

Програмски одбор конференције:

1. И. Авиани (Сплит)
2. М. Бабић (Бијељина)
3. Д. Димитријевић (ДФН)
4. Н. Ерцег (Ријека), потпредседник
5. А. Жекић (Београд)
6. О. Зајков (Скопје)
7. Т. Јовановић (Ниш)
8. С. Јокић (Београд)
9. А. Канцлер (Марибор)
10. М. Ковачевић (Крагујевац)
11. В. Мешкић (Сарајево)
12. Б. Митревски (Скопје), потпредседник
13. М. Митровић (Београд)
14. Љ. Нешић (Ниш), председник
15. Д. Никезић (Крагујевац)
16. П. Николаус (Ријека)
17. С. Радуловић (Алексинач), секретар
18. Р. Репник (Марибор), потпредседник
19. М. Стојановић (Нови Сад),
потпредседник
20. М. Шћепановић (Подгорица)

Организациони одбор:

1. Д. Радичевић, председник
2. Д. Вељковић, потпредседник
3. Ч. Ракић, потпредседник
4. Ј. Тончић, потпредседник
5. Д. Петковић, потпредседник
6. В. Поповић
7. С. Радуловић
8. Б. Симић
9. В. Младеновић
10. А. Вуковић
11. С. Величковић
12. Г. Жалац
13. С. Петровић
14. Т. Франета
15. М. Божић
16. М. Бојковић
17. А. Петровић
18. М. Бабић
19. Д. Димитријевић
20. А. Миљковић
21. М. Хабе
22. Б. Милошевић

Уредник:

Љубиша Нешић

Технички уредник:

Љубиша Нешић

Наслов:

„Зборник радова 10. Међународне конференције о настави физике у средњој школи“

Покровитељ:

Општина Алексинач

Издавач:

Алексиначка гимназија и Библиотека „Вук Караџић“ Алексинач

За издавача:

мр Данијела Вељковић

Штампарија:

ЗИП Графика Алексинач

CIP - Каталогизација у публикацији Народна библиотека Србије, Београд
371.3::53(082)
МЕЂУНАРОДНА конференција о настави физике у средњој школи (10; 2023 ; Алексинач)
Зборник радова 10 Међународне конференције о настави физике у средњој школи, Алексинач, 24 – 26. март, 2023 / [уредник Љубиша Нешић].
- Алексинач : Алексиначка гимназија ; Београд : Библиотека "Вук Караџић", 2023 (Алексинач : ЗИП Графика). - 235 стр. : илустр. ; 24 cm
Текст ћир. и лат. - Радови на више језика. - Тираж 120.
- Стр. 5: Предговор /Данијела Вељковић, Љубиша Нешић.
- Напомене и библиографске референце уз текст.
- Библиографија уз сваки рад
ISBN 978-86-82056-09-6 (ББК)
а) Физика – Настава – Методика – Зборници
COBISS.SR-ID 110526729

Тираж: 120 примерака

CIP - Каталогизација у публикацији Народна библиотека Србије, Београд

Микро ТИМСС тест за детектирање проблема са ТИМСС тестирањима

Оливер Зајков¹, Андријана Ђореска¹, Јана Богданоска², Соња Геговска-Зајкова³, Бранка
Радуловић⁴

¹Универзитет “Св. Кирил и Методиј”, Природно-математички факултет, Скопје,
Македонија

²СУГС “Георги Димитров”, Варшавска 3, Скопје, Македонија

³Универзитет “Св. Кирил и Методиј”, Факултет за електротехнику и
информацијске технологије, Скопје, Македонија

⁴Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Нови Сад, Србија

Апстракт. Резултати постигнути на ТИМСС тестирањима показују да су постигнућа код македонских ученика из године у годину све слабија. У оквиру једног ширег истраживања анализирана је промена наставних садржаја укључених у наставним програмима и уџбеницима физике у задњих 25 година. Анализа показује да се са сваком следећом реформом искључује из наставних програма велики део стандардних наставних садржаја, што је наведена је као један од разлога за слабе резултате на ТИМСС тестовима. Ипак, постојала је претпоставка да разлог за лоше резултате није само наставни садржај, већ и ниво знања, односно није проблем само у квантитету, већ и у квалитету знања. Да би се испитала ова претпоставка, креиран је тест са питањима типа ТИМСС, који тестирају три различита нивоа знања и вештина, баш као и ТИМСС тестови, али који укључује само садржаје из актуелног наставног програма. Независно што питања укључују само актуелни наставни садржај, резултати тестова показују ниска постигнућа на питањима која тестирају виши ниво знања. Разговори са ученицима откривају да постоји проблем са функционалном писменошћу, односно указују на проблем читања са разумевањем.

