

Mednarodna raziskava
trendov v
znanju matematike in
naravoslovja



Izhodišča raziskave TIMSS 2023



TIMSS & PIRLS
International Study Center
Lynch School of Education, Boston College



Kazalo

Uvod	5
TIMSS 2023: Prvo popolnoma digitalno merjenje znanja TIMSS	5
Izhodišča matematike in naravoslovja TIMSS 2023	5
Pogoji in okoliščine učenja	6
Nova zasnova metode merjenja znanja za TIMSS 2023	6
Viri	7
Vsebinska izhodišča merjenja znanja za četrtošolce	8
TIMSS 2023 je popolnoma digitalno merjenje znanja	8
Organizacija vsebinskih izhodišč TIMSS 2023	9
Matematične vsebine	11
Števila	11
Merjenje in geometrija	12
Podatki	12
Matematične kognitivne ravni	13
Poznavanje dejstev in postopkov	14
Uporaba znanja	14
Sklepanje	15
Kontekstualne problemske naloge iz matematike	15
Naravoslovne vsebine	16
Živa narava	16
Neživa narava	18
Vede o Zemlji	20
Naravoslovne kognitivne ravni	21
Poznavanje dejstev	22
Uporaba znanja	22
Sklepanje	22
Naravoslovno raziskovanje v TIMSS 2023	23
Vir	24
Ozadje poučevanja in učenja	25
Uvod	25
Instrumenti za zbiranje podatkov	25
Razvoj vprašalnikov	26
Ustvarjanje lestvic za posamezne kazalce	26
Domače okolje	26
Domači viri za učenje	26
Jezik(i), ki se govorijo doma	27
Pričakovanja o nadaljnjem izobraževanju	27
Izkušnje zgodnjega učenja	27
Zgodnje opismenjevanje in matematika s starši	27
Predšolsko izobraževanje	27
Pandemija COVID-19	27
Zaprtje šole in ostajanje doma	27

Učenje na domu	28
Šolsko okolje	28
Značilnosti šole: Velikost in geografska lokacija	28
Socio-ekonomsko ozadje učencev	28
Jeziki, ki se govorijo v šoli	28
Pismenost in veščine računanja ob vstopu v šolo	28
Šolski viri za poučevanje matematike in naravoslovja	29
Pozornost šole do učne uspešnosti	29
Pozornost šole do poučevanja matematike in naravoslovja	29
Zadovoljstvo in izzivi pri delu učiteljev	29
Učenčev občutek pripadnosti šoli	29
Odnos staršev do šole njihovih otrok	30
Šolska disciplina in varnost	30
Nasilje med učenci	30
Ravnateljeva usposobljenost in izkušnje	30
Pandemija COVID-19: Zaprtje šole in učenje na daljavo	30
Razredno okolje	30
Usposobljenost in izkušnje učiteljev	30
Strokovno spopolnjevanje	31
Pouk matematike in naravoslovja	31
Čas pouka	31
Učne strategije	31
Jasnost poučevanja	31
Pozornost do naravoslovnega raziskovanja	32
Poučevanje matematičnih in naravoslovnih vsebin, ki so del preizkusa TIMSS	32
Domača naloga	32
Ocenjevanje	32
Informacijska tehnologija v razredu	33
Dostop do digitalnih naprav	33
Uporaba digitalnih naprav med poukom	33
Izzivi pri uporabi digitalnih naprav med poukom	33
Razredna klima	33
Vodenje razreda	33
Omejitve pouka zaradi lastnosti učencev	34
Demografija učencev	34
Naklonjenost do učenja matematike in naravoslovja	34
Samozavest pri matematiki in naravoslovju	34
Digitalna samoučinkovitost	34
Nacionalni konteksti	35
Organizacija izobraževalnega sistema	35
Sistem predšolskega izobraževanja	35
Starost ob vstopu v formalno šolanje in politike ponavljanja razreda	35
Število let šolanja	35
Jezik(i) poučevanja	35
Usposobljenost učitelja in ravnatelja	36
Učni načrti matematike in naravoslovja	36
Viri	37

Uvod

TIMSS 2023: Prvo popolnoma digitalno merjenje znanja TIMSS

TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) je dolgoletna mednarodna študija znanja matematike in naravoslovja v četrtem in osmem razredu, ki od leta 1995 vsaka štiri leta zbira podatke o trendih v znanju učencev po svetu. Približno 70 držav podatke o trendih TIMSS že dlje časa uporablja za spremljanje učinkovitosti svojih izobraževalnih sistemov in vse več držav se jim pridružuje z vsakim naslednjim merjenjem znanja. Slovenija razpolaga s trendi znanja od leta 1995 do leta 2015.

TIMSS 2023, prva izvedba popolnoma digitalnega merjenja znanja, je prelomna študija v 28-letni zgodovini TIMSS. Pionirski prehod na digitalne preizkuse znanja je polovica sodelujočih držav opravila že z izbiro možnosti digitalnega merjenja znanja s sodelovanjem v TIMSS 2019. Ker se je metoda izkazala za uspešno, je naslednje merjenje v letu 2023 v celoti le digitalno za vse sodelujoče države.

Uporaba sodobne tehnologije je nujna, da TIMSS ostane usklajen z razvojem izobraževanja po svetu, omogoči več in bolj dostopne podatke ter še poveča njihovo kakovost. Globlji vpogled v to, kako učenci pristopajo k nalogam iz matematike in naravoslovja, rešujejo probleme in sporočajo svoje odgovore, bo TIMSS 2023 zagotovil tako, da bodo preizkusi sestavljeni iz inovativnih nalog, ki bodo merile znanje tako skozi rezultate ali rešitve učencev kot tudi skozi njihov proces reševanja.

V TIMSS 2023 uporabljamo sistem za pripravo in oblikovanje digitalnih nalog, ki omogoča razvoj novih oblik nalog z interaktivnimi vložki in z različnimi digitalnimi orodji, ki jih učenci lahko uporabijo pri sporočanju svojih odgovorov. Izpopolnjene bodo tudi problemske naloge, ki jih je uvedel TIMSS 2019 (glej ugotovitve v TIMSS 2019, Problem and Inquiry Tasks) [1]. Te naloge slonijo na privlačnih, interaktivnih scenarijih, v katerih učenci sledijo vrsti korakov proti rešitvi ali cilju. Natančnost ocenjevanja pravilnosti rešitev učencev in njihova primerljivost med državami bo izboljšana s povečanim obsegom avtomatiziranega točkovanja, ki bo vključilo tudi uporabo strojnega učenja za vrednotenje grafičnih in kratkih pisnih odgovorov učencev.

Izhodišča matematike in naravoslovja TIMSS 2023

Osrednji namen mednarodne izdaje izhodišč je opisati vsebine preizkusov iz matematike in naravoslovja in strukturo dejavnikov okoliščin učenja in poučevanja v šoli in doma s krajšo predstavitvijo metodologije merjenja znanja.

TIMSS vodita *Mednarodni raziskovalni center za TIMSS in PIRLS* na univerzi Boston College, ZDA. PIRLS, ki je Mednarodna raziskava bralne pismenosti, skupaj s TIMSS sestavljata jedro mednarodnih raziskav, ki so izvedene v rednih časovnih intervalih pod okriljem IEA, *Mednarodnega združenja za vrednotenje izobraževalnih dosežkov*. IEA je neodvisna mednarodna zveza nacionalnih raziskovalnih ustanov in vladnih agencij, ki izvajajo enotne mednarodne študije od leta 1959. Danes glavna pisarna IEA v Amsterdamu vodi sodelovanje držav v številnih mednarodnih študijah in projektih. *Podatkovni center* IEA v Hamburgu pripravlja vzorce ciljnih populacij, obdela zbrane podatke vseh držav in pripravi primerjalne zbirke podatkov za mednarodne statistične analize, ki jih v primeru raziskave TIMSS naredijo statistiki mednarodnega centra raziskave na Boston College.

TIMSS je merjenje trendov. Svojo stabilnost zagotavlja s prenosom večine nalog (približno dve tretjini) iz preizkusov prejšnje izvedbe v novo. Relevantnost raziskovanja znanja obenem ohranja z novo razvitimi nalogami. Posamezna naloga za učence se običajno pojavi v treh zaporednih merjenjih znanja, potem se upokoji. Nove naloge, ki nadomestijo upokojene, so zasnovane tako, da so usklajene s posodobljenimi vsebinskimi izhodišči raziskave, ki nastanejo po vsakič novih kurikularnih analizah vseh sodelujočih držav. Metodologija sestavljanja preizkusov znanja tako omogoča, da se merjenje znanja TIMSS razvija s časom in lahko sledi sodobnim izobraževalnim trendom[3].

Naloge za preizkuse prispevajo predmetni strokovnjaki iz vseh sodelujočih držav. Napišejo jih na skupnem delovnem tednu sestavljanja nalog, v majhnih skupinah predstavnikov iz različnih držav, da zagotovijo čim večjo neodvisnost nalog od različnih jezikov in kulturnih ozadij. Komisije strokovnjakov iz velike banke tako nastalih nalog izberejo najboljše za preizkuse znanja. V vsaki izvedbi raziskave so bile med nalogami preizkusa tudi slovenske naloge.

Pogoji in okoliščine učenja

Namen TIMSS je pojasniti razlike v znanju s pomočjo informacij o okoliščinah doseganja znanja. Zato zbira še obsežne informacije o učnih okoliščinah učencev na več dosegljivih ravneh, sistemski, šolski, razredni in učenčevski. Bistveni del raziskovanja sistemskih okoliščin je priprava TIMSS Enciklopedije [4]. To je zbirka samostojnih avtorskih poglavij o matematičnem in naravoslovnem izobraževanju vsake države, napisanih po enotni strukturi. Poglavja povzemajo strukturo izobraževalnega sistema države, matematične in naravoslovne učne načrte, zahteve za izobrazbo učiteljev in opise izpitov in ocenjevanja učencev. Za zagotavljanje standardnih primerljivih informacij države izpolnijo še kurikularni vprašalnik TIMSS o politikah, povezanih z njihovimi učnimi načrti matematike in naravoslovja, organizacijo šolskega dela in učnih praksah, informacije pa so povzete v primerljivih tabelah v uvodnem poglavju enciklopedije.

TIMSS meri dejavnike učenja med učenci, učitelji, šolami in starši s kazalci, ki so vsakič posodobljeni, da se odzivajo na sodobne razmere v družbi, hkrati pa ohranjajo meritve trendov z bistvenimi tradicionalnimi vprašalnimi lestvicami. Vprašalniki za pričujočo raziskavo vsebujejo novo razvite kontekstualne kazalce, ki obravnavajo nastajajoče področje raziskovanja učinkovitosti izobraževanja. Tako bo TIMSS 2023 pridobil raznolike informacije o učenčevih domačih in šolskih priložnostih, ki so pomembne za učenje matematike in naravoslovja v sodobnem svetu.

Nova zasnova metode merjenja znanja za TIMSS 2023

V preteklosti je TIMSS izmeril zelo velik razpon v znanju med posameznimi skupinami učencev iz različnih držav, želi pa zagotoviti natančno merjenje znanja tako med učenci z visokim kot tistimi z nizkim znanjem [2]. Enaki preizkusi ne morejo zagotoviti enake natančnosti razlikovanja znanja med najuspešnejšimi in manj uspešnimi učenci. Prvi potrebujejo težje, drugi lažje naloge, ki bodo razlikovale med znanjem med seboj sicer podobno uspešnih učencev.

Prehod na popolnoma digitalno merjenje znanja TIMSS 2023 izkorišča za uvedbo nove metode skupinsko prilagodljivega merjenja znanja. Z različnimi deleži različno zahtevnih različic preizkusov znanja – lahkimi, srednjimi in težkimi, ki bodo razdeljeni med vzorčene učence, se bodo nabori različic preizkusov prilagodili situaciji v vsaki državi. Za oba predmeta, matematiko in naravoslovje, bosta

vsakemu učencu dodeljena v preizkusu ali poglavje enostavnih nalog in poglavje srednje težkih nalog ali poglavje srednje težkih in poglavje težkih nalog. Čeprav bodo v vseh državah v preizkuse vključene vse naloge, bodo države, kjer so veliki deleži učencev z visokim znanjem, lahko večjim deležem učencev v reševanje dali poglavja težkih nalog. Države, kjer imajo učenci v povprečju nižje znanje, pa bodo lahko večjim deležem učencev dali v reševanje poglavja manj težkih nalog. Skupinsko prilagodljiva zasnova torej omogoča državam, da bolje prilagodijo zahtevnost preizkusov TIMSS ravni dosežkov svojih učencev. Glavni kriterij za odločanje o zahtevnosti preizkusov so trendi znanja učencev iz mednarodnih primerjav v prejšnjih letih. Pričakujemo, da bo rešitev prinesla manj stresa manj uspešnim in manj dolga bolj sposobnim učencem, vse z namenom, da se poveča zavzetost, zviša veselje in motivacija in poveča odzivnost ter zmanjša število izpuščenih in neodgovorjenih nalog.

Viri

- 1 Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Fishbein, B., Foy, P., & Moncaleano, S. (2021). Findings from the TIMSS 2019 problem solving and inquiry tasks. Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/psi/>
- 2 Mullis, I.V.S. & Martin, M.O. (2022). IEA's TIMSS and PIRLS: Measuring long-term trends in student achievement. In T. Nilsen, A. Stancel-Pitřatak, & J. Gustafsson (Eds.), International handbook of comparative large-scale studies in education: perspectives, methods, and findings. Springer, forthcoming.
- 3 Mullis, I.V.S. & Martin, M.O. (2022). IEA's TIMSS and PIRLS: Measuring long-term trends in student achievement. In T. Nilsen, A. Stancel-Pitřatak, & J. Gustafsson (Eds.), International handbook of comparative large-scale studies in education: perspectives, methods, and findings. Springer, forthcoming.
- 4 Kelly, D.L., Centurino, V.A.S., Martin, M.O., & Mullis, I.V.S. (2020). TIMSS 2019 encyclopedia: Education policy and curriculum in mathematics and science. Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/encyclopedia/>

Vsebinska izhodišča merjenja znanja za četrtošolce

Vsi otroci lahko lahko napredujejo pri razumevanju matematike in osvajanju matematičnih spretnosti, ki so potrebne v današnjem tehnološkem svetu. Matematika je bistvena v vsakdanjem življenju, pa tudi na številnih poklicnih področjih, kot so tehnika, tehnologija, arhitektura, računovodstvo, bančništvo, podjetništvo, medicina, ekologija in letalstvo. Matematika je ključnega pomena za ekonomijo in finance, kot tudi za računalniške tehnologije in razvoj programske opreme. Sposobnost, da se naučimo novih veščin in rešujemo probleme, je nekaj najpomembnejšega v današnjem spreminjajočem se svetu.

V tem poglavju so predstavljena vsebinska izhodišča za preverjanje znanja v TIMSS 2023 iz matematike za četrty razred. Podobna so tistim, ki so bila uporabljena v prejšnjih izvedbah raziskave TIMSS. Na predloge predstavnikov sodelujočih držav, nacionalnih koordinatorjev raziskave TIMSS 2023, so bila za izvedbo leta 2023 posodobljena, da odražajo trenutne učne načrte, standarde znanja in cilje sodelujočih držav ter upoštevajo rezultate primerjav med prejšnjimi izhodišči in nacionalnimi izobraževalnimi dokumenti.

TIMSS 2023 je popolnoma digitalno merjenje znanja

Cilj popolnoma digitalne študije TIMSS 2023 je kar najbolj izkoristiti vse prednosti preverjanja znanja z računalnikom. To vključuje popolnoma digitalni sistem razvoja nalog za preverjanje znanja, ki omogoča, da bodo naloge sodobnejše in bodo bolje merile znanje in spretnosti otrok pri digitalnem reševanju. Prinaša boljše metode preverjanja in ocenjevanje znanja. Inovativni pristop je vplival tudi na pripravo izhodišč. Digitalno merjenje znanja torej omogoča:

- upoštevati dinamične vidike matematičnih konceptov, kot so odnosi in geometrijske operacije, z zasnovo interaktivnih simulacij ali orodij, ki so bližja temu, kar ti koncepti zares naslavlajo,
- izboljšati merjenje višjih miselnih procesov z uporabo interaktivnih okolij, ki učencem ponujajo prilagodljive in odzivne načine za reševanje matematičnih in naravoslovnih problemov,
- vključitev simuliranih življenskih in laboratorijskih situacij, v katere se učenci lahko aktivno vključijo in uporabijo spretnosti in vsebinsko znanje, da izvedejo naravoslovno raziskavo ali poskus,
- prenesti nekatere postopke in rutinske izračune sekundarnega pomena na računalnik, kar učencem omogoča, da se osredotočijo na strategijo in matematično razmišljanje,
- zbrati podatke o tem, kako učenci interaktivno pristopajo k nalogam, da bi proučili, kako se lotijo reševanja matematičnih problemov in kako se praktično vključijo v naravoslovne aktivnosti, o njihovih napačnih predstavah in strategijah za reševanje preizkusov znanja,
- obogatitev celotnega preizkusa z nalogami, ki so predstavljene s pomočjo digitalnih tehnologij ter vsebujejo različne aktivne načina sporočanja odgovorov, da se izboljša predanost in motivacija učencev za sodelovanje v TIMSS.

