational Profiles?

The obtained results confirmed both of our assumptions related to achievement and different motivational profiles. Overall, students who reported higher levels of intrinsic motivation and self-efficacy demonstrated higher achievement levels compared to students with low scores on both motivational variables. Furthermore, students with the strongest self-efficacy and moderate levels of intrinsic motivation demonstrated the highest levels of achievement. As shown in Table 4, students encompassed by the third profile had the highest achievement levels. This *inconsistent* cluster (different scores on the variables of motivation for learning and self-efficacy) was significantly more successful than the first, in spite of its members exhibiting lower levels of motivation. Students included in the first and second clusters demonstrated similar levels of achievement, even though students in the second cluster exhibited significantly lower levels of motivation and self-efficacy compared to their counterparts in the first cluster. Students encompassed by the fourth profile had the lowest levels of achievement. The analysis of variance confirmed that between-cluster differences were statistically significant for both motivational variables (intrinsic motivation for learning, $F(3, 4294) = 4232.10$, $p < .001$, $\eta^2 = .75$; self-efficacy, $F(3, 4294) = 3726.83$, $p < .001$, $\eta^2 = .72$), as well as that cluster membership had a significant effect on achievement, $F(3, 4294) = 40.07$, $p < .001$, $\eta^2 = .03$. *Post-hoc* tests (the Tukey HSD test) revealed that the difference in achievement between the first and second clusters was not statistically significant ($p = .93$). Likewise, there was no statistically significant difference between the second and third clusters in terms of the variable of intrinsic motivation for learning ($p = .52$).⁷

Observing students' average levels of achievement across clusters in relation to the TIMSS international benchmarks, we noted that the score that the members of the third cluster achieved on the knowledge test (555.90) corresponded to the high international benchmark (Graph 1).

⁷ We conducted three separate one-way analyses of variance for each of the three variables: intrinsic motivation for learning, self-efficacy, and achievement. Presented in the paper are only the post-hoc tests in which there were no statistically significant differences between the profiles, while all the other differences were statistically significant.

Graph 1. The Relation Between Motivational Profiles and Student Achievement on the Science Knowledge Test (TIMSS 2019)



The results of the analysis of gender distribution of students across clusters showed that there was no statistically significant difference ($\chi^2(2) = 2.73, p = .256$). In other words, boys and girls were approximately equally represented in each profile (Table 5).

Table 5: Gender Distribution of Students Across Clusters (TIMSS 2019)

Profile Number	Student Gender	
	F	M
1	292	285
2	611	585
3	174	163
4	1,055	1,133

Characteristics of Motivational Profiles in Science: TIMSS 2015

To address the question of whether the structure of motivational profiles in science was stable across the two TIMSS cycles, we conducted identical cluster analyses of data from 2015 (Table 6). For further analyses, we likewise selected the four-cluster solution.

Table 6: Cluster Solutions Identified In Science (TIMSS 2015)

The Number of Isolated Clusters	Solution Quality	% of Participants in the Clusters
2	.6 (good)	42.7, 57.3
3	.5 (good)	37.5, 32.6, 29.9
4	.5 (good)	26.2, 12.9, 30.9, 29.9
5	.6 (good)	15.5, 12.9, 13.8, 27.9, 29.8

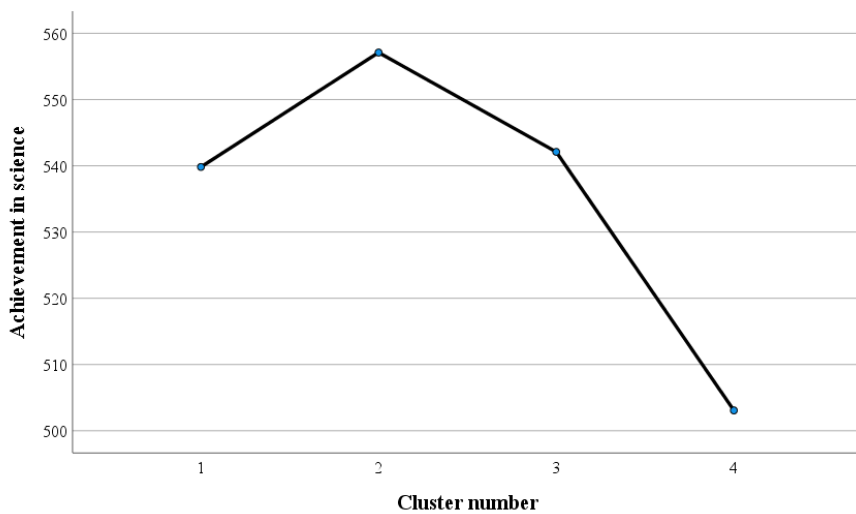
Table 7 shows the structure of motivational profiles and the achievement levels of students with different motivational profiles. The analysis of variance showed that all differences between clusters were statistically significant for both motivational variables (intrinsic motivation for learning: $F(3,3955) = 4905.20, p < .001, \eta^2 = .79$; self-efficacy: $F(3, 3955) = 3752.26, p < .001, \eta^2 = .74$) as well as that clusters significantly differed in terms of achievement, $F(3, 3955) = 104.69, p < .001, \eta^2 = .07$, with a single exception. Namely, post-hoc comparisons showed that the first and third clusters did not significantly differ in terms of achievement ($p = .86$), even though the first cluster exhibited high levels of intrinsic motivation and self-efficacy, while the third cluster obtained moderate scores on both variables.

