

ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ
Валентине Костић

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ	
1.	Датум и орган који је именовео комисију 14.12.2017. године, Наставно-научно веће Природно-математичког факултета Универзитета у Новом Саду.
2.	Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен: 1. др Љиљана Гајић , редовни професор, ужа научна област Анализа и вероватноћа, изабрана у звање 16.02.1993., Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, председник. 2. др Ђурђица Такачи , редовни професор, ужа научна област Анализа и вероватноћа, изабрана у звање 15.3.1997, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, ментор. 3. др Светлана Шпановић , редовни професор, ужа научна област Педагошке науке, изабрана у звање 17.9.2013, Педагошки факултет у Сомбору, Универзитет у Новом Саду, члан. 4. др Тони Кондева Чехларова , професор, ужа научна област Дидактика математике Методика на обучението по математика, Институт за математику и информатику Бугарске академије наука, члан. 5. др Петар Ђапић , доцент, ужа научна област Алгебра и математичка логика, изабран у звање 01.06.2009, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, члан.
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ	
1.	Име, име једног родитеља, презиме: Валентина (Ђорђе) Костић
2.	Датум рођења, општина, држава: 14. 1. 1967, Пирот, Република Србија
3.	Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Филозофски факултет Универзитета у Нишу, студијски програм Математика, дипломирани математичар, 1991. Природно-математички факултет Универзитета у Нишу, студијски програм Математика, дипломирани математичар – мастер, 2011.
4.	Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2012/2013, Докторске академске студије Методике наставе математике.

5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране:
6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука:
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
Когнитивно-визуелни приступ заснован на графичком приказу функције у решавању математичких проблема
IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
<p>У докторској дисертацији је представљено педагошко истраживање које се односи на теоријско и експериментално испитивање и проучавање ефеката примене когнитивно-визуелног приступа заснованог на примени графичких репрезентација у обради наставних садржаја из области функција и њихових примена. На основу теоријских принципа когнитивно-визуелног приступа, осмишљени су и креирани оригинални дидактичко-методички модели за реализацију садржаја из области: математичке анализе (функције и извод функције); проблема смеше (проблеми мешања раствора); линеарне функције и њене примене на решавање проблема (проблеми из области алгебре, физике и реалног окружења). Кључни аспекти предложеног методичког приступа су: визуелизација, вишеструке репрезентације, концептуална знања, постепени прелазак ка вишим нивоима апстракције у развоју математичког мишљења, као и планска и систематска употреба рачунара са одговарајућом софтверском подршком. Когнитивно-визуелни приступ је имплементиран у средњошколску и високошколску наставу математике. Сprovedено је емпиријско истраживање у оквиру којег је реализовано пет педагошких експеримената, а евалуација остварених ефеката извршена је поређењем постигнућа ученика/студената експерименталних (когнитивно-визуелних) и контролних (традиционалних) група на тестовима знања. На основу резултата добијених истраживањем, утврђено је да примена когнитивно-визуелног приступа заснованог на графичком и динамичком приказу функције у презентовању математичких садржаја и решавању проблема, у рачунарском окружењу, има значајан утицај на квалитет знања ученика/студената и оствареност оптималних резултата у учењу и разумевању наставних садржаја из области функција и њихових примена на решавање проблема.</p> <p>Докторска дисертација је написана латиничним писмом, на 226 страна А4 формата. Садржи: 6 глава, 16 поглавља, 50 потпоглавља, 76 слика, 8 шема, 6 графикана, 23 табеле и 207 референци. На почетку докторске дисертације налазе се Предговор и Садржај, а на крају списак коришћене литературе, биографија кандидаткиње и кључна документација на српском и енглеском језику.</p> <p>Садржај докторске дисертације: Предговор (стр. i), Садржај (стр. ii–iii), 1. Увод (стр. 1–8), 2. Теоријски оквир истраживања (стр. 9–30), 3. Когнитивно-визуелни приступ садржајима математичке анализе (стр. 31–124), 4. Визуелизација проблема смеше (стр. 125–176), 5. Визуелизација графиком линеарне функције (стр. 177–196), 6. Закључак (стр. 197–203), Литература (стр. 204–216), Биографија (217–219), Кључна документацијска информација (стр. 220–223).</p>
V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
<p>У првој глави докторске дисертације, кандидаткиња је јасно и концизно приказала основна полазишта у истраживању, истичући актуелност, потребу и значај одабраног предмета истраживања, као и проблемска питања којима се студија бави. Циљ и карактер истраживања експлицитно су одређени и операционализовани кроз истраживачке задатке и општу хипотезу. У уводном делу прецизно је дата структура дисертације уз сажет приказ тока и резултата истраживања.</p> <p>У другој глави дисертације приказан је теоријски оквир истраживања који је адекватно структуриран, даје јасан и свеобухватан увид у предмет истраживања и представља добру основу за формулисање истраживачког нацрта. Кандидаткиња је користила значајан број релевантне и актуелне литературе, што указује да добро и продубљено познаје изабрани проблем истраживања. Кроз критички компаративни преглед савремене литературе приказани су дидактичко-методички аспекти когнитивно-визуелног приступа и његове имплементације у процес наставе/учења. Посебна пажња је посвећена вишеструким репрезентацијама и математичкој визуелизацији, њиховој улози и значају у процесу учења. Наведене су предности реализације наставе у мултирепрезентативном визуелном окружењу, као и ограничења и могући проблеми и потешкоће са којима се наставници и ученици могу суочити. Такође је разматрана примена рачунарске технологије и динамичких</p>