Кључне речи: ТИМСС, нивои знања, механика, квалитет знања ученика.

УВОД

Идеја за ТИМСС (The Trends in International Mathematics and Science Study) се први пут појавила 1958 године у УНЕСКО-у. Прво истраживање је реализовано 1960 године, а 1995 године се појављује под називом ТИМСС. Данас, одговорна институција за организацију и координацију ТИМСС-а је IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement) и обухвата 60 земаља и преко 100 образовних система.

Македонија учествује у ТИМСС-у од 1999 године, са кратким паузама. На сваком следећем тестирању, постизања македонских ученика су све нижа [1]. Нажалост, македонске образовне институције нису искористиле анализе које ТИМСС нуди како би побољшали образовање и постигнућа ученика. Ово је била мотивација да се открије разлог ниских резултата на ТИМСС-у.

Искуство сугерише да су могући разлози за овакав резултат различитост у садржајима из физике који се изучавају током основног образовања и који се испитују приликом тестирања, и број часова наставе које се реализује у основним школама, а које је повезано

са циљевима који су дефинисани у наставним програмима и стандардима. То је на неки начин дефинисало и циљеве истраживања:

- открити разлике између садржаја и циљева наставе физике у Македонији, са једне стране и светских токова и испитног програма ТИМСС-а, са друге стране,
- открити да ли је разлог ниских постизања садржај који се изучава или ниво циљева учења дефинисан у наставном програму.

На основу дефинисаних циљева креиране су следеће истраживачке активности:

- анализирати наставне садржаје и циљеве у наставним програмима и у уџбеницима из физике за основну школу,
- креирати тестове типа ТИМСС који ће бити усаглашени са македонским наставним програмима из физике и тестирати ученике основних школа.

Анализа наставних садржаја

У оквиру једног ширег истраживања, анализирани су наставни програми и уџбеници физике за основну школу [2]. Анализа наставних програма из 1995 [3,4] и 2000 [5] показује да је садржај проширен са новим темама: таласи, звук, Земља и космос, атомска и нуклеарна физика, пренос топлоте, сеизмички таласи, електрична инсталација у домаћинству, полупроводнички уређаји, сензори и паметне машине. Слична разлика постоји и код уџбеника, што је природно [6,7].

Компарација наставних програма из 1995 и 2016 показује још већу разлику. Дobar део основних физичких појмова који више нису део наставног програма су: сабирање и одузимање сила, први и други Њутнов закон, механички рад, снага, Паскалов закон, Архимедов закон, електрично поље, кондензатори, електромагнетна индукција, магнетно поље струјног проводника, равна и сферна огледала, тотална рефлексација, сочива, толотни капацитет, термодинамички процеси и фазне промене, Омов закон, Кирхофова правила.

Анализа доступних ајтема ТИМСС теста из 1999, 2003 [8,9] и 2011 [10] показује да разлика између садржаја који тестира ТИМСС и наставних садржаја који се уче у Македонији расте са сваком новом реформом.

УЗОРАК И ТЕСТ

Узорак се састоји од 85 ученика који похађају осми разред у три основне школе у Македонији. Родна структура узорка је следећа: 36 (42 %) тестираних ученика су дечаџи, а 49 (58 %) су девојџице.

Тест мери знања из деформације тела. Да би се креирали тестови, прво је формирана база питања, која су верификована од стране четири наставника који предају у основној школи. После корекција и усаглашавања, два наставника су одабрала питања из базе и формирана су два теста сличне тежине. Питања су класификована у три нивоа, на исти начин као што је то урађено на ТИМСС тестовима: први ниво означава најниже ниво и захтева чињенично знање, други ниво захтева примену стеченог знања, док питања на трећем нивоу захтевају размишљање. Сваки од тестова се састоји од 5 питања првог нивоа, 3 питања другог нивоа и 2 питања трећег нивоа. Првих пет питања су питања затвореног типа са понуђеним одговорима, док од осталих пет питања једно питање је затвореног типа са понуђеним одговорима, а четири питања су отвореног типа.