Table 7: Distribution of Students Across Clusters, Descriptive Statistics for Intrinsic Motivation for Learning Science, Self-Efficacy, and Achievement on the Science Knowledge Test (TIMSS 2015)

Clusters	N	%	Intrinsic Motivation		Self-Efficacy		Achievement	
			M	SD	M	SD	M	SD
1	1039	26.2	12.61	.36	12.06	1.53	539.82	65.76
2	512	12.9	9.90	1.10	13.20	.06	557.10	60.85
3	1223	30.9	9.58	.94	10.15	.88	542.10	64.53
4	1185	29.9	7.84	1.17	8.27	.90	503.07	79.32

Students encompassed by the second (inconsistent) cluster demonstrated the highest levels of achievement. They reported moderate levels of intrinsic motivation, but obtained higher scores on the self-efficacy variable compared to students encompassed by the first and third clusters. As in the case of the third (inconsistent) profile in TIMSS 2019, the achievement of students with this profile (557.10) corresponded to the high international benchmark (Graph 2).

Graph 2: The Relation Between Motivational Profiles and Student Achievement on the Science Knowledge Test (TIMSS 2015)



Did the Structure of Motivational Profiles in Science Differ Across the Two TIMSS Cycles?

The difference between clusters isolated from the data collected in the years of 2015 and 2019 was tested via a chi-squared test, which showed that the structures of motivational profiles in the two TIMSS cycles were statistically significantly different ($\chi^2(3) = 453.55, p < .001$). Subsequent z-tests of proportions confirmed that the number of students in each of the profiles significantly changed between the two assessments ($p < .05$). Namely, in 2019, the number of students in the first, second, and third profiles decreased significantly, while the number of students in the fourth profile increased significantly in comparison to 2015.

Observing the structure of the profiles, we noticed a trend of change in the two TIMSS cycles. Namely, in both TIMSS cycles, profiles no. 1 were characterized by similar, high scores on the dimensions of self-efficacy and intrinsic motivation for learning science. Another similarity between these profiles was reflected in students'

moderate levels of achievement. However, the clusters differed in the number of students. Between the cycles, the size of the first cluster diminished by nearly a half, going from 26.2% of students in 2015 to mere 13.4% in 2019. Furthermore, profile no. 2 from 2015 was almost identical to profile no. 3 from 2019 in terms of scores on intrinsic motivation and self-efficacy. In other words, these profiles only switched places. Both profiles were characterized by moderate levels of intrinsic motivation for learning (around 10) and the highest scores on self-efficacy compared to other profiles. Students with these profiles demonstrated the highest levels of achievement in their respective cycles. The size of this, most successful profile was significantly smaller in the second research cycle, going from 12.9% of students in 2015 to 7.8% in 2019. The starkest change was observed in profile no. 4. In both TIMSS cycles, this profile was characterized by low scores on self-efficacy and intrinsic motivation for learning science. Both in 2015 and 2019, students with this profile demonstrated the lowest levels of achievement. This cluster significantly grew in size, going from 30% of students in 2015 to 51% of students in 2019.

■ DISCUSSION

Our research on motivational profiles in learning science among fourth-graders from Serbia revealed a relatively high correlation between students' self-efficacy and their intrinsic motivation for learning. In other words, a stronger sense of self-efficacy was accompanied by a higher level of motivation. Similar findings were obtained in the previous TIMSS cycle, in 2015 (Lalić-Vučetić & Mirkov, 2017; Vesić, *et al.*, 2021). Students reported somewhat higher levels of self-efficacy compared to levels of intrinsic motivation for learning science, which is aligned with theoretical assumptions of relations between the self-efficacy and motivation (Vesić, *et al.*, 2021; Zimmerman, 2000).

According to self-determination theory (Deci & Ryan, 1985), motivation is explained by a sense of competence, relatedness, and self-determination. Students who are certain of the competence invest greater efforts and exhibit greater perseverance. Thus, beliefs about self-efficacy affect achievement (Patrick, Mantzicopoulos, Samarapungavan & French, 2008). Numerous studies have shown that students' self-perception and motivational beliefs affect learning by influencing the way students adapt to specific learning situations as well as their estimation of the proportionality between the efforts they invested and their success in completing the task (Seegers, Van Putten & De Brabander, 2002). Perceived progress reinforces the sense of efficacy, which further improves motivation. Students' motivation and self-efficacy in different subjects have been identified as predictors of achievement (Marsh *et al.*, 2006; Marsh *et al.*, 2013). In the face of difficulty, individuals with a

strong self-efficacy keep thinking strategically, while persons who are less certain of their efficacy decrease the amount of effort invested.