Posebno poglavje podrobno opiše nove interaktivne oblike nalog in odgovorov, načrtovanih za TIMSS 2023. Sprejeta je bila tudi pobuda iz TIMSS 2019, da vsebuje daljše, na zgodbah temelječe naloge za reševanje problemov in raziskovanje (RPR). V matematičnem in naravoslovnem preizkusu je predvidenih nekaj takšnih nalog, ki so natančneje predstavljene v naslednjih dveh poglavjih.

Organizacija vsebinskih izhodišč TIMSS 2023

Vsebinska izhodišča TIMSS 2023 so zasnovana okoli dveh razsežnosti: vsebinska področja določajo poglavja matematike in naravoslovja, iz katerih bodo izhajale naloge, kognitivne ravni pa določajo miselne procese učencev, ki jih bodo pokazali pri reševanju. Vsaka naloga je umeščena v eno vsebinsko področje in eno kognitivno raven, ki najbolj odražata njeno obliko, vsebino in pričakovan odziv učenca.

Deleži vsebin in kognitivnih zahtevnosti, ki se jim posveča preizkus, se določajo od celote vseh možnih točk, ki jih je mogoče doseči s pravilno rešenimi prav vsemi nalogami matematičnega ali naravoslovnega preizkusa. Praktično to ni mogoče, saj so naloge razporejene v sklope vsebinsko in kognitivno mešanih naborov nalog, vsak učenec pa dobi v reševanje po dva od 14 različnih izborov matematičnih in naravoslovnih nalog. Čeprav večina pravilno rešenih nalog prinese po eno točko, pa so nekatere zahtevnejše kontekstualne naloge vredne dve točki ali celo tri. Naloge, ki so vredne več kot eno točko, so zasnovane tako, da za vsako možno točko preverijo znanje ali razumevanje po enega koncepta ali spretnosti. Deleži možnih točk torej presegajo število nalog, odražajo pa dejansko število preverjanih elementov. Preglednica 1 prikazuje deleže največjega števila možnih doseženih točk iz vseh nalog preizkusa, ki jih je mogoče doseči s pravilno rešenimi nalogami iz vsakega od vsebinskih poglavij in kognitivni ravni. Deleži so ločeno izračunani za matematični in naravoslovni del preizkusa.

Preglednica 1: Deleži vsebin in kognitivnih ravni v preizkusih znanja matematike in naravoslovja, TIMSS 2023 za 4. razred

ČETRTO RAZRED, TIMSS 2023	ODSTOTKI VSEH MOŽNIH TOČK
VSEBINSKA PODROČJA MATEMATIKE	
Števila	50 %
Merjenje in geometrija	30 %
Podatki	20 %
VSEBINSKA PODROČJA NARAVOSLOVJA	
Živa narava	45 %
Neživa narava	35 %
Vede o Zemlji	20 %
KOGNITIVNE RAVNI ZA MATEMATIKO IN NARAVOSLOVJE	
Poznavanje dejstev	40 %
Uporaba znanja	40 %
Sklepanje	20 %

Vsebinska področja odražajo tiste dele matematike in naravoslovja, ki jih v državah najpogosteje poučujejo v četrtem razredu. Na številih pri matematiki in na živi naravi pri naravoslovju je poudarek večji kot na drugih vsebinah. V vsebino števil so vključena tudi uvodna poglavja algebre. Področje podatkov je osredotočeno na branje, predstavlanje in interpretacijo podatkov. Če živa narava zajema začetno biologijo, neživa narava združuje začetno fiziko in kemijo, vede o Zemlji pa začetek astronomije in poglavja iz obče geografije.

Pomembno je vedeti, da TIMSS večino matematičnega in naravoslovnega znanja preveri z vrsto situacijskih nalog. Več kot polovica nalog (60–65 %) od učencev zahteva, da pri reševanju znanje aktivno uporabijo ali pokažejo znanje spretnosti ter sklepajo. Kognitivno področje sklepanja kljub temu v četrtem razredu pokriva manjši delež nalog, kot jih pokrivata kognitivni ravni znanja dejstev in uporaba znanja.

Matematične vsebine

Števila

Števila so temelj matematike v osnovni šoli. V vsebinskem področju števil v TIMSS se združijo tri matematična poglavja. Polovica vse pozornosti, ki jo preizkusi namenijo številom med vsemi vsebinami, je razdeljene na tri poglavja tako, da doseže naslednje deleže vseh možnih točk preizkusa:

- Naravna števila – 25 % vseh točk
- Izrazi, preproste enačbe in relacije – 15 % vseh točk
- Ulomki in decimalna števila – 10 % vseh točk

Naravna števila so prevladujoči sestavni del področja števil. Učenci bi morali biti sposobni računati z naravnimi števili razumne velikosti. Del merjenja znanja TIMSS v četrtem razredu so tudi uvodni algebrski koncepti, vključno z razumevanjem uporabe spremenljivk (neznank) v enostavnih enačbah in začetnim razumevanjem odnosov med količinami. Ker predmeti in količine v realnem življenju pogosto ne nastopajo v naravnih številih, je za učence pomembno tudi, da razumejo deleže celot v obliki ulomkov in decimalnih števil. Učenci bi morali znati primerjati, seštevati in odštevati običajne ulomke in decimalke.

Pojem običajni ulomki izhaja iz angleškega izraza »familiar fractions«, ki se že po dolgi tradiciji v angleško govorečih državah uporablja za tiste ulomke, ki jih ljudje srečujejo v vsakdanjem življenju. To so polovice, tretjine, četrtine, petine, šestine, desetine, včasih tudi osmine in dvanajstine. Običajno so to zapisi ulomkov, ki se pojavljajo na javnih napisih, kot so razdalje med kraji na cestnih oznakah ($7\frac{1}{2}$ miles, $35\frac{3}{4}$), cenah bencina, ki se v ZDA zaokrožijo na eno decimalano mesto in zapišejo z ulomkom, na primer $4\frac{9}{10}$ ali masa na prehrabnih izdelkih v nemetričnih enotah, $1\frac{3}{4}$ oz.



Naravna števila

- Prepozna mestno vrednost števil, do 6-mestnih, med seboj poveže predstavitve števil, besede, simbole in modele, vključno s številsko premico in primerja števila.
- Seštevata in odštevata do 4-mestna števila.
- Množi do 3-mestna števila z 1-mestnimi in 2-mestna števila z 2-mestnimi ter deli do 3-mestna števila z 1-mestnimi.
- Reši problemske naloge, ki vključujejo liha in soda števila, večkratnike in delitelje števil.
- Zaokroži števila na najbližje potence 10 ter ocenjuje številske količine.
- Hkrati upošteva dve ali več lastnosti števil ali operacij, da reši problemsko nalogo.

Izrazi, enačbe in relacije

- Poišče manjkajoče število ali operacijo v računu (npr. $17 + a = 29$).
- Poveže ali napiše izraze ali račune, da predstavi problemske situacije, ki lahko vključujejo neznanke.
- Vzporedi, opiše ali uporabi relacije v dobro določenem vzorcu, kot na primer opiše razmerje med sosednjimi členi in po danem pravilu ustvari pare celih števil.

Ulomki in decimalna števila

- Opiše ulomek kot del celote ali zbirke. Poveže različne predstavitve ulomkov (besede, števila in modele). Primerja ulomke po velikosti. Sešteva in odšteva preproste ulomke s podobnimi imenovalci 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12 ali 100.
- Poveže različne predstavitve decimalnih števil (besede, števila in modeli). Primerja in razvršča decimalna števila ter povezuje decimalna števila z ulomki. Zaokroža decimalna števila. Sešteva in odšteva decimalna števila z do dvema decimalnima mestoma.

Merjenje in geometrija

Obdajajo nas predmeti različnih oblik in velikosti, geometrija pa nam pomaga vizualizirati in razumeti odnose med objekti in velikostmi. Merjenje je proces določanja velikosti predmetov in pojavov kot sta dolžina in čas. Poglavlji področja merjenje in geometrija bosta v TIMSS zastopana z naslednjima enakima deležema:

- Merjenje – 15 % vseh točk
- Geometrija - 15 % vseh točk

V TIMSS se razume, da naj bi učenci v četrtem razredu znali uporabiti ravnilo z merilom, da izmerijo dolžino, znali naj bi izračunati račune, ki vključujejo dolžino, maso, prostornino in čas. Znali naj bi izračunati ali določiti ploščine likov in površine teles s pomočjo enotskih kvadratkov. S seštevanjem dolžin robov naj bi določili obseg večkotnikov. S pomočjo enotskih kock bi morali znati določiti prostornine predstavljenih teles, tudi nepravilnih. Učenci bi morali biti sposobni prepoznati lastnosti in značilnosti premic, kotov in različnih likov ter teles. Smisel za prostor je sestavni del učenja geometrije in učenci bi morali biti večji opisati in narisati različne geometrijske oblike. Prav tako bi morali biti sposobni analizirati geometrijske odnose in jih uporabiti za sklepanje o geometrijskih oblikah.

Merjenje

- Izmeri, oceni, sešteva in odšteva dolžine (milimetre, centimetre, metre, kilometre).
- Sešteva in odšteva maso (gram in kilogram), prostornino (mililiter in liter) in čas (minute in ure); izbere ustrezno vrsto in velikost enot ter odčita meritev na skali.
- Določi obseg mnogokotnikov, ploščine pravokotnikov ter površine teles, prekrite s kvadrati ali deli kvadratov ter prostornine teles, napolnjenih s kockami.

Geometrija

- Prepozna in nariše vzporedne in pravokotne premice, prave kote in kote, ki so manjši ali večji od pravega kota. Primerja relativno velikost kotov.
- Uporabi osnovne geometrijske lastnosti, vključno s premo simetrijo in vrtenji, da opiše in ustvari običajne like: kroge, trikotnike, štirikotnike in druge mnogokotnike.
- Uporabi osnovne lastnosti, da opiše telesa (kocke, kvadre, stožce, valje in krogle), razlike med njimi in kako so povezana s svojimi dvodimenzionalnimi predstavitvami.

Podatki

Eksplodira podatek v današnji informacijski družbi se kaže tudi v različnih vizualnih prikazih informacij o količinah. Pogosto so na spletu, v časopisih, revijah, učbenikih, enciklopedijah in drugih člankih podatki predstavljeni z grafičnimi prikazi, tabelami in grafi. Učenci morajo razumeti, da grafi in grafični prikazi pomagajo organizirati informacije in zagotavljajo načine za primerjavo podatkov. Področje podatkov je sestavljeno iz dveh tematskih področij:

- Branje in prikazovanje podatkov - 10 % vseh točk
- Interpretacije, združevanje in primerjava podatkov - 10 % vseh točk

V četrtem razredu bi morali učenci znati brati in ustvarjati prikaze podatkov. Sposobni naj bi bili sklepati iz prikazov podatkov in uporabljati podatke iz enega ali več virov za odgovorjanja na vprašanja nalog.

Branje in prikazovanje podatkov

- Prebere podatke iz preglednic, figurnih, stolpčnih, črtnih (linijskih) in tortnih prikazov.
- Ustvari ali dokonča preglednice, figure, stolpčne, črtne (linijske) in tortne prikaze.

Interpretacija, združevanje in primerjava podatkov

- Pojasni ali razloži podatke in jih uporabi za odgovore na vprašanja, ki presegajo neposredno branje prikazov podatkov.
- Združi ali primerja podatke iz dveh ali več virov in izpelje sklepe in zaključke na podlagi dveh ali več množic podatkov.

Matematične kognitivne ravni

Da bi se pravilno odzvali na naloge v TIMSS, morajo učenci poleg znanja matematičnih vsebin izkazati tudi vrsto kognitivnih veščin. Te vključujejo sposobnost učencev, da izberejo in izvedejo postopke, uporabijo znanje pri reševanju problemov, logično sklepajo in navedejo razloge za svoje trditve. Opis teh veščin je igral ključno vlogo pri snovanju nalog za preizkus TIMSS 2023, da bi raziskava preverila ustrezen nabor kognitivnih veščin na že opisanih vsebinskih področjih.

Prvo področje, **poznavanje dejstev in postopkov**, pokriva dejstva, koncepte in postopke, ki jih morajo učenci vedeti in znati. Drugo, **uporaba znanja**, se osredotoča na sposobnost učencev, da znanje in konceptualno razumevanje uporabijo v različnih situacijah. Tretja raven, **sklepanje**, vključuje logično, sistematično razmišljanje, ki ga morajo učenci uporabiti za ustvarjanje in utemeljitev rešitev problemov ter raziskovanje in obravnavanje kompleksnih razmerij med matematičnimi objekti.

Ob tem, ko učenci izkažejo svoje matematične kompetence, ki presegajo vsebinsko znanje, potrdijo poznavanje dejstev, izkažejo sposobnosti uporabe svojega znanja in sklepajo na različnih ravneh. Kognitivne ravni TIMSS odražajo kompetence sporočanja matematičnih argumentov v podporo strategijam ali rešitvam, matematično predstavljanje situacij (npr. z uporabo simbolov in grafov), ustvarjanje matematičnih modelov za problemske situacije in uporabo orodij, kot sta ravnilo ali kalkulator.

Vsaka naloga je razvrščena v eno od treh kognitivnih ravni. Po nekaj nalog iz vsakega vsebinskega poglavja bo umeščeno v vsako od treh kognitivnih ravni. Med nalogami, ki bodo pripisana poglavju števila, bodo naloge poznavanja, uporabe in sklepanja, tako kot bo to veljalo tudi za druga vsebinska poglavja. Kakor je že zapisano, je preverjanju poznavanja dejstev in postopkov ter uporabi znanja namenjenih po 40 % vseh možnih točk iz nalog, sklepanju pa 20 % vseh točk. V naslednjih odstavkih so opisane vrste kognitivnih veščin, ki so značilne za vsako od treh kognitivnih ravni. Veščine so zapisane tako, da pokažejo, kaj vse zajemajo znotraj vsake ravni, deleži točk pa za vsako veščino niso predpisani.

Poznavanje dejstev in postopkov

Učenčeva zmožnost uporabe matematike ali sklepanja o matematičnih situacijah močno zavisi od njegovega poznavanja matematičnih konceptov in tekočega znanja matematičnih veščin. Bolj kot si je učenec sposoben zapomniti potrebno znanje in širši je nabor konceptov, ki jih razume, večji je njegov potencial za zavzetost pri reševanju širokega nabora problemskih situacij.

Brez dostopa do baze znanja, ki omogoča enostaven priklic osnovnih dejstev in terminologije ter dogovorov o številih, simbolnih zapisih in prostorskih odnosih, učenci ne morejo opraviti matematičnih premislekov. Znanje dejstev omogoča osnovno uporabo matematičnega jezika. Hkrati dejstva pomenijo bistvene matematične koncepte in lastnosti, ki tvorijo temelje za matematično premišljevanje.

Postopki so tisti temelj matematike, ki je potreben za reševanje problemov, zlasti tistih, s katerimi se v vsakdanjem življenju srečuje veliko ljudi. Bistvo uporabe postopkov je priklic sklopov dejanj in načinov njihove izvedbe. Učenci morajo biti učinkoviti in natančni pri uporabi različnih računskih postopkov in orodij pri relativno znanih in rutinskih nalogah. Videti morajo, da je mogoče določene postopke uporabiti za reševanje celotnih razredov problemov, ne le posameznih nalog.

- **Prikliče:** Uporabi definicije, terminologija, lastnosti števil, merske enote, geometrijske lastnosti in zapisi (npr. $a \cdot b = ab$, $a + a + a = 3a$).
- **Prepozna:** Izkaže, da prepozna števila, izraze, količine in oblike. Presodi, kdaj so matematični objekti enakovredni. Prebere informacije iz prikazov, tabel, besedil ali drugih virov.
- **Uredi:** Razvrsti števila, izraze, količine in oblike po velikosti in drugih skupnih lastnostih.
- **Izračuna:** Opravi aritmetične operacije s celimi števili, ulomki in decimalnimi števili z uporabo algoritmičnih postopkov. Izvede neposredno algebraično manipulacijo.

Uporaba znanja

Kognitivna raven uporaba znanja pomeni uporabo matematike v različnih situacijah. Osrednjega pomena je reševanje problemov. Učenci bodo morali za reševanje problemov izbrati ustrezne operacije, strategije in orodja.

Številni problemi so postavljeni v resnične življenjske situacije, zato jih bodo morali učenci preoblikovati v matematični zapis ali ideje, preden jih bodo lahko rešili. Da bodo pri takšnih problemskih nalogah učenci lahko ustvarili matematične predstavitev, bodo morali uporabiti matematično znanje o dejstvih in postopkih ter svoje spretnosti in razumevanje matematičnih konceptov. Predstavljanje idej tvori jedro matematičnega mišljenja in komunikacije, sposobnost ustvarjanja predstavitev pa je temeljnega pomena za uspeh pri predmetu.

Problemske naloge so lahko tudi čiste matematične naloge, kot so naloge z numeričnimi ali algebrskimi izrazi, funkcijami, enačbami, geometrijskimi liki in telesi ali statističnimi nabori podatkov. Pri teh nalogah je matematična predstavitev problema že dana in učenci jo bodo morali pojasniti ali ustvariti ekvivalentni model, da bodo lahko rešili problem.