АНАЛИЗА ПИТАЊА И ТЕСТА

Да би тест био ефикасан, он мора задовољавати два критеријума: валидност и поузданост [11, 12, 13]. Валидност теста се мери преко анализе питања: помоћу индекса тежине питања (p -вредност), индекса дискриминације (D) и поинт бисеријалног коефицијента корелације (r_{pbi}).

Индекс тежине

Индекс тежине питања или p -вредност је број који представља део ученика који су одговорили тачно и добија се као однос броја ученика који су тачно одговорили, n_c и укупног броја ученика, n [14]:

$$p = \frac{n_c}{n}. \quad (1)$$

Индекс дискриминативности

Индекс дискриминативности се добија помоћу израза

$$D = \frac{n_{c_high} - n_{c_low}}{\max(n_{high}, n_{low})}, \quad (2)$$

где је n_{c_high} - група испитаника са највишим постигнућима, а n_{c_low} - група испитаника са најнижим постигнућима, $\max(n_{high}, n_{low})$ – број ученика у већој групи. Индекс дискриминативности тестира да ли питање може да одвоји ученике са високим постигнућима од ученика са нижим постигнућима.

Поинт – бисеријални коефицијент корелације

Поинт – бисеријални коефицијент корелације корелише укупне резултате на тесту са тачним одговорима на појединачно питање [15]. Поинт – бисеријални коефицијент корелације се може израчунати на основу формуле (3):

$$r_{pbi} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_0}{\sigma} \sqrt{p(1-p)}, \quad (3)$$

при чему је \bar{X}_1 – просечни резултат на тесту за оне који су задатак тачно решили; \bar{X}_0 – просечни резултат на тесту за све испитанике; σ – стандардна девијација за све испитанике, p - индекс тежине питања.

Кудер Ричардсон 20 индекс

Поузданост теста показује колико је један тест прецизан или другим речима, да ли ће тест дати исти резултат ако се понови више пута са истом групом испитаника, или, да ли ће тест дати слично рангирање према тежини питања, ако се тест понови са различитом групом испитаника. Већа варијабилност резултата, повлачи већу поузданост теста. Једна од мере поузданости теста је Кудер Ричардсон 20 индекс:

$$KR = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k p_i(1-p_i)}{\sigma^2} \right), \quad (3)$$

где је k број питања, p_i је индекс тежине i -тог питања, а σ је варијанса укупног резултата теста. Вредности индекса су између 0 и 1. Тест је прихватљив ако је KR 20 индекс већи од 0,7. Ако је вредност овог индекса мала, прво треба размотрити питања са малим индексом дискриминативности и малим бисеријалним коефицијентом. Она нису конзистентна са

осталим питањима, па могу имати негативан утицај на поузданост читавог теста. *KR 20* индекс се користи за оцењивање поузданости теста чија питања се бодују са 0 или 1 (дихотомна).

РЕЗУЛТАТИ

Валидност теста - анализа питања

Прва група питања на тесту су питања затвореног типа, при чему су понуђена четири одговора. Препоручена *p*-вредност за питања са четири понуђена одговора је 0.6. За Тест 1 *p*-вредност се креће између 0.02 и 0.91. И поред тога што ова вредност одступа од препоручене, сматрамо да су добијене вредности добре, зато што то значи да су нивои тежине питања врло различити. Лака питања омогућавају да ниједан ученик не заврши са потпуно празним тестом, али истовремено тешка питања ће одвојити ђаке са високим могућностима. Подручје *p*-вредности за Тест 2 је уже, од 0.2 до 0.95.