The structure of motivational profiles identified in TIMSS 2019 showed that different groups of students reported different levels of intrinsic motivation and self-efficacy in science. In three out of four profiles, the level of intrinsic motivation was comparable to that of self-efficacy. The small number of students encompassed by the first profile reported high levels of intrinsic motivation and self-efficacy. The second profile encompassed around a quarter of the sample and included students with moderate scores on both variables. The largest number of students (approximately a half of the sample) reported low levels of intrinsic motivation and self-efficacy in learning science (the fourth profile). The third motivational profile constituted an exception. It encompassed the smallest number of students and was characterized by inconsistency between the scores on the two variables. Namely, students with this motivational profile were moderately intrinsically motivated, but had the strongest sense of self-efficacy in comparison to students with other profiles.

When it comes to the relationship between motivational profiles and achievement, our analysis showed that students with different motivational profiles significantly differed in terms of their achievement on the science knowledge test. Generally speaking, students with higher levels of intrinsic motivation for learning and a stronger self-efficacy demonstrated higher levels of achievement, while students with the lowest scores on both variables demonstrated the lowest levels of achievement in science. Similar results were obtained regarding the relationship between motivational profiles and achievement in mathematics in TIMSS 2019 (Lalić-Vučetić *et al.*, 2021) as well as earlier TIMSS cycles (Michaelides *et al.*, 2019). Furthermore, our analysis of the data obtained in TIMSS 2019 as well as TIMSS 2015 showed that the highest levels of achievement in science were demonstrated by students with inconsistent motivational profiles, that is, students who had the strongest sense of self-efficacy and moderate intrinsic motivation. Likewise, when observed in relation to international benchmarks, these students' scores on the test indicated that they possessed higher-quality knowledge compared to students with other motivational profiles. According to the description of competencies associated with the high international benchmark, these students were able to apply science knowledge in everyday situations, which is a crucial aspect of scientific literacy, according to contemporary theories of science education (Bybee *et al.*, 2009; Mullis *et al.*, 2009). This finding indicates that self-efficacy could be more important for achievement in science compared to intrinsic motivation for learning, as shown in similar person-centered research (Chen, 2012; Chen & Usher, 2013; Radišić *et al.*, 2021). Other studies have also suggested that a sense of competence is a more significant predictor of academic achievement compared to enjoyment in learning (Bong, Cho, Ahn & Kim, 2012; Džinović & Vujačić, 2017; Kriegbaum, Jansen & Spinath, 2015; Möller, Zitzmann, Helm, Machts & Wolf, 2020; Prast, Van de Weijer-

Bergsma, Miočević, Kroesbergen & Van Luit, 2018; Spinath, Spinath, Harlaar & Plomin, 2006; Vesić *et al.*, 2021).

In the context of contributions to achievement, studies have found that motivation for learning and especially intrinsic motivation, which is associated with the need for developing personal abilities and autonomy (Deci & Ryan, 1985; 1987), can be more significant for acquiring high-quality knowledge and realizing long-term academic goals (making academic choices, gaining a deeper understanding of the content, and long-term interest in a school subject) than for academic success and achievement on the test (Vesić *et al.*, 2021).

Analyses of motivational profiles identified in TIMSS 2019 revealed that girls and boys were approximately equally represented in each profile. Other studies have reported conflicting findings regarding the link between student gender and motivation (Chan & Norlizah, 2017; Pintrich & Schunk, 2002). Having in mind that studies have commonly reported gender differences in developmental changes in students' perceived competence and intrinsic motivation (Bouffard, Marcoux, Vezeau & Bordeleau, 2003; Wang & Degol, 2013).), further research is needed in order to illuminate the relation between gender and student motivation in science.

In terms of the stability of student motivational profiles over the four-year period, in-between the two research cycles, the obtained results showed that the structure of the clusters was highly similar. However, the number of students encompassed by each profile changed significantly. In comparison to the previous cycle, in TIMSS 2019, there were significantly more students with low levels of intrinsic motivation, who expressed a weak sense of self-efficacy and demonstrated the lowest level of achievement. At the same time, we observed a decrease in the number of students in other, more successful profiles. This negative trend in membership in student motivational profiles should be further investigated. In other words, it is necessary to examine the contextual factors that could have contributed to this trend, such as the quality of the curriculum and the quality and the number of hours invested in teachers' professional development (Ševkušić & Kartal, 2019). Having in mind that during the COVID-19 pandemic, the learning and teaching processes took place under different circumstances, it would be prudent to investigate whether these circumstances contributed to the negative trend in student motivation and learning outcomes.