- **Določi:** Izbere ali prepozna učinkovite ali ustrezne operacije, strategije in orodja za reševanje problemskih nalog.
- **Izvede:** Sledi ustreznim strategijam in izvede operacije, da ustvari rešitev problema.
- **Predstavi:** Sestavi tabele ali oblikuje grafične prikaze, zamisli si in zapiše enačbe, neenakosti, geometrijske oblike ali diagrame, ki modelirajo problemsko situacijo in ustvari enakovredne predstavitve danega matematičnega elementa ali relacije.

Sklepanje

Matematično sklepanje pomeni logično, sistematično razmišljanje. Vključuje intuitivno in induktivno sklepanje, ki temelji na vzorcih in zakonitostih, ki jih je mogoče uporabiti za iskanje rešitev problemov. Dokaze o procesih sklepanja lahko najdemo v razlagi ali utemeljitvi metode reševanja ali v pojasnilih o razlogih za sprejemanje veljavnih sklepov iz danih informacij in predstavitev naloge. Sklepanje je nujno za analiziranje ali posploševanje matematičnih odnosov.

Čeprav učenec uporabi veliko kognitivnih veščin s kognitivne ravni sklepanja, ko razmišlja in rešuje zahtevnejše probleme, vsaka zase predstavlja dragocen rezultat matematičnega izobraževanja in ima širši vpliv na razvoj učenčevega mišljenja. Na primer, sklepanje vključuje sposobnost opazovanja in oblikovanja domnev. Vključuje tudi logično dedukcijo iz določenih predpostavk in pravil ter utemeljitve rezultatov.

- **Analizira:** Analizira, opiše ali uporabi relacije med števili, izrazi, količinami in oblikami.
- **Integrira:** Poveže različne elemente znanja, med seboj povezane predstavitve in postopke.
- **Posploši:** Oblikuje izjave, ki predstavljajo odnose v splošnejših in širše veljavnih pogojih.
- **Potrdi:** Zagotovi matematične argumente za podporo strategiji reševanja ali rešitvi.

Kontekstualne problemske naloge iz matematike

Prejšnja izhodišča TIMSS niso jasno določila poudarka, ki bi ga bilo treba dati reševanju kontekstualnih problemskih nalog. Reševanje problemov je bilo v preizkus znanja vključeno v obliki posameznih nalog v vsakem vsebinskem področju, to pomeni, da so bile nekatere naloge zastavljene v kontekstu. Vse naloge so vedno razvrščene v eno od treh kognitivnih ravni, poznavanje dejstev in postopkov, uporabo znanja ali sklepanje. Celoten preizkus znanja je sledil zahtevi, da je med 60 in 65 odstotkov nalog zahtevalo uporabo znanja in sklepanje v kontekstualnih problemskih nalogah.

Matematična izhodišča TIMSS 2023 določajo, da mora biti približno 85 odstotkov nalog v vsakem vsebinskem področju zastavljenih v obliki kontekstualne problemske situacije. To je skladno z drugimi vidiki izhodišč in jasno sporoča, da je reševanje problemov glavni cilj preverjanja znanja matematike v TIMSS in ni povezano samo z določenimi vsebinami. Konteksti nalog lahko segajo od preprostih ozadij do zahtevnejših zgodb, kot so na primer v RPR. Pomembno je tudi, da je vsaj 15 odstotkov nalog zastavljenih brez konteksta, da bi lahko preučili možne učinke bralne obremenitve kontekstualnih nalog na učence.

Naravoslovne vsebine

Naravoslovni preizkus TIMSS bo meril znanje več naravoslovnih poglavij, ki so nadalje razdeljena v posamezne vsebine, živo naravo (45 % točk), neživo naravo (35 % točk) in vede o Zemlji (20 % točk). Tudi naravoslovne naloge so razvrščene v po eno vsebinsko poglavje in eno kognitivno raven, ki najbolje opisujeta vsebino in pričakovano ali zahtevano vrsto učenčevega odziva, da pride do rešitve. Nekaterim vsebinam so dodane informativni opisi, ki pojasnjujejo konkretne vsebine za preverjanje v četrtem razredu, kot je ob »Povezavi glavne strukture živali z njihovimi funkcijami« navedeno še: »na primer, kosti podpirajo telo, pljuča jemljejo zrak, srce kroži kri, želodec prebavlja hrano, mišice premikajo telo«. V nekaterih primerih opisi označujejo obseg vsebine, ki je primerna za učence četrtega razreda, kakor je pri »Prepozna, da se snov lahko spremeni iz enega stanja v drugo s segrevanjem ali hlajenjem; opisujejo spremembe v stanju vode« dodano: »to je: taljenje, zmrzovanje, vrenje, izhlapevanje in kondenzacija«.

Živa narava

Študij naravoslovja v četrtem razredu daje učencem možnost, da izkoristijo svojo prirojeno radovednost in začnejo razumevati živi svet okoli sebe. V TIMSS 2023 je v živi naravi združenih pet vsebinskih poglavij:

- Značilnosti in življenjski procesi organizmov
- Življenjski krogi, razmnoževanje in dednost
- Organizmi, okolje in njihove interakcije
- Ekosistemi
- Zdravje ljudi

Do četrtega razreda naj bi učenci zgradili bazo znanja o splošnih značilnostih organizmov, kako delujejo in kako medsebojno sodelujejo z drugimi organizmi in z okoljem. Učenci bi morali poznati tudi temeljne naravoslovne koncepte, povezane z življenjskimi krogi, dednostjo in zdravjem ljudi, kar jim bo v višjih razredih omogočilo, da izpopolnijo razumevanje, kako deluje človeško telo.

Značilnosti in življenjski procesi organizmov

1. Razlike med živimi bitji in neživimi stvarmi ter kaj živa bitja potrebujejo za življenje:

- Prepozna in opiše razlike med živimi bitji in neživimi stvarmi (to so: razmnoževanje, rast in razvoj, odzivanje na dražljaje in umiranje; ve da tega nežive stvari ne morejo).
- Ugotovi, kaj živa bitja potrebujejo za življenje (to so: zrak, hrana ali hranila, voda in okolje, v katerem lahko živijo).

2. Telesne in vedenjske značilnosti glavnih skupin živih bitij:

- Primerja in razlikuje telesne in vedenjske značilnosti, ki določajo glavne skupine živih bitij (to so: žuželke, ptice, sesalci, ribe, plazilci in cvetoče rastline); razlikuje skupine živali s hrbtenico od skupin živali brez hrbtenice.
- Določi ali navede primere članov večjih skupin živih bitij (to je: žuželk, ptic, sesalcev, rib, plazilcev in cvetočih rastlin).

3. Funkcije glavnih struktur v živih bitjih:

- Poveže glavne strukture v živalih z njihovimi funkcijami (npr. kosti podpirajo telo, pljuča sprejemajo zrak, srce potiska kri v kroženje po telesu, želodec prebavlja hrano, mišice premikajo telo).
- Poveže glavne strukture rastlin z njihovimi funkcijami (to je: korenine sprejemajo vodo in hranila in zasidrajo rastlino, listi izdelujejo hrano, steblo podpira rastlino in prenaša vodo, hrano in hranila, cvetni listi privabljajo opraševalce, cvetovi proizvajajo semena, semena pa nove rastline).

Življenjski krogi, razmnoževanje in dednost

4. Stopnje življenjskih krogov in razlike med življenjskimi krogi običajnih rastlin in živali:

- Določite stopnje življenjskih krogov cvetočih rastlin (to je: kalitev, rast in razvoj, razmnoževanje in širjenje semen).
- Prepozna, primerja in razlikuje življenjske kroge znanih rastlin in živali (npr. drevesa, fižol, ljudje, žabe, metulji).

5. Strategije dedovanja in razmnoževanja:

- Pokaže, da ve, da se rastline in živali razmnožujejo z lastno vrsto, da dobijo potomce z lastnostmi, ki so zelo podobne lastnostim staršev; razlikuje med lastnostmi rastlin in živali, ki so podedovane od svojih staršev (npr. število cvetnih listov, barva cvetnih listov, barva oči, barva las), in tistimi, ki niso (npr. nekaj zlomljenih vej na drevesu, dolžina človeških las).
- Določi in opiše različne strategije, ki povečajo število preživetih potomcev (npr. rastlina, ki proizvaja veliko semen, sesalci, ki skrbijo za svoje mladiče).

Organizmi, okolje in njihove interakcije

6. Telesne značilnosti ali vedenja živih bitij, ki jim pomagajo preživeti v svojem okolju:

- Poveže telesna značilnosti rastlin in živali z okoljem, v katerem živijo, in opiše, kako jim te lastnosti pomagajo preživeti (npr. debelo steblo, voščena prevleka in globoka korenina pomagajo rastlini preživeti v okolju z malo vode; barva živali pomaga prikriti se pred plenilci).
- Poveže vedenje živali z okoljem, v katerem živijo in opiše, kako jim ta vedenja pomagajo preživeti (npr. selitev ali hibernacija pomaga živalim, da ostanejo žive, ko je hrane malo).

7. Odziv živih bitij na okoljske razmere:

- Prepozna in opiše, kako se rastline odzivajo na okoljske razmere (npr. količina razpoložljive vode, količina sončne svetlobe).
- Prepozna in opiše, kako se različne živali odzivajo na spremembe okoljskih razmer (npr. svetloba, temperatura, nevarnost); prepozna in opiše, kako se človeško telo odziva na spremembe okoljskih razmer in kako se odziva na telesno aktivnost (npr. telovadba).

8. Vpliv človeka na okolje:

- se zaveda, da ima človeško vedenje negativne in pozitivne učinke na okolje (npr. negativni učinki so onesnaženje zraka in vode, pozitivni učinki so zmanjšanja onesnaženosti zraka in vode); v splošnem opiše primere učinkov onesnaževanja na ljudi, rastline in živali.

Ekosistemi

9. Skupni ekosistemi:

- Poveže običajne rastline in živali (npr. zimzelena drevesa, žabe, leve) s njihovimi skupnimi ekosistemi (npr. gozdovi, ribniki, travniki).

10. Odnosi v preprostih prehranjevalnih verigah:

- Ve, da rastline potrebujejo (sončno) svetlobo, zrak in vodo, da zagotovijo energijo za življenjske procese (tj. rast in razvoj, gibanje in razmnoževanje); pojasni, da živali jedo rastline ali druge živali, da dobijo hrano, ki jo potrebujejo za oskrbo z energijo za življenjske procese (tj. rast in razvoj, gibanje in razmnoževanje).
- Dokonča model preproste prehranjevalne verige z uporabo običajnih rastlin in živali iz skupnih ekosistemov (npr. gozd, puščava, reka, ocean).
- Opiše vloge živih bitij v vsakem členu preproste prehranjevalne verige (npr. rastline proizvajajo svojo hrano; nekatere živali jedo rastline, druge živali jedo živali, ki jedo rastline).
- Prepozna običajne plenilce in njihov plen ter opiše njihove odnose.

11. Konkurenca v ekosistemi:

- Prepozna in pojasni, da nekatera živa bitja v ekosistemu tekmujejo z drugimi za potrebne vire (npr. hrana, svetloba, prostor).

Zdravje ljudi

12. Načini ohranjanja dobrega zdravja:

- Opiše vsakodnevno vedenje, ki spodbuja dobro zdravje (npr. uravnotežena prehrana, vadba, redno umivanje zob, dovolj spanja, nanašanje kreme za sončenje); prepozna običajno hrano, vire uravnotežene prehrane (npr. sadje, zelenjava, žita).
- Prenos pogostih nalezljivih bolezni poveže s stikom med ljudmi (npr. dotiki, kihanje, kašljanje); opredeli ali opiše nekatere metode preprečevanja prenosa bolezni (npr. cepljenje, umivanje rok, ohranjanje telesne razdalje od bolnih ljudi).

Neživa narava

V četrtem razredu učenci spoznajo, koliko fizikalnih pojavov, ki jih opazajo v svojem vsakdanjem življenju, je mogoče razložiti z razumevanjem konceptov fizike. Poglavja nežive narave, ki so del preizkusa TIMSS v četrtem razredu so:

- Razvrstitev in lastnosti snovi ter spremembe snovi
- Oblike energije in prenos energije
- Sile in gibanje

Učenci četrtega razreda morajo razumeti agregatna stanja snovi (trdno, tekoče in plin), pa tudi pogoste spremembe v stanju in obliki snovi. To predstavlja temelj za učenje kemije in fizike v višjih razredih. Na tej ravni bi morali učenci poznati običajne oblike in vire energije ter njihovo praktično uporabo ter razumeti osnovne pojme o svetlobi, zvoku, elektriki in magnetizmu. Učenje o silah in gibanju se osredotoča na razumevanje sil, ki so povezane z gibanjem. Učenci jih lahko opazijo kot učinek gravitacije ali pri potiskanju in vlečenju.

Razvrstitev in lastnosti snovi ter spremembe snovi

1. Stanja snovi in značilne razlike vsakega stanja:

- Prepozna in opiše tri stanja snovi (tj. trdna snov ima določeno obliko in prostornino, tekočina ima določeno prostornino, vendar ne določene oblike, plin pa nima niti določene oblike niti določene prostornine).

2. Fizikalne lastnosti kot osnova za razvrstitev snovi:

- Primerja in razvrsti predmete in snovi na podlagi fizikalnih lastnosti (npr. teža/masa, prostornina, stanje snovi, sposobnost prevajanja toplote ali elektrike, sposobnost plavanja ali potopitve v vodi, sposobnost privlačenja z magnetom). [Opomba: od učencev četrtega razreda se ne pričakuje, da razlikujejo med maso in težo.]
- Določi lastnosti kovin (to so: prevajanje električne energije in toplote) in jih poveže z lastnostmi uporabe kovin (npr. bakrena električna žica, železna posoda za kuhanje).
- Opiše primere zmesi in kako jih je mogoče fizično ločiti (npr. presejanje, filtriranje, izhlapevanje, magnetna privlačnost).

3. Magnetna privlačnost in odboj:

- Prepozna, da imajo magneti dva pola in da se enaka pola odbijata, nasprotna pola pa privlačita.
- Prepozna, da je mogoče z magneti pritegniti nekatere kovinske predmete.

4. Fizikalne spremembe v vsakdanjem življenju:

- Izkaže, da ve, pri katerih spremembah snovi ne nastane nova snov z drugačnimi lastnostmi (npr. raztapljanje, drobljenje aluminijaste pločevinke).
- Prepozna, da snov lahko spremeni stanje iz enega stanja v drugo s segrevanjem ali hlajenjem; opiše spreminjanja stanja vode (to so: taljenje, zmrzovanje, vretje, izhlapevanje in kondenzacija).
- Navede načine za povečanje hitrosti raztapljanja trdne snovi v določeni količini vode (to so: zvišanje temperature, mešanje in razbijanje trdne snovi na manjše koščke); razlikuje med šibkimi in močnimi koncentracijami enostavnih raztopin (npr. voda sladkana z eno proti dvema kockama sladkorja).

5. Kemijske spremembe v vsakdanjem življenju:

- Ugotovi, katere spremembe snovi ustvarjajo novo snov z drugimi lastnostmi (npr. razpadanje, gnitje hrane, gorenje, rjavenje).

Oblike energije in prenos energije

1. Pogosti viri in rabe energije:

- Prepozna vire energije (npr. sonce, tekoča voda, veter, premog, nafta, plin) in ve, da je energija potrebna za gibanje in transport, proizvodnjo, ogrevanje, razsvetlavo in napajanje elektronskih naprav.

2. Svetloba in zvok v vsakdanjem življenju:

- Poveže znane fizikalne pojave (tj. sence, odseve in mavrice) z obnašanjem svetlobe.
- Poveže znane fizikalne pojave (tj. vibrirajoče predmete in odmeve) z nastajanjem in obnašanjem zvoka.

3. Prenos toplote:

- Opiše, kaj se bo zgodilo, ko prideta v stik vroč in hladen predmet (to je: temperatura vročega predmeta se zniža, temperatura hladnega pa se poveča).

4. Električna in enostavni električni sistemi:

- Prepozna, da se lahko električna energija v vezju pretvori v druge oblike energije (npr. toplota, svetloba, zvok).
- Razloži, da preprosti električni sistemi (npr. svetilka) zahtevajo popolno (neprekinjeno) električno povezavo.

Sile in gibanje

5. Znanje sile in gibanje predmetov:

- Določi gravitacijo kot silo, ki vleče predmete na Zemljo.
- Ve, da lahko sile (to sta: potiskanje in vlečenje) povzročijo, da predmet spremeni svoje gibanje. Primerja učinke teh sil (potiskov in potegov) različnih velikosti v isti ali nasprotni smeri, ko delujejo na predmet; in ve, da sila trenja deluje proti smeri gibanja (npr. trenje, ki deluje proti potisku ali vleku, oteži premikanje predmeta vzdolž površine).

6. Preprosti stroji:

- Ve, da preprosti stroji (npr. ročice, jermenice, zobniki, rampe) pomagajo olajšati gibanje (npr. olajšati dvigovanje stvari, zmanjšati količino potrebne sile, spremeniti razdaljo, spremeniti smer sile).