Препоручена вредност индекса дискриминације је већа од 0.3. Питања која имају врло високу *p*-вредност (већу од 0.8) и питања која имају *p*-вредност мању од 0.2 истовремено имају и низак индекс дискриминације, што је логично. Код њих разлика између ученика са високим и са ниским дотигнућима је занемарљива, па је вредност индекса између 0.1 и 0.18. Сагласно са критеријумом, 11 питања од оба теста која имају индекс дискриминације већи од 0.4 су одлична, 3 питања са индексом између 0.3 и 0.39 су добра, једно питање са индексом између 0.2 и 0.29 је прихватљиво, а 5 питања са индексом дискриминације мањим од 0.2 требају бити ревидирана. Анализирани су текстови и дистрактори ових питања и креиране су нове верзије питања, које ће бити проверене следеће школске године, када нова генерациј ученика буде учила тему.

Поинт бисеријални коефицијент корелације мери корелацију укупних резултата теста са тачним одговорима на свако поједино питање, односно ефективну тежину питања. Препоручена вредност је већа од 0.2. Од свих питања у оба теста, само једно питање у Тесту 1 има коефицијент који је мањи од 0.2 и износи 0.16. Сва друга питања су добро корелирана са укупним резултатима тестова.

Конечно, прецизност теста је мерена помоћу Kuder Richardson 20 (*KR20*). *KR20* за Тест 1 износи 0.7, а за Тест 2 износи 0.61. Препоручена вредност је 0.7, што значи да је Тест 1 прецизнији од Теста 2 и да задовољава критеријум.

У Тесту 2 постоје три питања која имају нижу дискриминативност. Очекује се да ће корекције питања побољшати и дискриминативност питања и прецизност теста.

Мисконцепције – знање ученика

У табели 1 дати су резултати питања са избором за два теста. Тачни одговори су осенчани.

ТАБЕЛА 1. Релативна фреквенција одговора на прва шест питања за избором за два теста (%)

	Тест 1						Тест 2					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
а	90.9	2.3	95.5	0.0	0.0	15.9	57.1	4.8	0.0	2.4	50.0	47.6
б	2.3	77.3	0.0	2.3	0.0	9.1	4.8	0.0	2.4	45.2	9.5	31.0
в	2.3	11.4	0.0	79.5	11.4	0.0	38.1	2.4	95.2	14.3	11.9	14.3
г	2.3	6.8	2.3	13.6	86.4	75.0	0.0	92.9	0.0	31.0	28.6	7.1

Резултати показују да код Теста 1 постоји нагомилавање одговора на дистракторима за питања број 4 и 6. Ови дистрактори су заокружени у табели. Нагомилавање одговора на дистрактору в) код питања бр. 4 указује на могућност да ученици нису добро схватили питање или да нису разумели појам паралелног везивања опруга. Код питања бр. 6 нагомилавање одговора на дистрактору а) показује да ученицима није јасно када су два вектора различита, односно једнака. Њима је довољно да два вектора имају исту дужину да би закључили да су вектори једнаки и поред тога што имају различите смерове.

Код Теста 2 постоји могућност за мисконцепције код питања број 1, 4, 5 и 6. Нагомилавање одговора на дистрактору в) код питања бр. 1 показује да ученици придају сили својства која имају жива бића. Дистрактор б) код питања бр. 4 индицира проблеме са јединицама. Код питања бр. 5 нагомилавање одговора на дистрактору г) доводи до закључка да је било довољно само да се помену почетак и крај вектора, односно нападна тачка и стрелица, да би ученици то препознали као тачан одговор. Код дистрактора б) на питању бр. 6 ученици мисле да већи коефицијент опруге значи мања сила и обрнуто. Пошто деформација, односно издужење треба да буде једнако код обе опруге, вероватно сматрају да ако је коефицијент већи, онда сила мора бити мања, да би издужења остала једнака. Већи коефицијент за ове ученике значи да је опруга еластичнија и да се због тога она више деформише, због чега је потребна мања сила да би се одржала иста деформација.

У табели 2 је представљен проценат тачних одговора за свако питање и категоризација по нивоима.

Питања затвореног типа тестирају најнижи ниво, односно први ниво који захтева чињенично знања. Три питања тестирају други ниво, примену стеченог знања, од којих је једно са виšekратним избором, а друга два су отвореног типа, при чему у Тесту 1 једно питање има два подпитања. У табели 2 се може видети које питање је састављено од подпитања и колико подпитања укључује свако од питања.