интерактивних образовних софтвера, као и основних принципа когнитивне теорије мултимедијалног учења у дизајнирању наставних садржаја и реализацији когнитивно-визуелног приступа у наставној пракси.

Трећа глава дисертације је посвећена примени когнитивно-визуелног приступа настави/учењу математичке анализе и приказана је у пет поглавља.

У првом поглављу на паралели традиционалних и савремених методичких приступа кандидаткиња разматра проблем заступљености: процедуралних и концептуалних знања, формално симболичких и визуелних аспеката наставних садржаја, као и вишеструких репрезентација. Такође је дала осврт на садржаје математичке анализе који се изучавају у нашем образовном систему, посебно у гимназијском образовању.

У другом поглављу кандидаткиња презентује оригинални дидактичко-методички модел који је осмислила и креирала за реализацију одабраних садржаја математичке анализе у наставној пракси. Јасно су изложене основне поставке когнитивно-визуелног приступа настави/учењу математичке анализе, са посебним акцентом на два фундаментална концепта: функцију и извод функције. Дат је упоредни преглед традиционалне и когнитивно-визуелне концепције у обради извода функције. Приказани су математички задаци са графичким садржајима и/или захтевима и дати су примери задатака помоћу којих се успостављају везе између алгебарских и графичких репрезентација функције и извода функције које нису заступљене у традиционалним наставним садржајима. С обзиром на то да постоји широк опсег задатака који се могу користити у настави, кандидаткиња је извршила класификацију по различитим критеријумима који одражавају њихове методичке особености и на основу тога је дала типологију задатака са графичким садржајима и/или захтевима.

Треће поглавље детаљно приказује когнитивно-визуелни приступ обради наставне теме „Извод функције” у четвртог разреда гимназије. Предложени методички приступ афирмише графичке репрезентације као полазну сазнају тачку за формирање веза између различитих репрезентација функције и извода функције у процесу стицања концептуалних знања и решавању проблема. Кандидаткиња је дала преглед когнитивно-визуелних наставних материјала, навела је њихове специфичности и предложила реализацију наставних активности применом различитих метода и облика рада. Затим је примену когнитивно-визуелног приступа детаљно развила у оквиру мањих методичких целина предвиђених наставним програмом: увођење појма првог извода функције, геометријска интерпретација првог извода, монотоност функције, екстремне вредности, цртање графика функције и систематизација градива. У оквиру сваке целине детаљно је објашњена реализација методички трансформисаних садржаја и примена когнитивно-визуелних наставних материјала, приказани су основни типови задатака са графичким садржајима и/или захтевима и методички аспекти њихове примене у наставној пракси.