Vede o Zemlji

Vede o Zemlji preučujejo Zemljo in njenega mesto v osončju. Vsebine preizkusa za četrti razred se osredotočajo na pojave in procese, ki jih učenci lahko opazujejo v svojem vsakdanjem življenju. Čeprav med državami ni enotnega dogovora, katere vsebine o Zemlji spadajo v naravoslovni kurikulum do četrtega razreda, tri poglavja vsebin v splošnem štejejo za pomembna, da jih četrtošolci razumejo, ko spoznavajo planet, na katerem živijo in njegovo mesto v vesolju:

- Fizikalne lastnosti Zemlje, viri in zgodovina
- Vreme in podnebje na Zemlji
- Zemlja v osončju

Za četrtošolce se pričakuje, da imajo nekaj splošnega znanja o strukturi in fizikalnih lastnostih zemeljskega površja in o uporabi najpomembnejših virov na Zemlji. Učenci bi tudi morali biti sposobni opisati nekatere zemeljske procese, ki jih opazijo iz različnih znakov in spremem in razumeti časovni okvir, v katerem so se takšne spremembe zgodile. Četrtošolci bi morali na osnovi opazovanja spreminjanja pogojev na Zemlji in na nebu tudi pokazati nekaj razumevanja o položaju Zemlje v sončnem sistemu.

Fizikalne lastnosti Zemlje, viri in zgodovina

1. Fizikalne značilnosti zemeljskega sistema:

- Pokaže, da ve, da je Zemljino površje sestavljeno iz kopnega sveta in vode v neenakih razmerjih (več vode kot kopnega) in je obdano z zrakom; opiše, kje se nahaja sladka in slana voda.

2. Zemeljski viri:

- Določi nekaj zemeljskih virov, ki se uporabljajo v vsakdanjem življenju (npr. voda, veter, prst, gozdovi, nafta, zemeljski plin, minerali).
- Pojasni pomen odgovorne uporabe obnovljivih in neobnovljivih virov Zemlje (npr. fosilna goriva, gozdovi, voda).

3. Zgodovina Zemlje:

- Pokaže, da ve, da veter in voda spreminjata zemeljsko pokrajino in da so nekatere značilnosti Zemljine površine (npr. gore, rečne doline) posledica sprememb, ki se dogajajo zelo počasi in dolgo časa.
- Pokaže, da ve, da nekatere ostanki (fosili) živali in rastlin, ki so živeli na Zemlji pred davnimi časi najdemo v kamninah; oblikuje preproste sklepe o spremembah na Zemljini površini iz nahajališč teh ostankov.

Zemljino vreme in podnebje

4. Vreme in podnebje na Zemlji:

- Uporabi znanje o spremembah stanja vode za opisovanje običajnih vremenskih dogodkov (npr. nastanek oblakov, nastanek rose, izhlapevanje luž, sneg, dež).
- Opiše, kako se vreme (to so: dnevne spremembe temperature, vlažnosti, padavin v obliki dežja ali snega, oblakov in vetra) lahko razlikuje glede na geografsko lokacijo.
- Opiše, kako se lahko povprečna temperatura in padavine spreminjajo glede na letni čas in lokacijo; izkaže, da ve, da se je povprečna temperatura na Zemlji v zadnjem stoletju nekoliko zvišala in pozna učinke tega povečanja na fizikalne značilnosti Zemlje (npr. gladina oceana se je zvišala, ledeniki se topijo, reke so usahnile, puščave so se povečale).

Zemlja v Osončju

5. Telesa v Osončju in njihovo gibanje:

- Osončje opiše kot Sonce in planete, ki krožijo okoli njega; ve, da ima Zemlja luno, ki kroži okoli nje in da Luno skozi mesec opazovanja z Zemlje vidimo v različnih oblikah

6. Zemljino gibanje in z njim povezani pojavi, ki jih opazimo na Zemlji:

- Pojasni, kako sta dan in noč povezana z dnevnim vrtenjem Zemlje okoli svoje osi in uporabi spreminjanje videza senc čez dan kot dokaz te rotacije.
- Izkaže, da ve, da so letni časi na Zemljini severni in južni polobli povezani z Zemljinim letnim gibanje okoli Sonca (in nagibom Zemljine osi).

Naravoslovne kognitivne ravni

Kognitivne ravni opisujejo tri skupine miselnih procesov, ki jih naloge v TIMSS 2023 pričakujejo od učencev. Prva raven, poznavanje dejstev, obravnava učenčevu sposobnost, da se spomni, prepozna, opiše in navede primere dejstev, konceptov in postopkov, ki so potrebni za trdne temelje naravoslovnega znanja. Druga raven, uporaba znanja, se osredotoča na uporabo tega znanja za primerjanje, razlikovanje in razvrščanje skupin predmetov ali snovi, povezovanje znanja o naravoslovnih konceptih v danih kontekstih, pojasnjevanje in reševanje praktičnih problemov. Tretja

raven, naravoslovno sklepanje, vključuje uporabo dejstev, opazovanj in naravoslovnega razumevanja za analiziranje, združevanje in posploševanje, pogosto v neznanih situacijah in zahtevnejših kontekstih.

Deleži pozornosti do vsake ravni so ponovno izraženi v deležih točk, ki jih prinesejo naloge, vključene v vsako raven od vseh možnih točk za vse naravoslovne naloge v raziskavi. Poznavanje dejstev in uporaba znaja zajemata po 40 % vseh možnih točk, sklepanje pa 20 %. V nadaljevanju so kognitivni odzivi učencev na naloge vsake ravne natančneje opredeljeni za primere reševanje naravoslovnih nalog.

Poznavanje dejstev

Naloge na tem področju ocenjujejo znanje študentov o dejstvih, odnosih, procesih, konceptih in opremo. Natančno in široko zasnovano dejansko znanje tvori temelj, na katerega se lahko študenti oprejo da se uspešno vključijo v bolj zapletene kognitivne dejavnosti, ki so bistvene za znanstveno podjetje. Pričakuje se, da v odziv na naloge poznavanja dejstev učenec stori naslednje:

- **Prepozna** in navede dejstva, odnose in koncepte; prepozna značilnosti ali lastnosti določenih organizmov, snovi in procesov; določi ustrezno uporabo raziskovalne opreme in postopke; ter prepozna in uporablja znanstveni besednjak, simbole, okrajšave, enote in merske skale.
- **Opiše** ali določi opise lastnosti, struktur in funkcij organizmov in snovi ter odnosov med organizmi, snovmi ter procesi in pojavi.
- **Navede primere** ali prepozna primere organizmov, snovi in procesov, ki imajo določene značilnosti; in pojasni izjave o dejstvih ali konceptih z ustreznimi primeri.

Uporaba znanja

Naloge te ravni od učencev zahtevajo uporabo znanja o naravoslovnih dejstvih, odnosih, procesih, konceptih, opremi in metodah v okoliščinah, ki so pogoste pri poučevanju in učenju naravoslovja. Pričakuje se, da v odziv na naloge uporabe znanja učenec stori naslednje:

- **Primerja/ razlikuje/ razvrsti:** Ugotovi ali opiše podobnosti in razlike med skupinami organizmov, snovi ali procesov. Razlikuje, razvrsti ali uredi posamezne predmete, snovi, organizme in procese po značilnostih ali lastnostih.
- **Povezuje:** Znanje o temeljnem znanstvenem konceptu poveže z opazovanim ali ugotovljeno lastnostjo, vedenjem živih bitij ali uporabo predmetov, organizmov in snovi.
- **Interpretira modele:** Uporabi diagram ali drug model za prikaz naravoslovnega znanja o konceptih, da ponazori proces, cikel, razmerje ali sistem ali najde rešitev naravoslovne naloge.
- **Interpretirajte informacije:** Uporabi znanje o znanstvenih konceptih za razlago ustreznega besedila, tabelarne, slikovne in grafične informacije.
- **Pojasni:** Oblikuje ali prepozna razlago opazovanja ali naravnega pojava z uporabo znanstvenega koncepta ali načela.

Sklepanje

Naloge te ravni od učencev zahtevajo, da se poglobijo v sklepanje: da analizirajo podatke in druge informacije, oblikujejo zaključek in razširijo svoje razumevanje na nove situacije. Znanstveno sklepanje zajema tudi postavljanje hipotez ter oblikovanje znanstvenih modelov in načrtovanje raziskovanja. V nasprotju s prevladujočo neposredno uporabo naravoslovnih dejstev in konceptov v nalogah ravni uporabe znanja, imajo lahko naloge z ravni sklepanja manj pogoste ali bolj zapletene kontekste.

Odgovarjanje na takšne naloge lahko zahteva več kot en pristop ali strategijo. Naslednji predvideni odzivi učencev na naloge sklepanja natnačnejši opisujejo širino preverjanja znanja te kognitivne ravni. Pričakuje se, da v odziv na naloge sklepanja učenec stori naslednje:

- **Napove:** oblikuje vprašanja, na katera je mogoče odgovoriti s preiskavo in napove rezultate preiskave glede na njeno zasnovo; uporabi znanstvene dokaze in konceptualno razumevanje, da napove učinke sprememb v bioloških ali fizikalnih pogojih ali izide dinamičnih situacij; določi preverljive predpostavke na podlagi konceptualnega razumevanja in znanja iz izkušenj, opazovanja in/ali analize znanstvenih informacij.
- **Ustvari:** razvije modele; načrtuje preiskave ali postopke, ki so primerni za odgovarjanje na znanstvena vprašanja ali preverjanje hipotez; opiše ali prepozna značilnosti dobro zasnovanih preiskav v smislu spremenljivk, ki jih je treba meriti in kontrolirati, ter relacij med vzroki in učinki; oblikuje načrt, ki uporablja znanstvena načela in ustrezne tehnologije, da reši problem.
- **Vrednoti:** presodi in oceni alternativne razlage; pretehta prednosti in pomanjkljivosti, ko se odloča za alternativne postopke in materiale; ovrednoti modele glede na njihove prednosti in omejitve; oceni rezultate preiskav glede na zadostnost podatkov, da podprejo zaključke; in presodi in oceni zasnovane načrte v smislu kriterijev uspešnosti in omejitvi.
- **Zaključuje:** izdelava veljavne sklepe na podlagi opažanj ali izsledkov in/ali razumevanja znanstvenih konceptov; in izpelje primerne zaključke, ki odgovorijo na vprašanja ali hipoteze in dokaže razumevanje vzroka in posledice.
- **Analizira:** prepozna elemente znanstvenega problema in uporabi ustrezne informacije, koncepte, odnose in podatkovne vzorce, da odgovori na vprašanja in reši probleme.
- **Povezuje:** odgovori na vprašanja, ki zahtevajo premislek o številnih različnih dejavnikih ali povezanih konceptih.
- **Posploši:** izpelje splošne zaključke, ki presegajo eksperimentalne ali dane pogoje; uporabi zaključke v novih situacijah.
- **Dokaže:** uporabi izsledke in znanstveno razumevanje, da podpre razumnost razlag, rešitev problemov in zaključkov iz preiskav.

Naravoslovno raziskovanje v TIMSS 2023

Leta 2023 bo naravoslovni preizkus TIMSS preveril tudi poznavanje ključnih praks naravoslovnega raziskovanja. Te zajemajo veščine iz vsakdanjega življenja in učenja v šoli, ki jih učenci uporabljajo na sistematičen način pri naravoslovnem raziskovanju in izvajanju eksperimentov in so temeljne za vse naravoslovne discipline. V sedanjih učnih načrtih, standardih in učnih ciljih mnogih držav je vedno večji poudarek na naravoslovnih spretnostih in veščinah naravoslovnega raziskovanja (Kelly, Centurino, Martin in Mullis, 2020). Prakse naravoslovnega raziskovanja so bistvene, da se učenci naučijo in razumejo naravoslovne koncepte ter razumejo in cenijo naravo znanosti in naravoslovnega znanja.

Naravoslovne spretnosti so že po svoji naravi močno povezane z naravoslovnimi vsebinami, ki so del TIMSS, jih zato ni mogoče preveriti ločeno. Nekatere naloge naravoslovnega preizkusa TIMSS bodo preverile eno ali več pomembnih naravoslovnih spretnosti hkrati z vsebinami, določenimi v izhodiščih

TIMSS in miselnimi procesi, določenih s kognitivnimi ravni. Vendar pa se bodo naravoslovne spretnosti predvsem merile z daljšimi naravoslovnimi kontekstualnimi problemskimi situacijam (RPR). Učenci bodo soočeni z obsežnejšim raziskovanjem in poizvedovanjem, pri tem pa bodo uporabili eno ali več naravoslovnih spretnosti.

TIMSS 2023 preverja znanje praks naravoslovnega raziskovanja skozi vsebine naravoslovnih nalog, ki jih določajo izhodišča TIMSS in opisi kognitivnih ravni. Čeprav so te prakse v nadaljevanju predstavljene kot urejen seznam, zapletenost naravoslovnega raziskovanja zahteva, da so najpogosteje uporabljene nelinearno in izvedene s ponovitvami.

Raziskovalna praksa 1: Postavljanje vprašanj na podlagi opazovanj in teorij

Opazovanja pojavov v naravnem svetu, če jih obravnavamo skupaj z znanstvenimi teorijo, pogosto vodijo do znanstvenih vprašanj. Ta vprašanja se uporabljajo za oblikovanje testnih hipoteze, ki usmerjajo razvoj raziskav, ki naj bi pomagale odgovoriti nanje.

Raziskovalna praksa 2: Načrtovanje preiskav in pridobivanje dokazov

Preizkušanje hipotez zahteva načrtovanje in izvajanje sistematičnih preiskav in in nadzorovanih eksperimentov, da bi pridobili dokaze, ki bi podprli ali ovrgli hipotezo. Znanstveniki ustvarjajo modele, da povežejo svoje teorije z lastnostmi, ki jih je mogoče opazovati ali izmeriti, da bi določili dokaze, ki jih je treba zbrati, opremo in postopke, potrebne za zbiranje dokazov in meritve, ki jih je treba zabeležiti. Odločajo se o dejavnikih, ki jih bodo vključili in izključili iz svojih modelov.

Raziskovalna praksa 3: Delo s podatki

Ko so podatki zbrani, jih znanstveniki povzamejo v različnih oblikah prikazov in opišejo ali interpretirajo vzorce v podatkih in raziščejo odnose med spremenljivkami.

Raziskovalna praksa 4: Odgovarjanje na raziskovalna vprašanja

Znanstveniki uporabljajo dokaze in izsledke iz opazovanj in raziskav, skupaj s svojimi teorijami in modeli, da podprejo ali ovrežejo hipoteze in odgovorijo na vprašanja. Prepoznajo tudi omejitve svojih raziskav, dokazov in odgovorov.

Raziskovalna praksa 5: Oblikovanje argumentov iz dokazov

Znanstveniki uporabljajo dokaze skupaj z znanstvenim znanjem, da ustvarijo razlage, utemeljijo in podprejo razumnost svojih razlag in sklepov ter razširijo svoje zaključke na nove situacije.

TIMSS preverja znanje praks naravoslovnega raziskovanja predvsem z naravoslovnimi nalogami vrste RPR, v katerih učenci opravijo večje preiskave in poizvedbe ter se pri tem ukvarjajo z eno ali več znanstvenimi praksami. Vendar pa lahko redne naloge TIMSS tudi vključujejo eno ali več praks naravoslovnega raziskovanja.

Vir

Kelly, D.L., Centurino, V., Martin, M.O., in Mullis, I.V. S. (Ur.) (2020). *TIMSS 2019 Enciklopedija: Izobraževalne politike in učni načrte matematike in naravoslovja* (v angl. jeziku). Boston College, TIMSS & PIRLS Mednarodni raziskovalni center, <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/encyclopedia/>

Ozadje poučevanja in učenja

Uvod

Poleg merjenja trendov matematičnih in naravoslovnih dosežkov učencev TIMSS zbira pomembne informacije o okoliščinah učenja in pridobivanja znanja. Raziskave izobraževanja, tudi prejšnje izvedbe TIMSS, že dolgo dokazujejo vsebinsko povezanost med učnimi okolji in dosežki učencev po državah. Učenci z več priložnostmi za učenje in večjo podporo učnega okolja dosledno dosegajo višje znanje matematike in naravoslovja. Čeprav se posamezni dejavniki spreminjajo, še posebej z uvajanjem novih tehnoloških orodij in pristopov k digitalnemu učenju, ostajajo te povezave stabilne skozi čas.

Prejšnje izvedbe TIMSS so prinesle kakovostne meritve znanja matematike in naravoslovja med učenci četrtega in osmega razreda ter obsežne informacije o izkušnjah učencev z učenjem v šoli in zunaj nje, ki so se izkazali za pomemben vir raziskovanja o izboljšanju matematičnega in naravoslovnega izobraževanja. TIMSS 2023 izhaja iz preteklih izkušenj, zato zbira informacije o dejavniki učnega okolja, ki so ostali pomembni skozi čas, obenem pa obravnava nova področja poučevanja in izobraževalnih politik.