■ CONCLUSION AND IMPLICATIONS

Motivational profiles identified in our research are aligned with the theoretical assumptions and findings of previous studies on student motivation for learning science at different ages. Our findings showed that students in lower primary

education were relatively highly motivated for learning science, as evidenced in similar studies that applied the person-centered approach (Linnenbrink-Garcia *et al.*, 2018; Wormington & Linnenbrink-Garcia, 2017). The obtained results further confirmed the results of other studies that found that students' belief in their own competency can be more significant than intrinsic motivation, not only in terms of their achievement in science but also in terms of the quality of their knowledge.

The examination of motivational profile stability over the four-year period revealed a downward trend in the number of students who were highly motivated for learning science, had a strong self-efficacy, and demonstrated high achievement levels on the knowledge test. Having in mind that studies have revealed that the intensity of student interest and motivation for learning science tends to decrease over the course of education (Karakolidis, Pitsia & Emvalotis, 2019; Patrick *et al.*, 2008), it is essential for future research to apply the longitudinal approach in order to determine the stability of student motivational profiles throughout education.

Further research on different affective and motivational factors involving multiple indicators of achievement could improve our understanding of the role of motivation in learning science and point to favorable directions of changes in the teaching practice and the curriculum that would support the learning of science. The results of our research suggest that teachers should be aware of differences in student motivational profiles and apply teaching strategies that improve student competencies and their self-efficacy in the science education. Students' sense of competence is affected by peer comparison, which is why it is crucial for teachers to foster a less competitive learning environment and encourage students to focus on personal academic goals instead of comparing themselves to others. For students to develop an interest in school tasks and understand their value, teachers need to invest more time and effort into encouraging student autonomy and providing feedback. For students who exhibit a stronger sense of competence, teachers can devise more challenging tasks that would stimulate their desire to learn and allow them to make decisions independently during the process of learning. This way, teachers could promote intrinsically motivated learning. Research has also shown that teachers can help alleviate motivation problems among students in lower primary education by offering special support and assistance and developing a friendly atmosphere based on trust (Ng *et al.* 2016; Patrick *et al.*, 2008).

Limitation-wise, our data were based on student self-reports and the obtained correlations between motivational variables and achievement did not reveal the direction of the relationships. Nonetheless, we believe that our research provides a contribution to the corpus of recent person-centered research by broadening our understanding of the role of motivation in learning and achievement in science. Generally speaking, these studies constitute an important step towards elucidating the complex patterns of motivation and its multifold relationship with achievement, as highlighted in theories of motivation. The obtained results contribute to the

body of research on student motivation in lower primary education, which is still relatively scarce in spite of the potential far-reaching consequences of maladaptive motivational beliefs for the development of competences necessary for future learning and achievement in science.

Appendix 1
Statements in the Scales of Intrinsic Motivation and Self-Efficacy
in the Learning of Science

The Scale of Intrinsic Motivation for Learning Science

I enjoy learning science.
I wish I did not have to study science.
Science is boring.
I learn many interesting things in science.
I like science.
I look forward to learning science in school.
Science teaches me how things in the world work.
I like to do science experiments.
Science is one of my favorite subjects.

The Scale of Self-Efficacy in Science

I usually do well in science.
Science is harder for me than for many of my classmates.
I am just not good at science.
I learn things quickly in science.
My teacher tells me I am good at science.
Science is harder for me than any other subjects.
Science makes me confused.