Последња два поглавља посвећена су експерименталном делу истраживања и емпиријској евалуацији когнитивно-визуелног приступа подучавању/учењу одабраних садржаја математичке анализе. У четвртог поглављу је приказан методолошки оквир експерименталног истраживања спроведеног са ученицима четвртог разреда гимназије и са студентима прве године основних студија физике. Ово поглавље је написано у складу са важећим стандардима емпиријских истраживања у методици наставе и садржи детаљан опис истраживачке процедуре. Предмет истраживања је утемељен на актуелним научним ставовима и сазнањима. Циљ и карактер истраживања јасно су одређени и конкретизовани кроз истраживачке задатке, општу и посебне хипотезе. Кандидаткиња је дескриптивном методом представила узорак, методе, технике и инструменте истраживања. Инструменти истраживања су адекватно одабрани и описани. Статистичка обрада добијених резултата и интерпретација главних налаза истраживања изложени су у петом поглављу треће главе. Резултати су представљени и интерпретирани према дефинисаним истраживачким задацима и постављеним хипотезама. Анализа резултата је добро структурирана и логично организована, те праћена дискусијом о добијеним налазима и њиховим повезивањем са теоријском основом.

У четвртој глави дисертације представљено је педагошко истраживање спроведено у циљу испитивања и утврђивања ефеката примене когнитивно-визуелног приступа у изучавању садржаја који се односе на проблем смеше. Кандидаткиња се фокусира на визуелизацију проблема мешања раствора графичком репрезентацијом линеарне функције и притом успоставља корелацију наставних садржаја математике и хемије у смислену, усклађену и функционалну целину. Детаљно су објашњене геометријска и графичка репрезентација проблема мешања раствора, као и предност примене образовног софтвера *GeoGebra* у циљу повезивања визуелних и алгебарских

репрезентација. Приказани су наставни материјали креирани за потребе овог истраживања и разматране су њихове карактеристике с аспекта основних начела мултимедијалног дидактичког дизајна и когнитивно-визуелног приступа настави/учењу. На крају ове главе, кандидаткиња презентује методолошки оквир истраживања спроведеног са студентима основних студија хемије, као и детаљану анализу и интерпретацију резултата добијених након спроведених статистичких поступака.

Пета глава дисертације приказује педагошко истраживање ефеката примене когнитивно-визуелног приступа у реализацији садржаја о линеарној функцији и њеној примени на решавање проблема, посебно проблема кретања. Кандидаткиња, у истраживачком процесу, посвећује посебну пажњу корелацији и интеграцији одабраних наставних садржаја математике и физике, у целовит и усклађен контекст који подстиче развој функционалног знања. Предложени методички приступ је базиран на визуелизацији наставних садржаја геометријским и графичким репрезентацијама и развоју визуелног мишљења као основе за разумевање и примену вишеструких репрезентација у успостављању различитих стратегија решавања проблема. Приказани су наставни материјали израђени у софтверу *GeoGebra*, разматрани су дидактичко-методички аспекти реализације когнитивно-визуелног приступа применом симулација у настави/учењу и детаљно су објашњени различити начини решавања проблема кретања. Презентован је методолошки оквир педагошког истраживања спроведеног са ученицима првог разреда гимназије, као и статистичка обрада података, анализа резултата и интерпретација главних налаза истраживања.

У шестој глави дисертације кандидаткиња је интегрисала закључке теоријског и емпиријског дела истраживања и представила их јасно и концизно. Дате су педагошке импликације спроведеног истраживања и опште препоруке које би биле од значаја за ефикасну реализацију когнитивно-визуелног приступа у наставној пракси. Такође су назначене и смернице за даља истраживања.

У делу Литература, коришћене литературне јединице коректно су наведене и омогућавају увид у проблематику која је изложена у дисертацији.

Комисија је позитивно оценила све делове докторске дисертације.

VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

Kostić, V., Stankov-Jovanović, V., Sekulić, T., & Takači, D. (2016). Visualization of problem solving related to the quantitative composition of solutions in the dynamic GeoGebra environment. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(1), 120-138. (M21)

Kostić, V., & Sekulić, T. (2014). Extreme Values of Function in GeoGebra Style. *VisMath*, 16 (1). Retrieved from http://elib.mi.sanu.ac.rs/files/journals/vm/56/vm_1.pdf (M53)

Sekulić, T., & **Kostić, V.** (2014). Mathematical Workshops, Learning and Popularization of Mathematics. *VisMath*, 16 (1). Retrieved from http://elib.mi.sanu.ac.rs/files/journals/vm/56/vm_7.pdf (M53)

Костић, В. и Секулић, Т. (2014). Математичко моделовање у универзитетској настави математике. *ДИТ*, XX (21-22), 89-93. (M53)

Takači, Đ., & **Kostić, V.** (2014). Cognitive-visual approach to the teaching topic "Derivative of a function". *Fifth Central and Eastern European Conference on Computer Algebra and Dynamic Geometry Systems in Mathematics Education*, Poster section, September 26-29, 2014. Halle (Saale), Germany. (M33)

Костић, В. (2014). Моделирање проблема равномерног кретања у GeoGebri. У: *Култура, комуникација, компјутер – зборник радова пете међународне конференције гимназија ЗК* (стр. 63-73), Нови Сад: Педагошко друштво Војводине: Гимназија „Исидора Секулић“. (M33)

Костић, В., Станков-Јовановић, В. и Секулић, Т. (2015). Моделирање проблема смеше у GeoGebra окружењу. У: *Култура, комуникација, компјутер – зборник радова шесте међународне конференције гимназија ЗК* (стр. 204-214). Нови Сад: Педагошко друштво Војводине: Гимназија „Исидора Секулић“. (M33)

Kostić, V.(2013). Izvod funkcije i njegove primene–zadatak u slici.U:*Zbornik radova četvrtog simpozijuma*

„*Matematika i primene*” (str. 68-78). Beograd: Univerzitet u Beogradu, Matematički fakultet. (M63)

Kostić, V. i Sekulić, T. (2014). Učenje po Poljinih principima u GeoGebra okruženju. U: *Zbornik radova petog simpozijuma „Matematika i primene”* (str. 104-112). Beograd: Univerzitet u Beogradu, Matematički fakultet. (M63)

Костић, В., Секулић, Т. и Станковић-Ђорђевић, М. (2014). Формирање почетних математичких појмова – од визуелног до симболичког. У: *Хolistички приступ у предшколској педагозији – теорија и пракса, Зборник радова другог стручно-научног скупа са међународним учешћем ХОЛИПРИ 2014* (стр. 188-199). Пирот: Висока школа струковних студија за образовање васпитача Пирот. (M63)

Стручни рад:

Kostic, V., Sekulic, T. (2015). Visualized problems in the teaching topic "Derivative of a function". Teaching material developed for project IPA HU-SRB/1203/221/024: *Non-Standard Forms of Teaching Mathematics and Physics, Mathematics and Computer-Aided Modeling in Sciences*. Bolyai Institute Department of Medical Physics and Medical Informatics University of Szeged Hungary, Department of Mathematics and Informatics Faculty of Sciences University of Novi Sad Serbia, 2015. Retrieved from http://www.model.u-szeged.hu/index.php?action=edoc&cmd=show_edoc&edoc_id=42

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

У докторској дисертацији приказани су оригинални дидактичко-методички модели базирани на когнитивно-визуелном приступу настави/учењу, примени иновативних наставних материјала и рачунарских технологија у изучавању наставних садржаја који се односе на функције и њихове примене. На основу теоријских принципа когнитивно-визуелног приступа, осмишљени су и креирани дидактичко-методички модели за реализацију садржаја из области:

- математичке анализе (функције и извод функције),
- проблема смеше (проблеми мешања раствора),
- линеарне функције и њене примене на решавање проблема (проблеми из области алгебре, физике и реалног окружења),

у циљу континуиране и ефикасне примене графичких репрезентација функција у настави/учењу, са посебним акцентом на испитивање функција и њихову примену у решавању проблема.

Когнитивно-визуелни приступ је имплементиран у средњошколску и високошколску наставу. Спроведено је емпиријско истраживање у оквиру кога је у периоду од 2013. до 2015. године реализовано пет педагошких експеримената у којима је учествовало 642 испитаника (342 ученика и 300 студената).