Izhodišča TIMSS 2023 v splošnem opisujejo informacije, ki bodo zbrane v TIMSS 2023. Vsebinska izhodišča obravnavajo vsebine preizkusov znanja, pričujoča izhodišča pojasnjevalnih dejavnikov pa zbiranje informacij, ki bodo pojasnjevale razlike v znanju med učenci in prispevale k razumevanju okoliščin učenja. Začnejo se s pregledom vprašalnikov in kratkim povzetkom procesa njihovega razvoja, sledi pa opis metodologije priprave lestvic kazalcev za TIMSS 2023. Podobno kot v prejšnjih izvedbah TIMSS, izhodišča pokrivajo pet področij: okoliščine učenčevega doma, šolske in razredne okoliščine, karakteristike učencev in sistemske, nacionalne politike.

Instrumenti za zbiranje podatkov

Raziskava TIMSS 2023 vključuje aplikacijo štirih vprašalnikov:

- Vprašalnik o zgodnjem učenju izpolnijo starši ali primarni skrbniki učencev četrtega razreda, ki sodelujejo v TIMSS 2023. Vprašalnik zbira informacije o domačem okolju učencev, udeležbo v zgodnjem izobraževanju ali vrtcu, o zgodnjem opismenovanju in matematičnih dejavnostih, jezikih, ki se govorijo doma, ter izobrazbi in poklicu staršev ali skrbnikov. Izpolnjevanje vprašalnika traja približno 20 minut.
- Šolski vprašalnik izpolni ravnatelj vsake sodelujoče šole v vzorcu TIMSS 2023. Ta vprašalnik zbira podatke o značilnostih šole, demografiji učencev in šolskih virih. Izpolnjevanje vprašalnika traja približno 30 minut.
- Vprašalnik za učitelje izpolnijo razredni učitelji četrtošolcev, ki v svojih razredih učijo tako matematiko kot naravoslovje. Ta vprašalnik sprašuje o pogojih poučevanja, pristopih k poučevanju, integraciji tehnologije in naboru poučevanih vsebin, kot tudi po značilnostih učitelja, stališčih, njegovem izobraževanju, zadovoljstvu s poklicem in strokovnem razvoju. Izpolnjevanje vprašalnika traja približno 35 minut.
- Vprašalnik za učence izpolnijo vsi sodelujoči učenci četrtega razreda v TIMSS 2023 po pisanju preizkusa znanja iz matematike in naravoslovja. Ta vprašalnik zbira informacije o domačem

okolju učencev, kot so domači viri za učenje, o izkušnjah učencev v šoli (npr. občutek šolske pripadnosti, odnos z vrstniki) in stališčih do učenja matematike in naravoslovja. Izpolnjevanje vprašalnika traja do 30 minut.

Poleg štirih zgoraj opisanih vprašalnikov TIMSS 2023 zagotovi, da vsaka sodelujoča država predstavi pregledne informacije o sistemskih dejavnikih, ki so povezani z matematičnim in naravoslovnim izobraževanjem. Kot pri prejšnjih izvedbah TIMSS, predstavniki vseh držav skupaj pripravijo enciklopedijo TIMSS 2023. Vsaka država izpolni vprašalnik o nacionalnem kurikulumu in prispeva avtorsko poglavje za enciklopedijo, ki širše opiše osnovne značilnosti matematičnega in naravoslovnega izobraževanja na nacionalni ravni.

Razvoj vprašalnikov

Vprašalniki TIMSS se osredotočajo na politično pomembne in spreminjajoče se karakteristike učencev in učnih okoliščin, ki lahko pomagajo pri interpretaciji matematičnih in naravoslovnih dosežkov znotraj in med državami. Čeprav je TIMSS raziskava trendov z znanju in okoliščinah učenja, so vodstvo raziskave TIMSS, njen Odbor za pregled dejavnikov in nacionalni koordinatorji raziskave v medsebojnem sodelovanju posodobili vprašalnike iz prejšnjih izvedb in pripravili sodobne različice za TIMSS 2023. Dodali so nove teme, izboljšali meritev obstoječih kazalcev in odstranili vsebine, ki niso več aktualne.

Ustvarjanje lestvic za posamezne kazalce

Od leta 2011 se v TIMSS uporablja metoda teorije odziva na postavke (IRT- Item respons Theory) za izračun lestvic kazalcev, ki so povezani z matematičnimi in naravoslovnimi dosežki učencev. Lestvice tako povzemajo odgovore na več določenih vprašanj iz vprašalnikov in bolj zanesljivo poročajo o okoliščinah, kot bi odgovori na posamezna vprašanja ločeno. Tudi izračuni povezav z dosežki so statistično bolj zanesljivi. Vsi štirje vprašalniki TIMSS 2023 (za starše, šolo, učitelje in učence) prispevajo vsak k izračunu več lestvic. V vsaki izvedbi se metodologija izpopolnjuje, da so vsebinske in merske značilnosti lestvic vse boljše. V TIMSS 2023 bomo izračunali invariantnost lestvic med državami, uporabili bolj kompleksen model za uravnoteženje lestvic in v poročanje vključili večrazsežen pristop, ki bo bolje zajel medsebojno povezanost posameznih spremenljivk, merjenih z vsako lestvico. Kazalci, ki jih TIMSS 2023 namerava meriti z uporabo lestvic, so v nadaljevanju navedeni skupaj z imeni predvidenih lestvic.

Domače okolje

Domači viri za učenje

Socialnoekonomski status staršev ali skrbnikov se tradicionalno povezuje z ucnim uspehom (3,4,5), tako v bolj kot manj razvitih državah, razkoraki pa so se v zadnjih nekaj desetletjih povečali (6,7). Socialnoekonomski status je težko merljiv kazalec, zato ga raziskave pogosto prikazujejo s pomožnimi spremenljivkami, stopnjo izobrazbe in poklicem staršev. TIMSS ta klasični pristop širi z zbiranjem informacij o različnih virih za učenje, ki so na voljo doma, kot so število knjig, miren prostor za šolsko delo, dostop do interneta in različnih digitalnih naprav.

Za učence četrtega razreda TIMSS zbira in povzema informacije o domačih virih z lestvico domači viri za učenje, ki je ustvarjena iz odgovorov na posamezna vprašanja v vprašalnikih za starše in učence.

Jezik(i), ki se govorijo doma

Veliko razlogov je, da otroci doma govorijo drug jezik, kot je jezik pouka v šoli. Nekatere države imajo več nacionalnih jezikov. Možno je tudi, da družine priseljencev ne znajo nacionalnega jezika. Nekateri starši cenijo večjezičnost in svoje otroke namerno izpostavljajo več kot enemu jeziku doma. Učenje matematike ali naravoslovja v jeziku, različnem od tistega, ki se primarno govori doma, je lahko za učence težko, ker se hkrati z novo snovjo učijo tudi neznani jezik (8, 9). Za učence četrtega razreda se v raziskavi TIMSS zbira podatke o jeziku(-ih), ki se govorijo doma, tako v vprašalniku za starše kot v vprašalniku za učence.

Pričakovanja o nadaljnjem izobraževanju

Starši in skrbniki imajo pričakovanja glede izobrazbe svojih otrok. Odrasli igrajo ključno vlogo pri postavljanju izobraževalnih ciljev in dvigovanju zavesti o pomembnosti šolanja svojih otrok (10, 11). Raziskave so pokazale pozitivne odnose med izobraževalnimi pričakovanji in učnim uspehom na različnih ravneh šolanja (12, 13, 14). TIMSS zbira podatke starševih pričakovanj o najvišji doseženi izobrazbi otroka v vprašalniku za starše.

Izkušnje zgodnjega učenja

Zgodnje opismenjevanje in matematika s starši

Več raziskav je dokazalo pomen učnih dejavnosti v zgodnjem otroštvu in njihovo povezanost s kasnejšim učenčevim znanjem in drugimi izobraževalnimi dosežki (15, 16, 17, 18). Zgodnje matematične dejavnosti doma lahko vplivajo na kasnejšo matematično uspešnost ne le neposredno, ampak tudi z izboljševanjem samoučinkovitosti učencev pri matematiki (19). Vključevanje otrok v zgodnje računske dejavnosti lahko spodbudi tudi njihovo zanimanje za matematiko in izboljšanje razvoja računskih veščin (20, 21). Opravljene analize izmerjenega znanja v TIMSS in bralne pismenosti v raziskavi PIRLS so pokazale, da so tako zgodnje matematične kot tudi opismenjevalne dejavnosti povezane z otrokovo uspešnostjo v četrtem razredu pri matematiki, naravoslovju in branju (22). Povezavo med matematičnimi in naravoslovnimi dosežki z bralno pismenostjo je mogoče pripisati dejstvu, da učenčevo razumevanje matematičnih in naravoslovnih nalog običajno zahteva branje (23). TIMSS zbira in povzema informacije o zgodnjih dejavnostih opismenjevanja in računskih spretnosti doma z lestvico zgodnjega opismenjevanja in računanja pred vstopom v osnovno šolo. To dopolnjuje z informacijami o tem, koliko so učenci znali ob vstopu v šolo po presoji staršev. Oboje je del vprašalnika za starše.

Predšolsko izobraževanje

Raziskave so pokazale pomen predšolske vzgoje (npr. jaslice, vrtec) pri vplivu na kasnejše učne uspehe (24, 25). Kakovostna predšolska vzgoja v zgodnjem otroštvu lahko še posebej koristi otrokom iz socialnoekonomskih prikrajšanih okolij (26, 27). TIMSS zbira informacije o vrstah predšolskih izobraževalnih programov, v katere so bili vključeni učenci, pa tudi trajanje njihove vključitve v vprašalniku za starše.

Pandemija COVID-19

Zaprtje šole in ostajanje doma

Pandemija COVID-19 je bila velika motnja v izobraževalnih izkušnjah učencev in TIMSS si prizadeva zbrati nekaj informacij o pouku, ki so ga učenci zamudili ob zaprtju šol zaradi COVID-19.

Starši navedejo, koliko časa v različnih šolskih letih (začetek s šolskim letom 2019 – 2020) je moral njihov otrok zaradi pandemije ostati doma.

Učenje na domu

TIMSS nadalje želi tudi zbrati tudi informacije o posebnih učnih virih, ki so bili na voljo četrtišolcem, ko so bili doma zaradi pandemije COVID-19. Sem štejemo vire, ki jih je šola njihovega otroka zagotovila med pandemijo. Starše vpraša tudi, če so zagotovili posebne učne vire za svojega otroka in o vplivu pandemije COVID-19 na otrokov napredek pri pouku.

Šolsko okolje

Značilnosti šole: Velikost in geografska lokacija

Mednarodno se šole razlikujejo po velikosti in se nahajajo na različnih geografskih območjih (npr. mestnem, primestnem, podeželskem). Manjše šole lahko zagotovijo bolj intimna učna okolja, kar je lahko koristno za učence (28). Manjše šole na podeželju se lahko soočajo s posebnimi izzivi, kot so npr. nižji proračuni in težave pri zaposlovanju visokokvalificiranih učiteljev; vendar se po virov podeželske šole še vedno precej razlikujejo. (29, 30, 31) Odvisno od države, lahko imajo šole v mestnih ali primestnih območjih dostop do več izobraževalnih virov zunaj šole (npr. muzeji, knjižnice, knjigarne), kot šole na podeželju. TIMSS pridobi informacije o velikosti šole in geografskem območju preko vprašalnika za ravnatelje.

Socio-ekonomsko ozadje učencev

Razmerje med socio-ekonomsko situacijo učencev v šoli in dosežki posameznih učencev je predmet stalnega zanimanja že od Colemanovega poročila (32, 33, 34). Obstajajo dokazi, da lahko učenci iz prikrajšanih okolij dosežejo višje znanje, če obiskujejo šole, kjer je večina učencev iz privilegiranih okolij. To nekateri pripisujejo učinku vrstnikov (35, 36, 37).

Jeziki, ki se govorijo v šoli

Šole se razlikujejo po svoji jezikovni raznolikosti. Učenci, ki so jim primarni jeziki drugi, kot so jeziki poučevanja, lahko potrebujejo dodatno podporo in vire za doseganje učnega uspeha. Šole se razlikujejo v virih in podpori, ki jim jo nudijo.

Podatke o odstotku učencev, ki jim je jezik preizkusa znanja TIMSS tudi materni jezik, TIMSS pridobi z vprašalnikom za šolo.

Pismenost in veščine računanja ob vstopu v šolo

Učenci, ki kažejo ob vstopu v prvi razred osnovne šole že nekatere veščine pismenosti in zgodnjega matematičnega znanja, imajo močnejše temelje za formalno matematično in naravoslovno izobraževanje. V vprašalniku za šolo TIMSS 2023 se ravnatelje prosi, naj ocenijo, kakšen je delež učencev, ki ob vstopu v prvi razred znajo opraviti različne naloge pismenosti in računanja, kot so branje besed ali stavkov, prepoznavanje zapisanih števil in preprosto seštevanje in odštevanje. Te informacije, ko so zbrane z vseh šol, tvorijo mednarodno primerljivo lestvico »znanje pismenosti in zgodnjih matematičnih spretnosti učencev ob vstopu v osnovno šolo.

Šolski viri za poučevanje matematike in naravoslovja

Ustrezni prostori in zadostni učni viri so pomembni za ohranjanje ugodnega šolskega učnega okolja (40). Čeprav je »ustreznost« virov lahko relativna, se je pokazalo, da sta razpoložljivost in kakovost šolskih virov ključnega pomena za uspešen pouk (41, 42). Pomembni viri vključujejo vzdrževane šolske prostore, usposobljeno osebje in dostop do ustrezne tehnologije (npr. računalniki, tablice, programska oprema) za poučevanje.

TIMSS ločuje šolske vire na splošne in specifične za posamezne predmete. Zbira informacije o splošnih virih, kot so šolske zgradbe in učilnice in njihova oprema, kot tudi o virih, specifičnih za poučevanje matematike in naravoslovja. Ti predmetno specifični viri zajemajo učitelje s specializiranim znanjem iz matematike ali naravoslovja, ustrezne knjižnične vire za matematiko in naravoslovje, ter material za izvajanje praktičnih naravoslovnih poskusov ali raziskovanja. Zbrani podatki prispevajo k lestvicama omejitve pouka zaradi pomanjkanja virov za matematiko po poročanju ravnateljev in omejitve pouka zaradi pomanjkanja virov za naravoslovje po poročanju ravnateljev.

Pozornost šole do učne uspešnosti

Šolsko vzdušje, ki odraža akademska pričakovanja in pozornost do uspeha učencev, lahko pozitivno prispeva k splošnemu šolskemu vzdušju in akademskim dosežkom (43, 44, 45). Takšno vzdušje je posledica splošne pozornosti do znanja, kolektivne učinkovitosti pri spodbujanju akademske uspešnosti in zaupanje med šolo, osebjem, učenci in starši (46, 47).

TIMSS zbira informacije o pozornosti šole do akademske uspešnosti prek vprašalnikov za šole in učitelje, te informacije pa povzema v lestvicah pozornost šole do akademske uspešnosti po poročanju ravnateljev in ločeno po poročanju učiteljev.

Pozornost šole do poučevanja matematike in naravoslovja

Šole se lahko razlikujejo po stopnji pozornosti do poučevanja in učenja matematike in naravoslovja. Nekatere šole lahko ponudijo posebne spobude za večanje zanimanja učencev za matematiko in naravoslovje, kot so pošolske dejavnosti ali predstavitev poklicev, ki uporabljajo matematiko in naravoslovje. Podatke o tovrstnih pobudah TIMSS zbira preko vprašalnika za šolo.

Zadovoljstvo in izzivi pri delu učiteljev

Spodbujanje zadovoljstva učiteljev pri delu je pomembno za ohranjanje usposobljenih učiteljev v poklicu (48). Raziskave so pokazale, da so učitelji, ki ostanejo predeni delu v razredu, pogosto motivirani za sodelovanje s kolegi, dobro sodelujejo z vodstvom in imajo dobre odnose z učenci (49, 50, 51). Nasprotno pa lahko izzivi, s katerimi se srečujejo, učitelje lahko pripeljejo do tega, da zapustijo poklic ali zmanjšajo kakovost poučevanja. Izzivi so številčno veliki razredi, pomanjkanje časa za načrtovanje pouka ali prezahtevno sledenje spremembam učnega načrta.

TIMSS zbira informacije o zadovoljstvu učiteljev z lestvico učiteljevega zadovoljstva z delom. Nekaj vprašanj v vprašalniku za učitelje od njih pričakuje, da poročajo, do kolikšne mere se soočajo z različnimi izzivi.

Učenčev občutek pripadnosti šoli

Ugotovljeno je bilo, da učenčev občutek pripadnosti šoli, imenovan tudi povezanost s šolo, prispeva k splošnemu dobremu počutju in učnim dosežkom (52, 53, 54). Učenci z močnim občutkom pripadnosti šoli se v šoli počutijo varne, uživajo v šoli in imajo dobre odnose s svojimi učitelji in vrstniki.

TIMSS zbira podatke o občutku učenčevske pripadnosti šoli s pomočjo lestvice občutek učenčeve pripadnosti šoli v vprašalniku za učence.

Odnos staršev do šole njihovih otrok

Starši in skrbniki lahko različno občutijo šolo svojih otrok, čeprav raziskave kažejo, da so mnogi zadovoljni s šolami, ki jih obiskujejo njihovi otroci (55, 56). TIMSS zbira te podatke za četrti razred prek lestvice odnos staršev do otrokove šole.