ТАБЕЛА 2. Процент тачних одговора за свако питање са нивоима питања

Ниво питања	Први ниво					Други ниво				Трећи ниво					
	1	2	3	4	5	6	7	8а	8в	9а	9б	10а	10б	10в	10г
Тест 1	91	61	95	2	86	75	39	34	43	11	18	70	50	11	
Тест 2	57	93	95	31	50	47	71	36		21		74	45	26	29

Може се приметити да проценат тачних одговора опада са растом нивоа питања. У просеку, на Тесту 1 је тачно одговорено на 67 % питања првог нивоа, 48 % питања другог нивоа и 32 % питања трећег нивоа. Слично је и код Теста 2: 62 % тачних одговора на питања првог нивоа, 52 % питања другог нивоа и 39 % питања трећег нивоа.

ДИСКУСИЈА

Анализа питања и теста

Анализа питања са индексом дискриминације мањим од 0.2 довела је до идеје за њихово побољшање. У Тесту 1, питање бр. 1 гласи:

Силу представљамо:

а) вектором силе, б) моментом силе, в) смером силе, г) правцем силе.

91 % ученика је тачно одговорило на питање и због тога дискриминација је врло ниска. Очигледно је да дистрактори нису довољно атрактивни и нису побудили никакве асоцијације код ученика. Главна мисконцепција код дефинисања вектора је реч “дуж”. Због тога је предложено да нови дистрактори буду: вектор, дуж, права и смер.

Питање бр. 4 тестира познавање Хуковог закона за деформацију, тачније разумевање зависности деформације од попречног пресека. Питање тражи да се упореди деформација код једне опруге и код две опруге које су спојене паралелно. Ово је нешто што је предвиђено наставним програмом, а у уџбенику је чак предложен и експеримент, па није било очекивано да ученици остваре лошији резултат. Једино образложење може бити да ученици нису разумели питање, мислећи да је реч о две опруге које су независне једна од друге. Да би били сигурни да су ученици добро разумели питање, предложено је да се питању дода слика на којој ће бити визуелно описана ситуација.

Анализа питања бр. 9 није показала никакве нејасноће у постављању проблема и не постоји начин да се побољша текст. Ово питање изискује од ученика да прочитају податке са слике и да употребе Хуков закон да би израчунали прво коефицијент опруге и да тај податак искористе да би израчунали масу тела.

У Тесту 2, на питање бр. 4, 31 % ученика је одговорило тачно, али чак 45 % ученика је употребило добру формулу и добар поступак, али нису претворили дату дужину у метре. Очигледно је да ученицима јединице нису нешто важно и не обрађују пажњу у којим јединицама су дати подаци.

На питање бр. 9 ученици требају дати објашњење шта ће се догодити са деформацијом, ако једну опругу на чијем крају је закачен тег пренесемо на Месец и да објасне зашто ће се то догодити. Такорећи сви ученици знају да је гравитација на Земљи и на Месецу различита, шта више да је гравитација на Месецу мања од оне на Земљи. Али је само 21 % ученика одговорило да ће деформација на Месецу бити мања од оне на Земљи. Сви остали ученици наводе само да ће деформација бити различита. Ово сугерише на чињеницу да ученици не обрађују пажњу на детаље. Вероватно тај приступ имају не само при тумачењу и опису ситуација и проблема, већ и код читања и анализе проблема, што ограничава њихове могућности за критичко мишљење и решавање проблема.

Питања затвореног типа тестирају први, најнижи ниво, чињенично знања. Релативно добри резултати код ових питања упућују на закључак да су ученици добри када је у питању памћење чињеница. Али, мора се узети у обзир да понуђени одговори омогућавају и препознавање одговора, што значи да висок резултат може значити и препознавање, а не само знање.

Интересантно је да код задатака где треба нешто израчунати, око 20 % ученика решава задатак и на крају не замењује вредности или замени и не израчуна до краја.

Питања где се тражи од ученика да цртају, показују да су ученици непрецизни у цртању. Одговори знају бити нејасни. Ово може бити показатељ да су ученици немарни, али вероватно би требало да се испита и утицај ИКТ уређаја које ученици користе, посебно паметне телефоне, који могу имати утицај на мануелне и моторичке способности, посебно у периоду развоја.