REFERENCES

- 📖 Alexander, J. M., Jonhson, K. E. & Kelley, K. (2012). Longitudinal analysis of the relations between opportunities to learn about science and the development of interests related to science. *Science Education*, *96*(5), 763–786. DOI: 10.1002/sce.21018
- 📖 Andersen, L. & Chen, J. A. (2016). Do high ability students disidentify with science? A descriptive study of U.S. ninth graders in 2009. *Science Education*, *100*, 57–77. <https://doi.org/10.1002/sce.21197> DOI: 10.1002/sce.21197
- 📖 Bae, C. & DeBusk–Lane, M. (2019). Middle school engagement profiles: Implications for motivation and achievement in science. *Learning and Individual Differences*, *74*, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2019.101753>
- 📖 Bae, C. L. & DeBusk–Lane, M. (2018). Motivation belief profiles in science: Links to classroom goal structures and achievement. *Learning and Individual Differences*, *67*, 91–104. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2018.08.003>.
- 📖 Bandura, A. (1997). *Self-efficacy–The exercise of control*. New York: W. H. Freeman and Company.
- 📖 Baucal, A., D. & Pavlović Babić (2010). *Nauči me da mislim, nauči me da učim: PISA 2009 u Srbiji–prvi rezultati* [Teach me to think, teach me to speak. PISA 2009 in Serbia – first results]. Beograd: Centar za primenjenu psihologiju.
- 📖 Ben–Eliyahu, A., Moore, D., Dorph, R. & Schunn, C. D. (2018). Investigating the multidimensionality of engagement: Affective, behavioral, and cognitive engagement across science activities and contexts. *Contemporary Educational Psychology*, *53*, 87–105. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2018.01.002>.
- 📖 Bergman, L. R. & Trost, K. (2006). The person-oriented versus the variable – oriented approach: Are they complementary, opposites, or exploring different worlds? *Merrill–Palmer Quarterly*, *52*(3), 601–632. <https://doi.org/10.1353/mpq.2006.0023>
- 📖 Bøe, M. V. & Henriksen, E. K. (2013). Love it or leave it: Norwegian students' motivations and expectations for post – compulsory physics. *Science Education*, *97*(4), 550–573. <https://doi.org/10.1002/sce.21068>
- 📖 Bong, M., Cho, C., Ahn, H. S. & Kim, H. J. (2012). Comparison of self–beliefs for predicting student motivation and achievement. *The Journal of Educational Research*, *105*(5), 336–352. <https://doi.org/10.1080/00220671.2011.627401>
- 📖 Bouffard, T. Marcoux, M. F., Vezeau, C. & Bordeleau, L. (2003). Changes in self–perceptions of competence and intrinsic motivation among elementary schoolchildren. *British Journal of Educational Psychology*, *73*(2), 171–186. DOI: 10.1348/00070990360626921
- 📖 Bybee, R., McCrae, B. & Laurie, R. (2009). PISA 2006: An assessment of scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, *46*(8), 865–883. <https://doi.org/10.1002/tea.20333>
- 📖 Cerasoli, C. P., Nicklin, J. M. & Ford, M. T. (2014). Intrinsic motivation and extrinsic incentives jointly predict performance: A 40–year meta–analysis. *Psychological Bulletin*, *140*(4), 980–1008. <https://doi.org/10.1037/a0035661>
- 📖 Chan Y. L. & Norlizah, C. H. (2017). Students' motivation towards science learning and students' science achievement. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, *6*(4), 174–189. <https://doi.org/10.6007/IJARPED/v6–i4/3716>
- 📖 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. & Usher, E. L. (2013). Profiles of the sources of science self-efficacy. *Learning and Individual Differences*, 24, 11-21. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.11.002>
- Chen, J., Zhang, Y., Wei, Y. & Hu, J. (2019). Discrimination of the contextual features of top performers in scientific literacy using a machine learning approach. *Research Science Education*, 51(2), 129-158. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-9835-y>
- Conley, A. M. (2012). Patterns of motivation beliefs: Combining achievement goal and expectancy-value perspectives. *Journal of Educational Psychology*, 104(1), 32-47. <https://doi.org/10.1037/a0026042>
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific Literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200008\)37:6<582::AID-TEA5>3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200008)37:6<582::AID-TEA5>3.0.CO;2-L)
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1985). The general causality orientations scale: Self-determination in personality. *Journal of Research in Personality*, 19(1), 109-134.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1987). The support of autonomy and the control of behavior. *Journal of Personality and Social Psychology*, 53(6) 1024-1037. DOI: 10.1037/0022-3514.53.6.1024
- Dockett, S. & Perry, B. (1999). Starting school: What do the children say? *Early Child Development and Care*, 159, 107-119. <https://doi.org/10.1080/0300443991590109>
- Đerić, I., Gutvajn, N., Jošić, S. & Ševa, N. (Ur). (2021). *TIMSS 2019. u Srbiji: Rezultati međunarodnog istraživanja postignuća učenika četvrtog razreda osnovne škole iz matematike i prirodnih nauka* [TIMSS 2019 in Serbia: The results of an international research of the achievements of fourth-grade elementary school students in mathematics and science], Beograd: Institut za pedagoška istraživanja.
- Džinović, V. & Vujačić, M. (2017). Samouverenja učenika o kompetentnosti u matematici i prirodnim naukama [Students self-beliefs about competence in mathematics and science]. In M. Marušić Jablanović, N. Gutvajn & I. Jakšić (Ed.), *TIMSS 2015 u Srbiji* (115-127). Beograd: Institut za pedagoška istraživanja.
- Enyedy, N., Danish, J. A., Delacruz, G. & Kumar, M. (2012). Learning physics through play in an augmented reality environment. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 7(3), 347-378. DOI: 10.1007/s11412-012-9150-3
- Fredricks, J. A. & Eccles, J. S. (2002). Children's competence and value beliefs from childhood through adolescence: Growth trajectories in two male sex-typed domains. *Developmental Psychology*, 38(4), 519-533. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.38.4.519>
- Freedman-Doan, C., Wigfield, A., Eccles, J., Blumenfeld, P., Arbretton, A. & Harold, R. (2000). What am I best at? Grade and gender differences in children's beliefs about ability improvement. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 21(4), 379-402. DOI: 10.1016/S0193-3973(00)00046-0
- Fryer, L. K. & Ainley, M. (2019). Supporting interest in a study domain: A longitudinal test of the interplay between interest, utility-value, and competence beliefs. *Learning and Instruction*, 60(1), 252-262. DOI: 10.1016/j.learninstruc.2017.11.002
- Hattie, J. A. C. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. London, UK: Routledge.
- Hofverberg, A., Eklöf, H. & Lindfors, M. (2022). Who makes an effort? A person-centered examination of motivation and beliefs as predictors of students' effort and performance on the PISA 2015 science assessment. *Frontiers in Education*, 6, 1-17. DOI: 10.3389/educ.2021.791599
- Hooper, M., Mullis, I. V. S. & Martin, M. O. (2013). TIMSS 2015 context questionnaire framework. In I. V. S. Mullis & M. O. Martin (Eds.), *TIMSS 2015 assessment frameworks* (pp. 61-82). Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College. Retrieved 14. December 2022 from the World Wide Web <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/frameworks.html>.