Šolska disciplina in varnost

Šolska varnost je pomemben predpogoj za uspešnost učencev v mnogih državah (57, 58). Spoštovanje med učenci in učitelji, varno in urejeno okolje ter konstruktivni odnosi med učitelji in vodstvom šole so povezani z višjimi dosežki učencev (59, 60). Raziskave kažejo, da imajo ljudje na šolah, kjer so pravila jasna in se pravično izvajajo, običajno občutek večje discipline in varnosti (61).

TIMSS zbira informacije o oceni šolske discipline in varnosti od ravnateljev in učiteljev četrtega razreda. Ti podatki so povzeti na lestvici šolska disciplina po poročanju ravnateljev in varna in urejena šola po poročanju učiteljev.

Nasilje med učenci

Nasilje je edinstven vidik šolske varnosti, saj vključuje ponavljajoče se agresivno vedenje, katerega namen je ustrahovati ali škodovati učencem. Lahko ima različne oblike, tako psihične kot fizične, in se lahko pojavi osebno ali virtualno. Kibernetško trpinčenje prek spletnih iger in družabnih medijev postaja bolj razširjeno, saj se je dostop otrok do digitalnih naprav povečal (62, 63, 64). Osebno doživljanje ali kibernetško nasilje povzroča stisko žrtvam in je povezano z njihovimi slabšimi učnimi dosežki (65, 66, 67).

TIMSS zbira podatke o pogostosti izpostavljenosti nasilju med učenci četrtega razreda in te podatke povzema na lestvici izpostavljenost nasilju med učenci.

Ravnateljeva usposobljenost in izkušnje

Ravnatelji vodijo delo v šolah, tako da nadzorujejo šolsko osebje, učence in šolsko okolje. Raziskave so pokazale, da lahko močno ravnateljevo vodenje spodbudi boljše učne dosežke učencev, ko doseže kolektivno učinkovitost z ustvarjanjem pozitivne šolske klime in zaupanja med učitelji (68, 69). Hitro menjavanje ravnateljev pa lahko po drugi strani pripelje do nižanja dosežkov učencev (70, 71).

TIMSS zbira podatke o ravnateljevi usposobljenosti in izkušnjah s šolskim vprašalnikom.

Pandemija COVID-19: Zaprtje šole in učenje na daljavo

Cilj TIMSS 2023 je tudi zbiranje informacij o učinkih pandemije COVID-19 na šolski ravni. Ravnatelje prosimo, da navedejo, kako dolgo so bile njihove šole v določenih šolskih letih (začetek s šolskim letom 2019–2020) zaradi pandemije popolnoma zaprte za fizični pouk. Prosimo jih tudi, da navedejo, ali so bili v tem času učencem in učiteljem zagotovljeni posebni viri in orodja za učenje na daljavo.

Razredno okolje

Usposobljenost in izkušnje učiteljev

Kakovostno usposabljanje učiteljev je ključnega pomena za učinkovito poučevanje (72). Predmetno specifično znanje učiteljev lahko v povezavi z njihovimi pedagoškimi veščinami pozitivno

vpliva na uspehe učencev (73). Prav tako so za usposobljenost učiteljev pomembne izkušnje, še zlasti v prvih letih poučevanja (74, 75). Raziskave so pokazale, da učitelji po petih letih poučevanja še naprej razvijajo pedagoške veščine, kar lahko pozitivno vpliva na uspeh učencev (76).

TIMSS zbira podatke o usposobljenosti učiteljev, vključno z najvišjo doseženo stopnjo izobrazbe in morebitnimi predmetnimi specializacijami, z vprašalnikom za učitelje. Učitelji navedejo tudi število let poučevanja, da opredelijo obseg svojih poklicnih izkušenj.

Strokovno spopolnjevanje

Strokovno spopolnjevanje je pomembna komponenta nadaljnega izobraževanja za učiteljski poklic. Sodelovanje učiteljev v dejavnostih učinkovitega strokovnega spopolnjevanja lahko vodi do pozitivnih sprememb v poučevanju (77). Učinkovito strokovno spopolnjevanje sooči učitelje s konkretnimi nalogami, je trajno in dopolnjuje zaposlitev ter učiteljem zagotovi možnost, da kritično razmišljajo o svojem poučevanju (78). Učitelji bodo bolj verjetno sodelovali pri strokovnem spopolnjevanju, če jih k temu spodbuja in podpira tudi njihova šola.⁷⁹

Podatke o strokovnem spopolnjevanju učiteljev TIMSS pridobiva s pomočjo vprašalnika za učitelje. Učitelje prosimo, da navedejo tudi tematike, v katerih so se strokovno izpopolnjevali, ter tiste, za katere menijo, da jih potrebujejo.

Pouk matematike in naravoslovja

Čas pouka

Čas, ki ga imajo učitelji na voljo za poučevanje matematike in naravoslovja, je pomemben vidik izvajanja učnih načrtov. Raziskave so pokazale, da je čas poučevanja povezan z dosežki učencev, čeprav je učinek odvisen od tega, kako učinkovito in uspešno je čas porabljen (80, 81).

TIMSS zbira informacije o času poučevanja z vprašalnikom za učitelje. Učitelji navedejo, koliko minut tedensko je namenjeno pouku matematike in naravoslovja za učence, ki sodelujejo pri preverjanju znanja TIMSS.

Učne strategije

Učitelji se razlikujejo po svojih učnih strategijah, tako mednarodno kot v vsaki državi (82). Učinkovito poučevanje matematike lahko opredelijo učne prakse, kot so pričakovanja učiteljev, da učenci pojasnjujejo svoje odgovore, ali samostojno izvajajo matematične postopke (83, 84). Raziskovalne dejavnosti in izvajanje poskusov so lahko v pomoč pri spodbujanju učenčevega razumevanja naravoslovja, čeprav raziskave kažejo tudi, da bi bilo treba takšne dejavnosti bolj ustrezno oblikovati in podpreti (85, 86).

TIMSS pridobiva informacije o učnih praksah pri poučevanju matematike in naravoslovja z vprašalnikom za učitelje. Učitelji navedejo, kako pogosto izvajajo ali zahtevajo od učencev različne dejavnosti med poukom, vključno z reševanjem matematičnih problemov ali opazovanjem naravoslovnega sveta v svoji okolici.

Jasnost poučevanja

Jasnost poučevanja opredeljuje učenčevo razumevanje učitelja pri izvajanju pouka (87). Učitelji, ki zagotavljajo enostavne razlage in učinkovito spremljajo razumevanje učencev ter po potrebi uporabljajo različne pedagoške tehnike, dosežejo visoko stopnjo jasnosti poučevanja (88, 89). Jasnost poučevanja poveča tudi povezovanje pouka s predhodnim znanjem učencev (90). Jasnost poučevanja je

povezano še z vzpostavljanjem dobre klime v razredu, kjer imajo učitelji prakso zagotavljanje koristnih povratnih informacij učencem in pozornega obravnavanja učencevih vprašanj (91). Jasnost poučevanja je dokazano pozitivno povezana z dosežki učencev (92).

TIMSS meri učenčevo zaznavo jasnosti poučevanja njihovih učiteljev z vprašalnikom za učence, kot dopolnitev poročanja učiteljev o svojih učnih strategijah. Odgovori učencev so povzeti na lestvicah jasnost poučevanja matematike in jasnost poučevanja naravoslovja.

Pozornost do naravoslovnega raziskovanja

Raziskovanje je pomemben sestavni del naravoslovnega izobraževanja, čeprav njegova povezava z učnimi uspehi ni nujno neposredna (93). Nekatere raziskave, ki uporabljajo podatke TIMSS iz preteklih ciklov, kažejo, da večja pogostost raziskovanja morda ni najučinkovitejša rešitev, saj dosežki s pogostostjo raziskovanja nujno ne naraščajo (94). Obstaja pa veliko oblik učinkovitega naravoslovnega raziskovanja, v katere lahko učitelji vključijo učence, vključno z oblikovanjem raziskovalnih vprašanj ali hipotez, ustvarjanjem modelov, podajanjem razlag in smiselnim poročanjem rezultatov raziskav (95).

TIMSS zbira informacije o pozornosti do naravoslovnega raziskovanja z vprašalnikom za učitelje. Učitelji naravoslovja navedejo, kako pogosto od učencev zahtevajo, da izvedejo različne oblike raziskovanja (npr. odprte raziskovanje konceptov, eksperimenti s predpisanimi koraki), kot tudi stopnjo, do katere poudarjajo pomen različnih vidikov procesa naravoslovnega raziskovanja.

Poučevanje matematičnih in naravoslovnih vsebin, ki so del preizkusa TIMSS

TIMSS zbira informacije o poučevanju matematičnih in naravoslovnih vsebin, ki so zajete v preizkusih znaja TIMSS 2023, z vprašalnikom za učitelje. Izpostavljenost vsebini je pomemben vidik učenčevih priložnosti za učenje matematike in naravoslovja (96, 97). Učitelje prosimo, da navedejo, ali so bile določene vsebine ali koncepti že obravnavani v njihovem pouku v letošnjem letu, so jih učenci obravnavali pri pouku v prejšnjih letih ali pa jih v šoli še sploh niso obravnavali.

Domača naloga

Dodeljevanje domačih nalog pri matematiki in naravoslovju se razlikuje tako znotraj držav kot mednarodno. Nekatere države se držijo odločitve, da se učencem četrtega razreda ne dodeljuje domačih nalog. Razmerje med časom, porabljenim za domače naloge, vrsto dodeljene domače naloge in dosežkom učencev, ni enostavno in se lahko razlikuje glede na kontekst in politike posamezne države (98, 99).

TIMSS zbira podatke o domačih nalogah z vprašalnikom za učitelje. Postavke v vprašalniku za učitelje sprašujejo po tem, kako pogosto dodeljujejo domače naloge, kakšne so in kako se domače naloge uporabljajo pri pouku.

Ocenjevanje

Ocenjevanje je pomemben sestavni del poučevanja (100). Učitelji imajo na voljo številne načine za spremljanje napredka in dosežkov učencev, vključno z opazovanjem učencev med delom ter ustnim ali pisnim ocenjevanjem. Rezultati teh ocenjevanj v razredu lahko učiteljem pomagajo pri sodelovanju z učenci in določitvi najboljšega načina dela med poukom. Različne strategije ocenjevanja, ki potekajo v razredu, lahko izboljšajo dosežke učencev (101, 102).

TIMSS zbira informacije o ocenjevanju v razredu z vprašalnikom za učitelje. Učitelji navajajo pomen, ki ga pripisujejo različnim strategijam ocenjevanja za zbiranje informacij o učenju učencev, vključno z opazovanji, pisnimi ocenami ali vrednotenju dela na dolgoročnih projektih.

Informacijska tehnologija v razredu

Dostop do digitalnih naprav

Dostop do digitalnih naprav je nujen pogoj za njihovo uporabo pri pouku. Znotraj in med državami se šole in razredi razlikujejo v dostopu do naprav, kot so računalniki in tablice. TIMSS zbira informacije o dostopu do digitalnih naprav za pouk matematike in naravoslovja z vprašalnikom za učitelje. Učitelji navedejo načine dostopa, ki ga imajo učenci do digitalnih naprav, vključno z napravami v lasti šole in možnostjo, da učenci v šolo prinesejo svoje naprave.

Uporaba digitalnih naprav med poukom

Obstaja veliko načinov uporabe digitalnih naprav pri poučevanju matematike in naravoslovja. Učitelji lahko uporabljajo digitalne naprave in druge tehnologije za raznolik in posebej prilagojen pouk učencem, za ocenjevanje v razredu ali za spodbudo k raziskovanju konceptov prek iger in dejavnosti (103, 104, 105). Uporaba digitalnih naprav za poučevanje v razredu in zunaj nje se je močno razširila med pandemijo COVID-19.

Podatke o uporabi digitalnih naprav pri pouku matematike in naravoslovja TIMSS pridobiva s pomočjo vprašalnika za učitelje. Učitelje prosimo, da navedejo, kako pogosto uporabljajo digitalne naprave za različne učne namene, vključno s simuliranimi eksperimenti in dejavnostmi reševanja problemov.

Izzivi pri uporabi digitalnih naprav med poukom

Rezultati TIMSS 2019 so izpostavili integracijo tehnologije v pouk matematike in naravoslovja kot prednostno področje strokovnega izpopolnjevanja za učitelje (106). Raziskave so pokazale, da dejavniki, kot so razpoložljivost strokovnega spopolnjevanja, tehnološka podpora in učiteljeva samoučinkovitost pri delu s tehnologijo lahko vplivajo na uporabo digitalnih naprav v razredu in da se vplivi teh dejavnikov mednarodno razlikujejo (107, 108, 109). Uporaba digitalnih naprav kot del učinkovitega pouka je lahko odvisna od številnih dejavnikov, ki niso samo odvisna od naprav. Učitelji morajo smiselno integrirati digitalne naprave v svoj pouk ter nato hkrati upravljati naprave in voditi pouk.

TIMSS pridobiva informacije o izzivih vključevanja tehnologije v pouk matematike in naravoslovja prek vprašalnika za učitelje. Učitelji navajajo, v kolikšni meri pomanjkanje virov, težave pri vodenju pouka ali izzivi pri smiselnem vključevanju naprav v pouk omejuje njihovo uporabo digitalnih naprav med poukom.

Razredna klima

Vodenje razreda

Vodenje razreda se nanaša na postopke, ki niso povezani s poučevanjem vsebin, ampka spodbujajo učenje in učence odvrčajo od nezaželenega vedenja (110). Čeprav je težko vzpostaviti neposredne povezave med vodenjem razreda in dosežki učencev, nekatere raziskave kažejo, da ima učinkovito vodenje razreda posredne, pozitivne učinke na dosežke učencev (111, 112).

TIMSS pridobiva informacije o vodenju razreda od učencev. Za učence so te informacije povzete v lestvicah motečega vedenja pri pouku matematike ali naravoslovja.

Omejitve pouka zaradi lastnosti učencev

Značilnosti učencev lahko omejujejo učinek poučevanja. Raziskave so pokazale, da imajo učenci, ki nimajo urejenega prehranjevanja, slabši učni uspeh (113, 114). Pomanjkanje spanja, predznanja ter izostanki od pouka lahko prav tako negativno vplivajo na učinke pouka matematike in naravoslovja.

Podatke o teh omejujočih dejavnikih TIMSS pridobiva s pomočjo vprašalnika za učitelje in vprašalnika za učence. Vprašalnik za učitelje vsebuje postavke, ki sprašujejo, v kolikšni meri učitelji menijo, da je njihovo poučevanje omejeno zaradi različnih značilnosti učencev, ter povzema te odgovore na lestvici zaznava omejitev pri poučevanju v razredu zaradi učencev, ki niso pripravljeni na pouk. Dopolnjuje jo odgovori iz vprašalnika za učence, kako pogosto se počutijo utrujeni ali lačni, ko so v šoli, in kako pogosto manjkajo pri pouku.

Demografija učencev

TIMSS zbira osnovne demografske podatke o učencih s pomočjo vprašalnika za učence. Učenci navedejo svojo starost, spol in ali so bili rojeni v državi, kjer se trenutno šolajo.

Naklonjenost do učenja matematike in naravoslovja

Učencem, ki uživajo v matematiki in naravoslovju, se ti predmeti zdijo zanimivi in bodo verjetno pri pouku bolj motivirani. Notranja motivacija vpliva na vedenje (115) in učenci, ki imajo radi matematiko in naravoslovje, bodo morda dosegali višje dosežke. Hkrati pa obstaja tudi večja verjetnost, da bodo pozneje v šolanju te predmete izbrali za svoj študij (116, 117). Razmerja so lahko vzajemna; učenci, ki jim gre dobro pri matematiki in naravoslovju, bodo bolj verjetno imeli pozitiven odnos do predmetov in obratno, učenci, ki imajo matematiko in naravoslovje radi, se bolje učijo.

TIMSS meri naklonjenost učencev četrtega in osmega razreda do matematike in naravoslovja prek lestvic »Naklonjenost učencev do učenja matematike« in »Naklonjenost učencev do učenja naravoslovja«.

Samozavest pri matematiki in naravoslovju

Učenci imajo običajno različna mnenja o svojih sposobnostih pri različnih predmetih, njihova samoocena pa pogosto temelji na preteklih izkušnjah in tem, kako se vidijo v primerjavi s svojimi vrstniki (118). Učenci, ki so samozavestni pri določenem predmetu, vztrajajo tudi, ko je snov zahtevna, ker verjamejo, da bodo na koncu uspeli (119). Nasprotno pa je tesnoba ali pomanjkanje zaupanja v svoko sposobnost pri učenju predmeta običajno povezana z nižjimi dosežki (120, 121).

TIMSS meri samozavest pri matematiki in naravoslovju prek lestvic samozavest v matematiki in samozavest v naravoslovju.

Digitalna samoučinkovitost

Čeprav imajo učenci, ki sodelujejo v TIMSS 2023, večji dostop do informacijske tehnologije in digitalnih naprav kot prejšnje generacije, je napačno domnevati, da prirojeno razumejo, kako deluje (125). Učenci se razlikujejo tako po svojem dejanskem znanju o digitalnih napravah kot tudi po učinkovitosti njihove uporabe (126, 127).