Питања са графицима показују да су ученици добро савладали читање података са графика и релативно добро тумаче значење графичких података. Ипак, на графике се надовезује проблем са рачунањем, који је претходно поменут, односно ученици не знају користити графичке податке за даљу обраду која укључује рачун.

ЗАКЉУЧАК

Тестови који су употребљени су довољно валидни и поуздани. Потребно је да се изврше неке мале корекције које ће још више побољшати карактеристике тестова.

Тестови нису показали постојање неких истакнутих мисконцепција. Нека од нагомилавања одговора на дистракторе показују неке двосмислености питања, које ће бити кориговане.

Ученици добро претстављају векторе, свесни су важности и исправности нападне тачке, што је раније био велики проблем.

Незавршени задаци сугеришу да треба више радити на истрајности код ученика. Може се рећи да ученици имају немаран приступ, који се рефлектује не само на завршавање задатака, где фали само крајњи корак, а то је израчунавање крајње вредности, већ и на цртање и визуелно представљање величина и ситуација.

Са ученицима је потребно више радити на задацима и питањима виших нивоа, који подстичу критичко размишљање, анализу, синтезу и евалуацију.

ЛИТЕРАТУРА

1. M. O. Martin, I.V.S. Mullis, P. Foy, and G. M. Stanco, *TIMSS 2011 International Results in Science*, TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College Chestnut Hill, MA, USA and International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) IEA Secretariat Amsterdam, the Netherlands, p. 61 (2012).
2. O. Zajkov, J. Bogdanoska, A. Gjoreska, *TIMSS vs Macedonian Physics Curriculum*, *Conference Proceedings CSPM 2022*, September 15th - 18th, Ohrid, Macedonia, p.114 (2022).
3. Лазар Тодоровски, *Физика за VII одделение*, Просветно дело, Скопје (1988).
4. Боривоје Видески, Ѓорѓи Анастасов, Јован Созовски, *Физика за VIII одделение*, XII издание, Просветно дело, Скопје (1997).
5. Стивен Попл, Питер Вајтхед, *Координирана наука, Физика*, Второ издание, Просветно дело, Скопје (1999).
6. Симеон Гешоски, Фердинанд Нонкуловски, *Физика за седмо одделение*, Министерство за образование и наука на Република Македонија (2009).
7. Симеон Гешоски, Фердинанд Нонкуловски, *Физика за осмо одделение*, Министерство за образование и наука за Република Македонија, Скопје (2010).
8. Физика – Наставна програма и упатство за реализација за VII и VIII одделение, Министерство за образование и физичка култура, Педагошки завод на Македонија, Скопје (1995).
9. Наставна програма ФИЗИКА за VIII одделение, Биро за развој на образованието, Скопје (2016).
10. Наставна програма ФИЗИКА за IX одделение, Биро за развој на образованието, Скопје (2016).
11. O. Zajkov, S. Gegovska-Zajkova, *Kako testirati testove*, *Nastava fizike*, **7**, 1-16, (2018).
12. K. Quaigrain, A. K. Arhin, "Using Reliability and Item Analysis to Evaluate a Teacher-Developed Test in Educational Measurement and Evaluation", *Cogent Education*, **4**, 1 – 11 (2017).
13. S. H. Ali, P. A. Carr, K. G. Ruit, "Validity and Reliability of Scores Obtained on Multiple-Choice Questions: Why Functioning Distractors Matter", *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, **16**, 1, 1-14 (2016).
14. W. Mahjabeen, S. Alam, U. Hassan, T. Zafar, R. Butt, S. Konain, M. Rizvi, "Difficulty Index, Discrimination Index and Distractor Efficiency in Multiple Choice Questions", *Ann. Pak. Inst. Med. Sci.*, **13**, 4, 310-315 (2017).
15. S. Varma, "Preliminary Item Statistics Using Point-Biserial Correlation and p-values", Educational Data Systems, Inc. 15850 Concord Circle, Suite a Morgan Hill, CA 95037, Retrieved from <https://icesom.marshall.edu/media/24104/Item-Stats-Point-Biserial.pdf>