- Hooper, M., Mullis, I. V. S., Martin, M. O. & Fishbein, B. (2017). TIMSS 2019 context questionnaire framework. In I. V. S. Mullis & M. O. Martin (Eds.), *TIMSS 2019 assessment frameworks* (pp. 57–78). Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College. Retrieved December 14, 2022 from the World Wide Web <http://timssandpirls.bc.edu/timss2019/frameworks/>.
- Howard, J. L., Gagné, M. & Bureau, J. S. (2017). Testing a continuum structure of self-determined motivation: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, *143*(12), 1346–1377. <https://doi.org/10.1037/bul0000125>
- Ivanova, M. & Michaelides M. P. (2022). Motivational components in TIMSS 2015 and their effects on engaging teaching practices and mathematics performance. *Studies in Educational Evaluation*, *74*, 101–173. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2022.101173>
- JASP Team (2022). JASP (Version 0.16.3) [Computer software]. <https://jasp-stats.org/faq/how-do-i-cite-jasp/>
- Kampa, N., Neumann, I., Heitmann, P. & Kremer, K. (2016). Epistemological beliefs in science—a person-centered approach to investigate high school students' profiles. *Contemporary Educational Psychology*, *46*, 81–93. DOI: 10.1016/j.cedpsych.2016.04.007
- Karakolidis, A., Pitsia, V. & Emvalotis, A. (2019). The case of high motivation and low achievement in science: What is the role of students' epistemic beliefs? *International Journal of Science Education*, *41*(11), 1457–1474. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1612121>
- Kaufman, L. & Rousseeuw, P. J. (1990). Partitioning Around Medoids (Program PAM). In L. Kaufman & P. J. Rousseeuw (Eds.), *Finding groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis* (pp. 68–125). Hoboken: John Wiley & Sons.
- Kriegbaum, K., Becker, N. & Spinath, B. (2018). The relative importance of intelligence and motivation as predictors of school achievement: A meta-analysis. *Educational Research Review*, *25*(120–148). DOI: 10.1016/j.edurev.2018.10.001
- Kriegbaum, K., Jansen, M. & Spinath, B. (2015). Motivation: A predictor of PISA's mathematical competence beyond intelligence and prior test achievement. *Learning and Individual Differences*, *43*, 140–148. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2015.08.026>
- Lalić-Vučetić, N. & Mirkov, S. (2017). Learner motivation, perception of the primary school teachers' practices, and students' experience of self-efficacy in mathematics and science. *Teaching Innovations*, *30*(2) 29–48. DOI: 10.5937/inovacije1702029L
- Lalić-Vučetić, N., Ševkušić, S. & Mirkov, S. (2021). Motivacioni profili učenika u matematici: TIMSS 2019. [Motivational profiles of students in mathematics]. In I. Đerić, N. Gutvajn, S. Jošić & N. Ševa (Ed.), *TIMSS 2019. u Srbiji: Rezultati međunarodnog istraživanja postignuća učenika četvrtog razreda osnovne škole iz matematike i prirodnih nauka* (125–144). Beograd: Institut za pedagoška istraživanja.
- Lavonen, J. & Laaksonen, S. (2009). Context of teaching and learning school science in Finland: Reflections on PISA 2006 results. *Journal of Research in Science Teaching*, *46*(8), 922–944. <https://doi.org/10.1002/tea.20339>
- Lee, J. & Shute, V. J. (2010). Personal and social-contextual factors in K–12 academic performance: An integrative perspective on student learning. *Educational Psychologist*, *45*(3), 185–202. <https://doi.org/10.1080/00461520.2010.493471>
- Lehrer, R. & Schauble, L. (2006). Scientific thinking and science literacy. In R. W. Damon, K. Lerner, A. Renninger & I. E. Sigel (Eds.), *Handbook of Child Psychology*, 6th ed., Vol. 4. (pp. 153–196). Hoboken, NJ: Wiley.
- Linnenbrink-Garcia, L., Wormington, S. V., Snyder, K. E., Riggsbee, J., Perez, T., Ben-Eliyahu, A. & Hill, N. E. (2018). Multiple pathways to success: An examination of integrative motivational profiles among