Експериментално испитивање ефикасности увођења и примене когнитивно-визуелног приступа у изучавању одабраних садржаја математичке анализе, спроведено је током две школске године са ученицима четвртог разреда природно-математичког смера гимназије и студентима прве године основних студија физике.

Истраживање са ученицима је реализовано на намерном узорку од 222 испитаника који су били подељени у две групе (експерименталну и контролну). Групе су имале приближно једнак број ученика и биле су уједначене на основу оцена из математике у претходна три разреда. На почетку школске године ученици су радили иницијални тест. Анализом резултата иницијалног тестирања утврђена је уједначеност група на основу предзнања из области функције. Експериментални програм је реализован током првог полугодишта, у обради наставне теме Извод функције. Одабрани наставни садржаји су дидактичко-методички трансформисани, обликовани и реализовани когнитивно-визуелним приступом са експерименталном групом ученика. У раду са ученицима експерименталне групе коришћени су унапред припремљени *GeoGebra* радни листови и *Power Point* презентације за обраду следећих наставних садржаја: увођење појма првог извода функције, геометријска интерпретација извода функције, монотоност функције, екстремне вредности функције, конвексност, конкавност и превојне тачке, цртање графика функције и систематизацију градива. У контролној групи, настава се одвијала према програму математике, на уобичајени начин, применом традиционалних методичких приступа. Након завршетка експерименталног програма, почетком другог полугодишта, спроведено је финално тестирање знања ученика. Евалуација остварених ефеката примене иновативног методичког приступа извршена је поређењем постигнућа

ученика експерименталне и контролне групе на финалном тесту. Статистички је потврђено, са сигурношћу од 99%, да су ученици експерименталне групе остварили значајно боље резултате у односу на ученике контролне групе. Експериментално истраживање је показало позитиван утицај примене когнитивно-визуелног приступа у настави/учењу одабраних садржаја математичке анализе у рачунарском окружењу, на квалитет знања ученика и оствареност оптималних резултата у учењу и изучавању наставних садржаја из области функције и извод функције.

Експериментално испитивање ефеката реализације когнитивно-визуелног приступа обради одабраних садржаја математичке анализе у високошколској настави математике, спроведено је на Природно-математичком факултету у Новом Саду, са студентим прве године студија физике. Истраживање је реализовано на намерном узорку од 120 студената који су били подељени у две групе. Групе су биле уједначене на основу предзнања из области функције, које је испитано иницијалним тестирањем. Анализа резултата овог истраживања показала је да је група студената са којима су одабрани садржаји математичке анализе обрађени когнитивно-визуелним приступом остварила статистички значајно боље резултате у знању из области извода функције и његове примене у испитивању функција, у односу на групу студената са којима су садржаји обрађени традиционалним начином рада.

Експериментално испитивање ефеката примене когнитивно-визуелног приступа у реализацији одабраних садржаја из области проблема смеше (проблеми мешања раствора) реализовано је на Природно-математичком факултету у Нишу, током две академске године. Прве године, когнитивно-визуелни приступ је био заснован на визуелизацији проблема мешања раствора апстрактном визуелном репрезентацијом (графиком линеарне функције). Резултати овог истраживања су показали сврсисходност примене иновативног методичког приступа, али су дали и важне информације, на основу којих су размотрене дидактичко-методичке могућности његовог унапређења у циљу постизања што бољих исхода учења. Због тога је и наредне године спроведено истраживање у коме је когнитивна визуелизација наставних садржаја била проширена увођењем конкретне визуелне (геометријске) репрезентације проблема мешања раствора. У другом истраживању, когнитивно-визуелни приступ је био базиран на примени конкретне и апстрактне визуелне репрезентације и њиховом повезивању са алгебарском репрезентацијом проблема мешања раствора. Проблем мешања раствора је моделиран и динамички визуелизован у софтверу *GeoGebra* за четири специфична случаја: мешање два раствора, додавање чисте супстанце у раствор, додавање и испаравање воде из раствора.