TIMSS zbira informacije o samoučinkovitosti učencev četrtyh razredov pri uporabi informacijske tehnologije preko lestvice »digitalna samoučinkovitost«. Učenci navedejo, kako dobro lahko opravljajo preprosta digitalna opravila, kot je pisanje besedila, pa tudi bolj zapletene naloge, kot je prepoznavanje zaupanja vrednih spletnih mest in učenje uporabe novih aplikacij ali programov.

Nacionalni konteksti

V vsaki državi je izobraževalni sistem vpet v edinstveno konfiguracijo zgodovinskih, gospodarskih in jezikovnih dejavnikov, ki skupaj določajo prioritete pri tem, kako je organizirano formalno izobraževanje. Poleg podrobnejših podatkov, opisanih v prejšnjih razdelkih, TIMSS zbira tudi informacije o značilnostih na sistemski ravni, ki lahko prispevajo k učenčevemu učenju matematike in naravoslovja. Države, ki sodelujejo v TIMSS 2023, prispevajo informacije o mnogih od teh dejavnikov v svojih avtorskih poglavjih za Enciklopedijo TIMSS 202 in z informacijami, zbranimi prek kurikularnega vprašalnika. Zbrane informacije o nacionalnih kontekstih se osredotočajo na organizacijo izobraževalnih sistemov v državah ter njihove učne načrte za matematiko in naravoslovje v četrtem razredu.

Organizacija izobraževalnega sistema

Sistem predšolskega izobraževanja

Še preden začnejo formalno osnovno šolanje, so otroci precej izpostavljeni učenju pismenosti, zgodnje matematike in naravoslovja kot del svojih predšolskih izobraževalnih izkušenj, tudi v vrtcih. Mnoge države namenjajo veliko pozornosti predšolskemu izobraževanju. Raziskave kažejo, da lahko obiskovanje predšolskih programov pozitivno vpliva na kasnejše učne uspehe (128). Kurikularni vprašalnik TIMSS zbira informacije o različnih vrstah predšolske vzgoje, ki so na voljo v državah.

Raziskave so pokazale tudi, da so pozitivni učinki predšolskega izobraževanja na kasnejše akademske rezultate odvisni od kakovosti predšolskega programa (129, 130). TIMSS zbira informacije o vseh razpoložljivih kurikularnih dokumentih za predšolsko izobraževanje, vključno z določbami za socialno-čustveni razvoj in za razvoj spretnosti pismenosti in računanja. Te informacije so namenjene kontekstualizaciji informacij o vključenosti učencev v predšolsko vzgojo, ki se zbirajo z vprašalnikom za starše.

Starost ob vstopu v formalno šolanje in politike ponavljanja razreda

Ker TIMSS ocenjuje učence v četrtem razredu, so politike o starosti otroka pri vstopu v formalno izobraževanje (prvi razred osnovne šole, ISCED 1.) pomembne za razumevanje razlik v dosežkih in starosti učencev po državah (131). Zbrane so tudi politike napredovanja ali ponavljanja razreda v različnih ravneh šolanja. Raziskave so pokazale, da je ponavljanje razreda negativno povezano z dobrim počutjem in dosežki učencev, zlasti kratkoročno (132, 133, 134).

Število let šolanja

Čeprav v TIMSS sodelujejo samo učenci četrtil razredov, je ta razred umeščeni v zaporedje šolanja, ki oblikuje nacionalni kontekst, v katerem se učenci učijo. Zato TIMSS zbira podatke o nacionalno obveznih letih izobraževanja.

Jezik(i) poučevanja

Nekatere države imajo en prevladujoč uradni jezik, medtem ko so druge zgodovinsko večjezične. Tudi imigracija je v mnogih državah sčasoma povečala jezikovno raznolikost. TIMSS zbira podatke o vseh uradnih jezikih poučevanja, pa tudi o tem, ali se pouk matematike in naravoslovja običajno izvaja v maternem jeziku posameznega učenca.

Usposobljenost učitelja in ravnatelja

Podatke o usposobljenosti učiteljev in ravnateljev, katerih učenci sodelujejo v TIMSS, zbiramo z vprašalnikom za učitelje in vprašalnikom za šolo, le te pa dopolnujemo z informacijami o načinih usposabljanja učiteljev in ravnateljev v vsaki državi.

Učni načrti matematike in naravoslovja

Ne glede na to, ali so ustvarjeni na nacionalni, pokrajinski, lokalni ali šolski ravni, kurikularni dokumenti določajo pričakovanja do učencev v smislu znanja, spretnosti in odnosov, ki jih je treba razviti ali pridobiti s formalnim izobraževanjem iz matematike in naravoslovja.

Učni načrti za matematiko in naravoslovje se med državami razlikujejo in se nenehno razvijajo (135). Pri matematiki se države najbolj razlikujejo po stopnji poudarka na pridobivanju osnovnih spretnosti, pomnjenju pravil, postopkov, dejstev ali konceptov, uporabi matematike v resničnih življenjskih situacijah in matematični komunikaciji ali sklepanju. Pri naravoslovju se države pretežno razlikujejo v tem, koliko pozornosti namenjajo pridobivanju osnovnih naravoslovnih dejstev, uporabi naravoslovnih konceptov, oblikovanju hipotez in izvajanju naravoslovnega raziskovanja ter podajanju naravoslovnih znanstvenih razlag.

TIMSS zbira informacije o prekrivanju nacionalnih kurikulumov držav z vsebinami matematike in naravoslovja, ki so opredeljene v Matematičnih izhodiščih TIMSS 2023 in Naravoslovnih izhodiščih TIMSS 2023 kot zasnova preizkusov znanja raziskave, zbira pa tudi informacije o morebitnih kurikularnih težnjah za vključitev tehnologije v poučevanje. Takšne informacije so bistvene za kontekstualizacijo uspešnosti učencev vsake države pri merjenju znanja s preizkusi TIMSS.

Viri

- 1 Martin, M.O., Mullis, I.V.S., Foy, P., & Arora, A. (2012). Creating and interpreting the TIMSS and PIRLS 2011 context questionnaire scales. In M.O. Martin & I.V.S. Mullis (Eds.), *Methods and Procedures in TIMSS and PIRLS 2011* (pp. 1-11). Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- 2 Muraki, E. (1992). A generalized partial credit model: Application of EM algorithm. *Applied Psychological Measurement*, 16, 159-176.
- 3 Dahl, G.B., & Lochner, L. (2012). The impact of family income on child achievement: Evidence from the earned income tax credit. *American Economic Review*, 102(5), 1927–1956.
- 4 Davis-Kean, P.E. (2005). The influence of parent education and family income on child achievement: the indirect role of parental expectations and the home environment. *Journal of Family Psychology*, 19(2), 294-304.
- 5 Sirin, S.R. (2005). Socioeconomic status and academic achievement: A meta-analytic review of research. *Review of Educational Research*, 75(3), 417–453.
- 6 Chmielewski, A.K. (2019). The global increase in the socioeconomic achievement gap, 1964 to 2015. *American Sociological Review*, 84(3), 517-544.
- 7 Kim, S., Cho, H., & Kim. (2019). Socioeconomic status and academic outcomes in developing countries: a meta-analysis. *Review of Educational Research*, 89(6), 875-916.
- 8 Entorf, H., & Minoiu, N. (2005). What a difference immigration policy makes: A comparison of PISA scores in Europe and traditional countries of immigration. *German Economic Review*, 6(3), 355–376.
- 9 Robertson, S. & Graven, M. (2019). Language as an including or excluding factor in mathematics teaching and learning. *Mathematics Education Research Journal*, 32, 77-101.
- 10 Taylor, L.C., Clayton, J.D., & Rowley, S.J. (2004). Academic socialization: Understanding parental influences on children's school-related development in the early years. *Review of General Psychology*, 8(3), 163–178.
- 11 Centurino, V.A.S. (2021). Using TIMSS to examine parental influences on fourth grade students' science achievement and attitudes toward learning and doing science [Unpublished doctoral dissertation]. Boston College.
- 12 Hill, N.E., & Tyson, D.F. (2009). Parental involvement in middle school: A meta-analytic assessment of the strategies that promote achievement. *Developmental Psychology*, 45(3), 740–763.
- 13 Hong, S., & Ho, H.-Z. (2005). Direct and indirect longitudinal effects of parental involvement on student achievement: Second-order latent growth modeling across ethnic groups. *Journal of Educational Psychology*, 97(1), 32–42.
- 14 Piquart, M. & Ebeling, M. (2020). Parental educational expectations and academic achievement in children and adolescents—a meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 32, 463-480.
- 15 Gustafsson, J.-E., Hansen, K.Y., & Rosén, M. (2013). Effects of home background on student achievement in reading, mathematics, and science at the fourth grade. In M.O. Martin & I.V.S. Mullis (Eds.), *TIMSS and PIRLS 2011: Relationships among reading, mathematics, and science achievement at the fourth grade—Implications for early learning* (pp. 181–287). Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- 16 Duncan, G.J., Dowsett, C.J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A.C., Klebanov, P., Pagani, L.S., Feinstein, L., Engel, M., Brooks-Gunn, J., Sexton, H., Duckworth, K., & Japel, C. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 43(6), 1428-1446.
- 17 Hart, B., & Risley, T.R. (2003). The early catastrophe: The 30 million word gap by age 3. *American Educator*, 27(1), 4–9.
- 18 Sénéchal, M., & LeFevre, J. (2002). Parental involvement in the development of children's reading skill: A five-year longitudinal study. *Child Development*, 73(2), 445–460.
- 19 Zhu, J., & Chiu, M.M. (2019). Early home numeracy activities and later mathematics achievement: early numeracy, interest, and self-efficacy as mediators. *Educational Studies in Mathematics*, 102, 173-191.

- 20 Anders, Y., Rossbach, H.G., Weinert, S., Ebert, S., Kuger, S., Lehrl, S., & von Maurice, J. (2012). Home and preschool learning environments and their relations to the development of early numeracy skills. *Early Childhood Research Quarterly*, 27(2), 231–244.
- 21 Claessens, A., & Engel, M. (2013). How important is where you start? Early mathematics knowledge and later school success. *Teachers College Record*, 115, 1–29.
- 22 Punter, A., Glas, C.A., & Meelissen, M.R.M. (2016). *Psychometric framework for modeling parental involvement and reading literacy*. Amsterdam, The Netherlands: IEA
- 23 Mullis, I.V.S., Martin, M.O., & Foy, P. (2013). The impact of reading ability on TIMSS mathematics and science achievement at the fourth grade: An analysis by item reading demands. In M.O. Martin & I.V.S. Mullis (Eds.), *TIMSS and PIRLS 2011: Relationships among reading, mathematics, and science achievement at the fourth grade—Implications for early learning* (pp. 67–108). Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- 24 Duncan, G.J., & Magnuson, K. (2013). Investing in preschool programs. *Journal of Economic Perspectives*, 27(2), 109–132.
- 25 McCoy, D.C., Yoshikawa, H., Ziol-Guest, K.M., Duncan, G.J., Schindler, H.S., Magnuson, K., Yang, R., Koepp, A., & Shonkoff, J.P. (2017). Impacts of early childhood education on medium- and long-term educational outcomes. *Educational Researcher*, 46(8), 474–487.
- 26 Bakken, L., Brown, N., & Downing, B. (2017). Early childhood education: the long-term benefits. *Journal of Research in Childhood Education*, 31(2), 255–269.
- 27 Duncan, G.J., & Sojourner, A.J. (2013). Can intensive early childhood intervention programs eliminate income-based cognitive and achievement gaps? *Journal of Human Resources*, 48(4), 945–968.
- 28 Center for Disease Control and Prevention. (2009). *School connectedness: Strategies for increasing protective factors among youth*. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services; 2009.
- 29 Hudson, S. & Hudson, P. (2019). “Please help me find teachers for my rural and remote school:” a model for teaching readiness. *Australian and International Journal of Rural Education*, 29(3).
- 30 Maranto, R. & Shuls, J.V. (2013). How do we get them on the farm? Efforts to improve rural teacher recruitment and retention in Arkansas. *The Rural Educator*, 34(1).
- 31 Greenough, R. & Nelson, S.R. (2015). Recognizing the variety of rural schools. *Peabody Journal of Education*, 90(2), 322–332.
- 32 Coleman, J.S., Campbell, E.Q., Hobson, C.J., McPartland, J., Mood, A.M., Weinfeld, F.D., & York, R.L. (1966). *Equality of educational opportunity*. Washington, DC: National Center for Educational Statistics, US Government Printing Office.
- 33 Martin, M.O., Foy, P., Mullis, I.V.S., & O’Dwyer, L.M. (2013). Effective schools in reading, mathematics, and science at the fourth grade. In M.O. Martin & I.V.S. Mullis (Eds.), *TIMSS and PIRLS 2011: Relationships among reading, mathematics, and science achievement at the fourth grade—Implications for early learning*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- 34 Willms, J.D. (2006). *Learning divides: Ten policy questions about the performance and equity of schools and schooling systems*. Montreal, Canada: UNESCO Institute for Statistics.
- 35 Canales, A. & Webb, A. (2018). Educational achievement of indigenous students in Chile: school composition and peer effects. *Comparative Education Review*, 62(2), 231–273.
- 36 Chesters, J. & Daly, A. (2017). Do peer effects mediate the association between family socio-economic status and educational achievement? *Australian Journal of Social Issues*, 52, 63–77.
- 37 Sacerdote, B. (2011). Peer effects in education: How might they work, how big are they and how much do we know thus far? In E.A. Hanushek, S.J. Machin, & L. Wößmann, *Handbook of the economics of education* (pp. 249–277). San Diego, CA: Elsevier.
- 38 Akiba, M., LeTendre, G.K., & Scribner, J.P. (2007). Teacher quality, opportunity gap, and national achievement in 46 countries. *Educational Researcher*, 36(7), 369–387.
- 39 Goldhaber, D., Lavery, L., & Theobald, R. (2015). Uneven playing field? Assessing the teacher quality gap between advantaged and disadvantaged students. *Educational Researcher*, 44(5), 293–307.

- 40 Cohen, J., McCabe, L., Michelli, N.M., & Pickeral, T. (2009). School climate: Research, policy, practice, and teacher education. *Teachers College Record*, 111(1), 190–213.
- 41 Glewwe, P.W., Hanushek, E.A., Humpage, S.D., & Ravina, R. (2011). School resources and educational outcomes in developing countries: A review of the literature from 1990 to 2010. In P. Glewwe (Ed.), *Education policy in developing countries* (pp. 13–64). Chicago: University of Chicago Press.
- 42 Hanushek, E.A., & Wößmann, L. (2017). School resources and student achievement: A review of cross-country economic research. In M. Rosén, K.Y. Hansen, & U. Wolff (Eds.), *Cognitive abilities and educational outcomes* (pp. 149–171). Methodology of Educational Measurement and Assessment. Switzerland: Springer International Publishing.
- 43 Hoy, W. K. (2012). School characteristics that make a difference for the achievement of all students: a 40-year odyssey. *Journal of Educational Administration*, 50(1), 76-97.
- 44 Martin, M.O., Foy, P., Mullis, I.V.S., & O'Dwyer, L.M. (2013). Effective schools in reading, mathematics, and science at the fourth grade. In M.O. Martin & I.V.S. Mullis (Eds.), *TIMSS and PIRLS 2011: Relationships among reading, mathematics, and science achievement at the fourth grade—Implications for early learning*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- 45 Nilsen, T., & Gustafsson, J.-E. (2014). School emphasis on academic success: Exploring changes in science performance in Norway between 2007 and 2011 employing two-level SEM. *Educational Research and Evaluation*, 20(4), 308–327.
- 46 Hoy, W.K., Tarter, C.J., & Hoy, A. UČENCEV. (2006). Academic optimism of schools: A force for student achievement. *American Educational Research Journal*, 43(3), 425–446.
- 47 Wu, J.W., Hoy, W.K., & Tarter, C.J. (2013). Enabling school structure, collective responsibility, and a culture of academic optimism: Toward a robust model of school performance in Taiwan. *Journal of Educational Administration*, 51(2), 176–193.
- 48 Johnson, S.M., Kraft, M.A., & Papay, J.P. (2012). How context matters in high-need schools: The effects of teachers' working conditions on their professional satisfaction and their students' achievement. *Teachers College Record*, 114(10), 1–39.
- 49 Admiraal, UČENCEV., Veldman, I., Mainhard, T. & van Tartwijk. (2019). A typology of veteran teachers' job satisfaction: their relationships with their students and the nature of their work. *Social Psychology of Education*, 22, 337-355.
- 50 Kelly, S., & Northrop, L. (2015). Early career outcomes for the “best and the brightest”: Selectivity, satisfaction, and attrition in the beginning teacher longitudinal survey. *American Educational Research Journal*, 52(4), 624–656.
- 51 Skaalvik, E.M., & Skaalvik, S. (2011). Teacher job satisfaction and motivation to leave the teaching profession: Relations with school context, feeling of belonging, and emotional exhaustion. *Teaching and Teacher Education: An International Journal of Research and Studies*, 27(6), 1029–1038.
- 52 Joyce, W.D., & Early, T.J. (2014). The impact of school connectedness and teacher support on depressive symptoms in adolescents: A multilevel analysis. *Children and Youth Services Review*, 39, 101–107.
- 53 Korpershoek, W., Canrinus, E.T., Fokkens-Bruinsma, & de Boer, UČENCEV. (2020). The relationship between school belonging and students' motivational, social-emotional, behavioural, and academic outcomes in secondary education: a meta-analytic review. *Research Papers in Education*, 35(6), 641-680.
- 54 Renshaw, T.L., Long, A.C.J., & Cook, C.R. (2015). Assessing adolescents' positive psychological functioning at school: Development and validation of the student subjective wellbeing questionnaire. *School Psychology Quarterly*, 30(4), 534–552.
- 55 Cheng, A., & Peterson, P.E. (2017). How satisfied are parents with their children's schools? *Education Next*, 17(2), 21–27.
- 56 Stacer, M.J., & Perrucci, R. (2013). Parental involvement with children at school, home, and community. *Journal of Family and Economic Issues*, 34(3), 340–354.
- 57 Lacoe, J. (2020). Too scared to learn? The academic consequences of feeling unsafe in the classroom. *Urban Education*, 55(10), 1385-1418.

- 58 Martin, M.O., Foy, P., Mullis, I.V.S., & O'Dwyer, L.M. (2013). Effective schools in reading, mathematics, and science at the fourth grade. In M.O. Martin & I.V.S. Mullis (Eds.), *TIMSS and PIRLS 2011: Relationships among reading, mathematics, and science achievement at the fourth grade—Implications for early learning*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- 59 Konishi, C., Hymel, S., Zumbo, B. D., & Li, Z. (2010). Do school bullying and student-teacher relationships matter for academic achievement? A multilevel analysis. *Canadian Journal of School Psychology*, 25(1), 19–39.
- 60 Kutsyuruba, B., Klinger, D.A., & Hussain, A. (2015). Relationships among school climate, school safety, and student achievement and well-being: A review of the literature. *Review of Education*, 3(2), 103–135.
- 61 Gottfredson, G.D., Gottfredson, D.C., Payne, A.A., & Gottfredson, N.C. (2005). School climate predictors of school disorder: Results from a national study of delinquency prevention in schools. *Journal of Research in Crime and Delinquency*, 42(4), 412–444.
- 62 O'Neill, B. & Dinh, T. (2015). Mobile technologies and the incidence of cyberbullying in seven European countries: Findings from net children go mobile. *Societies*, 5, 384–398.
- 63 Dalla Pozza, V., Di Pietro, A., Morel, S., & Psaila, E. (2016). *Cyberbullying among young people*. European Parliament Policy Department C – Citizens' Rights and Constitutional Affairs.
- 64 Center for Disease Control and Prevention. (2018). *Youth risk behavior surveillance—United States, 2017*. MMWR Surveillance Summaries 2018, 67(8).
- 65 Konishi, C., Hymel, S., Zumbo, B. D., & Li, Z. (2010). Do school bullying and student-teacher relationships matter for academic achievement? A multilevel analysis. *Canadian Journal of School Psychology*, 25(1), 19–39.
- 66 Kowalski, R.M., & Limber, S.P. (2013). Psychological, physical, and academic correlates of cyberbullying and traditional bullying. *Journal of Adolescent Health*, 53, S13–S20.
- 67 Tokunaga, R.S. (2010). Following you home from school: A critical review and synthesis of research on cyberbullying victimization. *Computers in Human Behavior*, 26(3), 277–287.
- 68 Goddard, R., Goddard, Y., Kim, S.E., & Miller, R. (2015). A theoretical and empirical analysis of the roles of instructional leadership, teacher collaboration, and collective efficacy beliefs in support of student learning. *American Journal of Education*, 121(4), 501–530.
- 69 Tschannen-Moran, M., & Gareis, C. (2015). Faculty trust in the principal: An essential ingredient in high-performing schools. *Journal of Educational Administration*, 53(1), 66–92.
- 70 Azaiez, H., & Slate, J.R. (2017). Student achievement differences as a function of principal longevity. *Journal of Advances in Education Research*, 2(3), 157–162.
- 71 Miller, A. (2013). Principal turnover and student achievement. *Economics of Education Review*, 36(3), 60–72.
- 72 Darling-Hammond, L. (2000). How teacher education matters. *Journal of Teacher Education*, 51(3), 166–173.
- 73 Hill, H.C., Rowan, B., & Ball, D.L. (2005). Effects of teachers' mathematical knowledge for teaching on student achievement. *American Educational Research Journal*, 42(2), 371–406.
- 74 Harris, D.N., & Sass, T.R. (2011). Teacher training, teacher quality and student achievement. *Journal of Public Economics*, 95(7–8), 798–812.
- 75 Ladd, H.F., & Sorensen, L.C. (2017). Returns to teacher experience: Student achievement and motivation in middle school. *Education Finance and Policy*, 12(2), 241–279.
- 76 Papay, J.P., & Kraft, M. (2015). Productivity returns to experience in the teacher labor market: Methodological challenges and new evidence on long-term career improvement. *Journal of Public Economics*, 130, 105–119.
- 77 Yang, R., Porter, A.C., Massey, C.M., Merlino, J.F., & Desimone, L.M. (2019). Curriculum-based teacher professional development in middle school science: a comparison of training focused on cognitive science principles versus content knowledge. *Journal of Research on Science Teaching*, 57(4), 536–566.
- 78 Capps, D.K., Crawford, B.A., & Conostas, M.A. (2012). A review of empirical literature on inquiry professional development: Alignment with best practices and a critique of the findings. *Journal of Science Teacher Education*, 23(3), 291–318.

- 79 Darling-Hammond, L., & McLaughlin, M.W. (2011). Policies that support professional development in an era of reform. *Phi Delta Kappan Magazine*, 92(6), 81–92.
- 80 Hanushek, E.A., & Wößmann, L. (2017). School resources and student achievement: A review of cross-country economic research. In M. Rosén, K.Y. Hansen, & U. Wolff (Eds.), *Cognitive Abilities and Educational Outcomes* (pp. 149–171). Methodology of Educational Measurement and Assessment. Switzerland: Springer International Publishing.
- 81 Mullis, I.V.S., Martin, M.O., & Loveless, T. (2016). *20 years of TIMSS: International trends in mathematics and science achievement, curriculum, and instruction*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- 82 Kim, Y. (2018). Revisiting classroom practices in East Asian countries: examination of within-country variations and effects of classroom instruction. *Teachers College Record*, 120(7), 1–42.
- 83 Lehtinen, E., Hannula-Sormunen, M., McMullen, J., & Gruber, H. (2017). Cultivating mathematical skills: from drill-and-practice to deliberate practice. *ZDM Mathematics Education*, 49, 625–636.
- 84 Rittle-Johnson, B., Loehr, A.M., & Durkin, K. (2017). Promoting self-explanation to improve mathematics learning: a meta-analysis and instructional design principles. *ZDM Mathematics Education*, 49, 599–611.
- 85 Arnold, J.C., Kremer, K., & Mayer, J. (2014). Understanding students' experiments—what kind of support do they need in inquiry tasks? *International Journal of Science Education*, 36(16), 2719–2749.
- 86 Kirschner, P.A., Sweller, J., & Clark, R.E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86.
- 87 Nilsen, T., Gustafsson, J.-E., & Blömeke, S. (2016). Conceptual framework and methodology of this report. In T. Nilsen & J.-E. Gustafsson (Eds.), *Teacher quality, instructional quality, student outcomes* (pp. 1–19). Amsterdam, The Netherlands: IEA.
- 88 Ferguson, R.F. (2012). Can student surveys measure teaching quality? *Phi Delta Kappan*, 94(3), 24–28.
- 89 Lipowsky, F., Rakoczy, K., Pauli, C., Drollinger-Vetter, B., Klieme, E., & Reusser, K. (2009). Quality of geometry instruction and its short-term impact on students' understanding of the Pythagorean Theorem. *Learning and Instruction*, 19, 527–537.
- 90 McLaughlin, M., McGrath, D.J., Burian-Fitzgerald, M.A., Lanahan, L., Scotchmer, M., Enyeart, C., & Salganik, L. (2005, April). Student content engagement as a construct for the measurement of effective classroom instruction and teacher knowledge. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Researchers Association, Montreal, Canada.
- 91 Nilsen, T., Gustafsson, J.-E., & Blömeke, S. (2016). Conceptual framework and methodology of this report. In T. Nilsen & J.-E. Gustafsson (Eds.), *Teacher quality, instructional quality, student outcomes* (pp. 1–19). Amsterdam, The Netherlands: IEA.
- 92 Bergem, O.K., Nilsen, T., & Scherer, R. (2016). Undervisningskvalitet i matematikk. In O.K. Bergem, H. Kaarstein, & T. Nilsen, *Vi kan lykkes i realfag. Resultater og analyser fra TIMSS 2015* (pp.120–136). Retrieved from <https://www.idunn.no/vi-kan-lykkes-i-realfag#/contents>
- 93 Furtak, E.M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D.C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-base science teaching: a meta-analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300–329.
- 94 Teig, N., Scerer, R., & Nilsen, T. (2018). More isn't always better: the curvilinear relationship between inquiry-based teaching and student achievement in science. *Learning and Instruction*, 56, 20–29.
- 95 Rönnebeck, S. Bernholt, S., & Rophol, M. (2016). Searching for common ground—a literature review of empirical research in scientific inquiry activities. *Studies in Science Education*, 52(2), 161–197.
- 96 Carroll, J.B. (1963). A model of school learning. *Teachers College Record*, 64, 723–733.
- 97 Schmidt, W.H., Burroughs, N.A., & Houang, R.T. (2015). The role of schooling in perpetuating educational inequality: an international perspective. *Educational Researcher*, 44, 371–386.
- 98 Fan, H., Xu, J., Cai, Z., He., & Fan, X. (2017). Homework and students' achievement in math and science: a 30-year meta-analysis, 1986–2015. *Educational Research Review*, 20, 35–54.

- 99 Fernández-Alonso, R., Álvarez-Díaz, M., Suárez-Álvarez, J., & Muñiz, J. (2017). Students' achievement and homework assignment strategies. *Frontiers in Psychology*, 8, 1-11.
- 100 Black, P. & Wiliam, D. (2018). Classroom assessment and pedagogy. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 25(6), 551-575.
- 101 Shepard, L.A. (2000). The role of assessment in a learning culture. *Educational Researcher*, 29(7), 4-14.
- 102 Veldhuis, M. & van den Heuvel-Panhuizen, M. (2020). Supporting primary school teachers' classroom assessment in mathematics education: effects on student achievement. *Mathematics Education Research Journal*, 32, 449-471.
- 103 Faber, J.M., Luyten, H., & Visscher, A.J. (2017). The effects of a digital formative assessment tool on mathematics achievement and student motivation: results of a randomized experiment. *Computers & Education*, 106, 83-96.
- 104 Fishman, B., Riconscente, M., Snider, R., Tsai, T., & Plass, J. (2014). *Empowering educators: Supporting student progress in the classroom with digital games*. Ann Arbor: University of Michigan. Retrieved from gamesandlearning.umich.edu/agames
- 105 McKnight, K., O'Malley, K., Ruzic, R., Horsley, M.K., Franey, J.J., & Bassett, K. (2016). Teaching in a digital age: How educators use technology to improve student learning. *Journal of Research on Technology in Education*, 48(3), 194-211.
- 106 Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Foy, P., Kelly, D.L., & Fishbein, B. (2020). *TIMSS 2019 international results in mathematics and science*. Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/international-results/>
- 107 Ertmer, P.A., & Ottenbreit-Leftwich, A.T. (2010). Teacher technology change: How knowledge, confidence, beliefs, and culture intersect. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(3), 255-284.
- 108 Gerick, J., Eickelmann, B., & Bos, W. (2017). School-level predictors for the use of ICT in schools and students' CIL in international comparison. *Large Scale Assessments in Education*, 5(5), 1-13.
- 109 Hatlevik, O.E. (2017). Examining the relationship between teachers' self-efficacy, their digital competence, strategies to evaluate information, and use of ICT at school. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 61(5), 555-567.
- 110 Oliver, R.M., Wehby, J.H., & Reschly, D.J. (2011). Teacher classroom management practices: effects on disruptive or aggressive student behavior. *Campbell Systematic Reviews*, 7, 1-55.
- 111 Herman, K.C., Reinke, W.M., Dong, N., & Bradshaw, C.P. (2020). Can effective classroom behavior management increase student achievement in middle school? Findings from a group randomized trial. *Journal of Educational Psychology*. Advance online publication. <http://dx.doi.org/10.1037/edu0000641>
- 112 Van Dijk, W., Gage, N.A., & Grasley-Boy, N. (2019). The relation between classroom management and mathematics achievement: a multilevel structural equation model. *Psychology in the Schools*, 56, 1173-1186.
- 113 Fought, E.L., Williams, P.L., Willows, N.D., Asbridge, M., & Veugelers, P.J. (2017). The association between food insecurity and academic achievement in Canadian school-aged children. *Public Health Nutrition*, 20(15), 2778- 2785.
- 114 Taras, H. (2005). Nutrition and performance at school. *Journal of School Health*, 75(6), 199-213.
- 115 Deci, E.L., & Ryan, R.M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York: Plenum Press.
- 116 Kennedy, J., Quinn, F., & Lyons, T. (2020). The keys to STEM: Australian year 7 students' attitudes and intentions towards science, mathematics and technology courses. *Research in Science Education*, 50, 1805-1832.
- 117 Raccanello, D., Brondino, M., Moé, A., Stupnisky, R., & Lichtenfeld, S. (2019). Enjoyment, boredom, anxiety in elementary schools in two domains: relations with achievement. *The Journal of Experimental Education*, 87(3), 449-469.

- 118 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.
- 119 Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: W.H. Freeman and Company.
- 120 Namkung, J.M., Peng, P., & Lin, X. (2019). The relation between mathematics anxiety and mathematics performance among school-aged students: a meta-analysis. *Review of Educational Research*, 89(3), 459–496.
- 121 Raccanello, D., Brondino, M., Moé, A., Stupnisky, R., & Lichtenfeld, S. (2019). Enjoyment, boredom, anxiety in elementary schools in two domains: relations with achievement. *The Journal of Experimental Education*, 87(3), 449–469.
- 122 Mujtaba, T., Sheldrake, R., Reiss, M.J., & Simon, S. (2018). Students' science attitudes, beliefs, and context: associations with science and chemistry aspirations. *International Journal of Science Education*, 40(6), 644–667.
- 123 Tai, R.H., Liu, C.Q., Maltese, A.V., & Fan, X. (2006). Planning early for careers in science. *Science*, 312, 1143–1144.
- 124 Fraillon, J., Ainley, J., Schulz, W., Friedman, T., & Duckworth, D. (2020). *Preparing for life in a digital world. IEA International Computer and Information Literacy Study 2018 international report*. Cham, Switzerland: Springer.
- 125 Kirscher, P.A., & De Bruyckere, P. (2017). The myths of the digital native and the multitasker. (2017). *Teaching and Teacher Education*, 67, 135–142.
- 126 Hatlevik, O. E., Throndsen, I., Loi, M., & Guðmundsdóttir, G.B. (2015). Students' ICT self-efficacy and computer and information literacy: Determinants and relationships. *Computers & Education*, 118, 107–119.
- 127 Rohatgi, A., Scherer, R. & Hatlevik, O. (2016). The role of ICT self-efficacy for students' ICT use and their achievement in a computer and information literacy test. *Computers & Education*, 102, 103–116.
- 128 Duncan, G.J. & Magnuson, K. (2013). Investing in preschool programs. *Journal of Economic Perspectives*, 27(2), 109–132.
- 129 Broekhuizen, M.L., Mokrova, I.L., Burchinal, M.R., & Garrett-Peters, P.T. (2016). Classroom quality at pre-kindergarten and kindergarten and children's social skills and behavior problems. *Early Childhood Research Quarterly*, 36, 212–222.
- 130 Mashburn, A.J., Pianta, R.C., Hamre, B.K., Downer, J.T., Barbarin, O.A., Bryant, D., Burchinal M., Early D.M., & Howes, C. (2008). Measures of classroom quality in prekindergarten and children's development of academic, language, and social skills. *Child Development*, 79(3), 732–749.
- 131 Martin, M.O., Mullis, I.V.S., & Foy, P. (2011). Age distribution and reading achievement configurations among fourth-grade students in PIRLS 2006. *IERI Monograph Series: Issues and Methodologies in Large-scale Assessments*, 4, 9–33.
- 132 García-Pérez, J., Hidalgo-Hidalgo, M., & Robles-Zurita, J.A. (2014). Does grade retention affect students' achievement? Some evidence from Spain. *Applied Economics*, 46(12), 1372–1392.
- 133 Kretschmann, J., Vock, M., Lüdtke, O., Jansen, M., & Gronostaj, A. (2019). Effects of grade retention on students' motivation: A longitudinal study over 3 years of secondary school. *Journal of Educational Psychology*, 111(8), 1432–1446.
- 134 Mathys, C., Véronneau, M., & Lecocq, A. (2019). Grade retention at the transition to secondary school: using propensity score matching to identify consequences on psychosocial adjustment. *Journal of Early Adolescence*, 39(1), 97–133.
- 135 Stacey, O., De Lazzari, G., Grayson, H., Griffin, H., Jones, E., Taylor, A., & Thomas, D. (2018). The globalization of science curricula. *IEA Research for Education (A Series of In-depth Analyses Based on Data of the International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA))*, Volume 3. Springer, Cham.