- upper elementary and college students. *Journal of Educational Psychology*, 110(7), 1026–1048. <https://doi.org/10.1037/edu0000245>
- Liou, P.-Y. & Liu, E. Z.-F. (2015). An analysis of the relationships between Taiwanese eighth and fourth graders' motivational beliefs and science achievement in TIMSS 2011. *Asia Pacific Education Review*, 16(3), 433–445. <https://doi.org/10.1007/s12564-015-9381-x>
- Marsh, H. W. & Craven, R. G. (2006). Reciprocal effects of self-concept and performance from a multidimensional perspective: Beyond seductive pleasure and unidimensional perspectives. *Perspectives on Psychological Science*, 1(2), 133–163. DOI: 10.1111/j.1745-6916.2006.00010.x
- Marsh, H. W., Hau, K. T., Artelt, C., Baumert, J. & Peschar, J. L. (2006). OECD's brief self-report measure of educational psychology's most useful affective constructs: Cross-cultural, psychometric comparisons across 25 countries. *International Journal of Testing*, 6(4), 311–360.
- Marsh, H. W., Vallerand, R. J., Lafrenière, M.-A. K., Parker, P., Morin, A. J. S., Carbonneau, N., Jowett, S., Bureau, J. S., Fernet, C., Guay, F., Salah Abduljabbar, A. & Paquet, Y. (2013). Passion: Does one scale fit all? Construct validity of two-factor passion scale and psychometric invariance over different activities and languages. *Psychological Assessment*, 25(3), 796–809. <https://doi.org/10.1037/a0032573>
- Meece, J. L., Wigfield, A. & Eccles, J. S. (1990). Predictors of math anxiety and its influence on young adolescents' course enrollment intentions and performance in mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 60–70. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.1.60>
- Michaelides, M. P. (2019). Negative keying effects in the factor structure of TIMSS 2011 Motivation Scales and Associations with Reading Achievement. *Applied Measurement in Education*, 32(4), 365–378. doi.org/10.1080/08957347.2019.1660349
- Michaelides, M. P., Brown, G. T. L., Eklöf, H. & Papanastasiou, C. (2019). *Motivational Profiles in TIMSS mathematics: Exploring Student Clusters across Countries and Time*. Amsterdam: IEA & Springer Open. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-26183-2>
- Mirkov, S. & Opačić, G. (1997). Doprinos različitih faktora u ostvarivanju veza između navika i tehnika učenja i školskog postignuća učenika [The contribution of various factors in the realization of connections between learning habits and techniques and school achievements of students], *Psihologija*, 30(3), 181–196.
- Möller, J., S. Zitzmann, F. Helm, N. Machts & F. Wolf (2020). A meta-analysis of relations between achievement and self-concept. *Review of Educational Research*, 90(3), 376–419. DOI: 10.3102/0034654320919354
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Ruddock, G. J., O'Sullivan, C. Y. & Preuschoff, C. (2009). *TIMSS 2011 Assessment Frameworks*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Ng, B. L. L., Liu, W. C. & Wang, J. C. K. (2016). Student motivation and learning in mathematics and science: A cluster analysis. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(7), 1359–1376. DOI 10.1007/s10763-015-9654-1
- OECD (2006). *Assesing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*. Paris: OECD. <https://doi.org/10.1787/19963777>
- Osborne, J., Simon, S. & Collins, S. (2003). Attitudes toward science. A review of literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049–1079. DOI: 10.1080/0950069032000032199
- Patrick, H., Mantzicopoulos, P. Y., Samarapungavan, A. & French, B. F. (2008). Patterns of young children's motivation for science and teacher-child relationships. *The Journal of Experimental Education*, 76(2), 121–144. DOI: 10.3200/JEXE.76.2.121-144