У истраживању је учествовало укупно 180 студената основних студија хемије. Оба истраживања су спроведена на стратификованим намерним узорцима од 90 студената (по 30 студената прве, друге и треће године). На основу резултата иницијалног тестирања, студенти су били подељени у две групе са једнаким бројем студената који су на истој години студија и уједначеног предзнања из области проблема мешања раствора. У току експеримента, студенти експерименталних група су одабране садржаје изучавали когнитивно-визуелним приступом уз примену *GeoGebra* наставних материјала. Наставне активности су промовисале примену проблемске и истраживачке методе у рачунарском окружењу, као и индивидуализацију процеса учења. Са студентима контролних група изведена је настава тако да су се одабрани садржаји изучавали алгебарским приступом, применом традиционалних наставних метода. Утврђивање ефеката примене иновативног методичког приступа извршено је поређењем резултата студената експерименталних и контролних група остварених на финалном тесту. У оба истраживања статистички је потврђено да су студенти експерименталне групе остварили значајно боље резултате у односу на студенте контролне групе. Експериментално истраживање је показало позитиван утицај примене когнитивно-визуелног приступа у обради одабраних садржаја из области проблема смеше у рачунарском окружењу, на квалитет знања студената и оствареност оптималних резултата у учењу и изучавању проблема мешања раствора.

Ефикасност примене когнитивно-визуелног приступа у реализацији садржаја о линеарној функцији и њеној примени на решавање проблема, посебно проблема кретања, испитана је спровођењем педагошког експеримента са ученицима првог разреда природно-математичког смера гимназије. У истраживању је учествовало 120 ученика који су били подељени у две групе. Групе су биле уједначене на основу резултата завршног испита из математике на крају основног образовања. Анализа резултата овог истраживања показала је да је група ученика са којима су одабрани наставни садржаји о линеарној функцији обрађени когнитивно-визуелним приступом остварила статистички значајно боље резултате у знању, разумевању и анализи графичке и алгебарске репрезентације линеарне функције, као и у примени знања у решавању проблема (алгебарских,

физичких, из реалног окружења), у односу на групу ученика са којима су исти садржаји обрађени традиционалним начином рада.

Кроз експериментални рад са ученицима/студентима потврђено је да је, у реалним условима у којима се одржавају наставни часови у нашим школама, реализација когнитивно-визуелног приступа могућа и, штавише, да је препоручљиво да се што чешће користи због вишеструких предности које има у односу на традиционалне методе и поступке у наставној пракси.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Предузете истраживачке активности и коришћене статистичке методе, као и приказани резултати, представљају одговарајућу научну апаратуру, помоћу које је дата адекватна слика утицаја примене когнитивно-визуелног приступа заснованог на графичком приказу функције у презентовању математичких садржаја и решавању проблема, у рачунарском окружењу, на квалитет знања ученика/студената и оствареност оптималних резултата у учењу и разумевању наставних садржаја из области функција и њихових примена на решавање проблема.

У прикупљању података кандидаткиња је користила обимну, релевантну и актуелну литературу из области методике наставе математике, педагогије и психологије. Резултати истраживања су приказани прегледно и систематично, илустровани су одговарајућим графичким и табеларним приказима. Добијени подаци експерименталног педагошког истраживања детаљно су анализирани у складу са одабраним теоријским оквиром и методологијом педагошког истраживања. Статистички поступци су изабрани у складу са формулисаним циљевима истраживања што се јасно види у деловима дисертације у којима се интерпретирају добијени резултати. Резултати истраживања су јасно и прецизно тумачени, а изведени закључци су добро засновани и јасно аргументовани.

Комисија је усвојила *Извештај тестирања на плагијаризам кандидата Валентине Костић* и констатовала да је дисертација коректно написана, а делови реченица који се поклапају нису симптоматични и не указују на било какав проблем у вези са оригиналним резултатима кандидаткиње.

На основу начина приказивања и тумачења резултата истраживања, може се констатовати да рад садржи оригиналне научне резултате који задовољавају захтеве нивоа докторске дисертације.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме
Докторска дисертација Валентине Костић написана је у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Докторска дисертација садржи све битне елементе који представљају оригиналан научни допринос, написана је и структурирана у складу са захтевима за израду научног дела.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Дисертација представља теоријско-емпиријски истраживачки подухват и, у складу са тим, истичу се њени научни доприноси савременој методици наставе математике.