- Patrick, H., Anderman, L. H. & Ryan, A. M. (2002). Social motivation and the classroom social environment. In C. Midgley (Ed.), *Goals, goal structures, and patterns of adaptive learning* (pp. 85–108). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Pintrich, P. R. & Schunk, D. H. (2002). *Motivation in Education: Theory, Research, and Applications* (2nd Edition). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall Merrill.
- Plenty, S. & Heubeck, B. (2013). A multidimensional analysis of changes in mathematics motivation and engagement during high school. *Educational Psychology* 33(1), 14–30. DOI: 10.1080/01443410.2012.740199
- Potvin, P., Hasni, A. (2014). Analysis of the Decline in Interest Towards School Science and Technology from Grades 5 Through 11. *Journal of Science Educational and Technology*, 23(6), 784–802. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9512-x>
- Prast, E.J., Van de Weijer–Bergsma, E., Miočević, M., Kroesbergen, E.H. & Van Luit, J.E.H. (2018). Relations between mathematics achievement and motivation in students of diverse achievement levels. *Contemp. Educ. Psychol.*, 55, 84–96. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2018.08.002>
- Radišić, J., Selleri, P., Carugati, F., and Baucal, A. (2021). Are students in Italy really disinterested in science? A person–centered approach using the PISA 2015 data, *science education*, 105(2), 438–468. DOI: 10.1002/sce.21611
- Renninger, K. A. & Hidi, S. (2011). Revisiting the conceptualization, measurement, and generation of interest, *Educational Psychologist*, 46(3), 168–184. <https://doi.org/10.1080/00461520.2011.587723>
- Reynolds, K., Khorramdel, L. & von Davier, M. (2022). Can students' attitudes towards mathematics and science be compared across countries? Evidence from measurement invariance modeling in TIMSS 2019, *Studies in Educational Evaluation*, 74, 101169. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2022.101169>
- Richardson, M., Abraham, C. & Bond, R. (2012). Psychological correlates of university students' academic performance: A systematic review and meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 138(2), 353–387. DOI: 10.1037/a0026838
- Sadler, T. D. & Zeidler, D. L. (2009). Scientific Literacy, PISA, and Socioscientific Discourse: Assessment for progressive aims of science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 909–921. DOI: 10.1002/tea.20327
- Schmidt, J. A., Rosenberg, J. M. & Beymer, P. N. (2018). A person-in-context approach to student engagement in science: Examining learning activities and choice. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(1), 19–43. DOI: 10.1002/TEA.21409
- Schunk, D., Meece, J. & Pintrich, P. (2014). *Motivation in Education: Theory, Research, and Applications*. Pearson, Inc: Boston, MA.
- Seegers, G., Van Putten, C. M. & De Brabander, C.J. (2002). Goal orientation, perceived task outcome and task demands in mathematics tasks: Effects on students' attitude in actual task settings. *British Journal of Educational Psychology*, 72(3) 365–384. DOI: 10.1348/000709902320634366
- Skaalvik, E. M., Federici, R. A. & Klassen, R. M. (2015). Mathematic achievement and self–efficacy: Relations with motivation for mathematics. *International Journal of Educational Research*, 72, 129–136. DOI: 10.1016/J.IJER.2015.06.008
- Snodgrass Rangel, V., Vaval, L. & Bowers, A. (2020). Investigating underrepresented and first-generation college students' science and math motivational beliefs: A nationally representative study using latent profile analysis. *Science Education*, 104, 1041–1070. DOI: 10.1002/sce.21593
- Spinath, B., Spinath, F. M., Harlaar, N. & Plomin, R. (2006). Predicting school achievement from general cognitive ability, self–perceived ability, and intrinsic value. *Intelligence*, 34(4), 363–374. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2005.11.004>

- 📖 Stankov, L. (2013). Noncognitive predictors of intelligence and academic achievement: An important role of confidence. *Personality and Individual Differences*, *55*(7), 727–732. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2013.07.006>
- 📖 Šarčević, D. (2015). Struktura akademske motivacije u ranoj adolescenciji prema teoriji samodređenja [Academic motivation in early adolescence based on self-determination theory]. *Zbornik Instituta za pedagoška istraživanja*, *47*(2), 222–248. DOI: 10.2298/ZIP11502222S
- 📖 Ševkušić, S. & Kartal, V. (2017). Postignuće učenika iz prirodnih nauka: glavni nalazi, trendovi i nastavni program [Student achievement in science: Key findings, trends, and the curriculum]. In M. Marušić Jablanović, N. Gutvajn & I. Jakšić (Ed.), *TIMSS 2015 u Srbiji: rezultati međunarodnog istraživanja postignuća učenika 4. razreda osnovne škole iz matematike i prirodnih nauka* (51–65). Beograd: Institut za pedagoška istraživanja.
- 📖 Valentin, J. C., DuBois, D. L. & Cooper, H. (2004). The relation between self-beliefs and academic achievement: A meta-analytic review. *Educational Psychologist*, *39*(2), 111–133. http://dx.doi.org/10.1207/s15326985ep3902_3
- 📖 Vesić, D., Dzinović, V. & Mirkov, S. (2021). The role of absenteeism in the prediction of math achievement on the basis of self-concept and motivation: TIMSS 2015 in Serbia. *Psihologija*, *24*(1) 15–31. DOI: 10.2298/PSI190425010V
- 📖 Wang, M.-Te & Degol, J. (2013). Motivational pathways to STEM career choices: Using expectancy-value perspective to understand individual and gender differences in STEM fields, *Developmental Review*, *33*(4), 304–340. DOI: 10.1016/j.dr.2013.08.001.
- 📖 Wigfield, A. & Eccles, J. S. (2000). Expectancy-value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology*, *25*(1), 68–81. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1015>
- 📖 Wormington, S. V. & Linnenbrink-Garcia, L. (2017). A new look at multiple goal pursuit: The promise of a person-centered approach. *Educational Psychology Review*, *29*(3), 407–445. <https://doi.org/10.1007/s10648-016-9358-2>
- 📖 Zimmerman, B. J. (2000). Self-Efficacy: An essential motive to learn. *Contemporary Educational Psychology*, *25*(1), 82–91. DOI: 10.1006/ceps.1999.1016
- 📖 Zusho, A., Pintrich, P. R. & Coppola, B. (2003). Skill and will: The role of motivation and cognition in the learning of college chemistry. *International Journal of Science Education*, *25*(9), 1081–1094. DOI: 10.1080/0950069032000052207

Received 20.07.2022; Accepted for publishing 15.11.2022.