Теоријски допринос дат је кроз направљен критички компаративни преглед и систематизовање савремених дидактичко-методичких, педагошких и психолошких сазнања, при чему се кандидаткиња усредредила на научне и стручне радове који се односе на математичке репрезентације, визуелизацију, когнитивно-визуелни приступ и примену рачунарске технологије у настави. Посебно значајан допринос са теоријског аспекта огледа се у увођењу задатака са графичким садржајима и/или захтевима у изучавању садржаја математичке анализе, израђеној типологији задатака, идентификовању дидактичко-методичких могућности за њихово ефикасно интегрисање у постојећи наставни план и програм математике за четврти разред гимназије, и разрађеној методици њихове примене у наставној пракси.

Допринос у емпиријском аспекту огледа се у значају испитивања могућности унапређења постојеће наставне праксе увођењем нових методичких приступа изучавању наставних садржаја из области функција. Дисертација даје емпиријску проверу иновирања наставе математике применом когнитивно-визуелног приступа, афирмисањем међупредметне повезаности и интегрисаног приступа реализовању математичких садржаја.

Практични значај дисертације огледа се у осмишљеним, креираним и практично применљивим дидактичко-методичким приступима који се базирају на когнитивно-визуелним принципима у изучавању наставних садржаја из области функција и њихових примена. Иновативни дидактичко-методички модели за реализацију когнитивно-визуелног приступа у настави математике и природних наука (хемије, физике) имају изузетан потенцијал у домену формирања и развијања визуелног мишљења ученика/студената, стицања концептуалних знања, компетентног коришћења репрезентација и унапређивања компетенција за решавање проблема. Наставни материјали коришћени у експерименталном делу истраживања конструисани су у складу са когнитивним теоријама мултимедијалног учења и припремљени су за директну апликацију у настави подржаног рачунарским технологијама. Они могу бити од помоћи наставницима математике, хемије и физике у реализацији одабраних наставних садржаја, когнитивно-визуелним приступом. Осим тога, наставни материјали приказани у дисертацији могу послужити као примери за реализацију других садржаја и подстицај наставницима за коришћење *GeoGebra* образовног софтвера у настави, чиме би се допринело унапређењу образовно-васпитне праксе.

Резултати овог истраживања представљају допринос актуелним разматрањима, анализама и истраживањима на пољу курикуларних реформи које се односе на израду и усвајање образовних стандарда. Стандарди постигнућа ученика за средњошколско математичко образовање обухватају и извешан број стандарда који се односе на разумевање концепта функције, односно извода функције, њихово графичко представљање и примену у решавању проблема. Они су идентификовани као изузетно важни у савременом математичком образовању, али неки од њих нису тестирани јер је за њихову имплементацију потребно да се изврши ревизија наставних планова и програма, да се осмисле наставни садржаји као и начини реализације за њихово адекватно усвајање у пракси. У том смислу, резултати дисертације могу бити од помоћи састављачима наставних планова и програма, ауторима уџбеника и наставницима.

Резултати и концепти изнети у овом раду представљају валидну полазну основу за даља теоријска и емпиријска истраживања когнитивно-визуелног приступа и његове имплементације не само у настави математике, већ и природних наука, што би допринело унапређењу дидактичке теорије и образовне праксе.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања У докторској дисертацији нема недостатака који би утицали на резултат истраживања.
X ПРЕДЛОГ: На основу укупног сагледавања оцене дисертације, Комисија предлаже да се докторска дисертација Валентине Костић под називом „Когнитивно-визуелни приступ заснован на графичком приказу функције у решавању математичких проблема“ прихвати, а кандидаткињи одобри одбрана.

Нови Сад, 20.12.2017.

Комисија

др Љиљана Гајић, редовни професор, председник

др Ђурђица Такачи, редовни професор, ментор

др Светлана Шпановић, редовни професор, члан

др Тони Кондева Чехларова, професор, члан

др Петар Ђапић, доцент, члан

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај.