



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПЕДАГОШКИ ФАКУЛТЕТ У СОМБОРУ
ДОКТОРСКЕ СТУДИЈЕ МЕТОДИКЕ РАЗРЕДНЕ НАСТАВЕ

**ДОПРИНОС ПРИМЕНЕ
ЛАБОРАТОРИЈСКО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛНЕ
МЕТОДЕ КВАЛИТЕТУ ЗНАЊА УЧЕНИКА
РАЗРЕДНЕ НАСТАВЕ О ПРИРОДНИМ
ПОЈАВАМА И ПРОЦЕСИМА**

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Ментор: Проф. др Станко Цвјетићанин Кандидат: Мирјана Маричић

Нови Сад, 2019. године

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПЕДАГОШКИ ФАКУЛТЕТ У СОМБОРУ
КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број: РБР	
Идентификациони број: ИБР	
Тип документације: ТД	Монографска документација
Тип записа: ТЗ	Текстуални штампани материјал
Врста рада (дипл., маг., докт.): ВР	Докторска дисертација
Име и презиме аутора: АУ	Мирјана Маричић
Ментор (титула, име, презиме, звање): МН	др Станко Цвјетићанин, редовни професор
Наслов рада: НР	Допринос примене лабораторијско- експерименталне методе квалитету знања ученика разредне наставе о природним појавама и процесима
Језик публикације: ЈП	Српски (ћирилица)
Језик извода: ЈИ	Српски (ћирилица) / Енглески
Земља публикавања: ЗП	Република Србија
Уже географско подручје: УГП	Војводина
Година: ГО	2019.
Издавач: ИЗ	Ауторски репринт
Место и адреса: МА	Подгоричка 4, Сомбор
Физички опис рада: ФО	(број поглавља: 9 / страница: 348 / графикона 75 / табела: 112 / референци: 311 / прилога: 4)
Научна област: НО	Методика разредне наставе
Научна дисциплина: НД	Методика разредне наставе природе
Предметна одредница, кључне	Експлицитна и имплицитна инструкција,

речи: ПО	квалитет и трајност знања, когнитивно оптерећење, мишљење, лабораторијско-експериментална метода, ученички и демонстрациони једноставни експерименти
УДК	
Чува се: ЧУ	Библиотека Педагошког факултета, Универзитета у Новом Саду, Подгоричка 4, 25000 Сомбор, Србија
Важна напомена: ВН	-
Извод: ИЗ	<p>Досадашања истраживања указују на позитиван допринос примене ЛЕМ, односно сваке врсте експеримената (ученичких - УЕ и демонстрационих - ДЕ) знању ученика разредне наставе из интегрисаних природних наука. УЕ подразумевају примену имплицитне инструкције, док демонстрациони експерименти подразумевају примену експлицитне инструкције при њиховом извођењу. Међутим, није довољно истражено када при обрађивању одговарајућег садржаја интегрисаних природних наука, у одређеној старосној доби ученика, треба дати приоритет одређеној врсти експеримената, односно којој врсти инструкција за њихову реализацију. Ово је нарочито значајно када се одређени садржаји, које су ученици учили у претходним разредима (вертикално повезани) усложњавају по квалитету, квантитету и обиму. Једни од таквих садржаја су и садржаји о кретању и особинама материјала у трећем разреду.</p> <p>Основни циљ истраживања у овој докторској дисертацији јесте да се испита: допринос примене ЛЕМ, односно УЕ и ДЕ квалитету и трајности знања ученика трећег разреда о кретању и особинама материјала у односу на традиционалну методу (ТМ), као и разлика у доприносу између примене УЕ и ДЕ на истој варијабли (когнитивни домен); мишљење</p>

	<p>ученика о доприносу примене ЛЕМ (УЕ и ДЕ) стицању тих знања (афективни домен) као и; корелација између квалитета и трајности знања ученика о одабраним садржајима са њиховим мишљењем о доприносу примене ЛЕМ (УЕ и ДЕ) стицању тих знања (когнитивно-афективни домен). У истраживању је учествовао $N = 141$ ученик трећег разреда из три основне школе са територије Општине Темерин, који су били подељени у три групе: Е1 (која је одабране садржаје учила уз примену УЕ – имплицитна инструкција), Е2 (која је одабране садржаје учила уз примену ДЕ – експлицитна инструкција) и К (која је исте садржаје учила уз примену ТМ – експлицитна инструкција). Методе истраживања су: метода теоријске анализе, експериментална метода, дескриптивна метода и статистичка метода. Примењене технике су тестирање и анкетирање. Тестирање знања ученика о кретању и особинама материјала спроведено је помоћу теста (пре-теста, пост-теста и ретеста). Анкетирање је реализовано помоћу анкете (пре-анкете и пост-анкете). Питања у обе анкете су креирана према петостепеној скали Ликертовог типа. Пре-анкетом испитано је мишљење ученика Е1 и Е2 групе пре реализације садржаја о кретању и особинама материјала, како би се стекао увид у њихово мишљење о значају примене ЛЕМ у стицању њихових знања у претходним разредима. Пост-анкетом је испитано мишљење ученика Е1 и Е2 групе после реализације ових садржаја, како би се утврдило да ли је дошло до промене у њиховом мишљењу о значају примене ЛЕМ у стицању њихових знања. Резултати пост-анкете су коришћени и за анализу корелације између знања ученика Е1 и Е2</p>
--	--

	<p>групе на пост-тесту и ре-тесту са њиховим мишљења о доприносу примене ЛЕМ.</p> <p>ЛЕМ више (у већој мери УЕ, него ДЕ) у односу на ТМ доприноси укупном квалитету и трајности знања ученика о кретању и особинама материјала. Ученици Е1 групе остварили су квалитетнија знања (на нивоу евалуације) у односу на ученике Е2 групе, као и квалитетнија знања (на нивоу анализе, евалуације и синтезе) у односу на ученике К групе. Ученици Е2 групе остварили су квалитетнија знања (на нивоу примене евалуације и синетезе) у односу на ученике К групе. Трајност знања ученика Е1 групе о приближна је трајности знања ученика Е2 групе на свим когнитивним нивоима. Међутим, ученици Е1 групе показали су знатно боље задржавање наученог о одабраним садржајима у односу на ученике К групе на нивоу разумевања, примене и евалуације. Ученици Е2 групе остварили су приближна знања ученицима К групе по трајности на свим когнитивним нивоима.</p> <p>Када се упореде резултати пре-анкете и пост-анкете закључује се да су после реализације садржаја о кретању и особинама материјала помоћу ЛЕМ ученици обе групе показали позитивније мишљење (на пост-анкети) о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања. Поред наведеног уочено је и то да су ученици Е1 групе показали и знатно позитивније мишљење од ученика Е2 групе о доприносу примене ЛЕМ разумевању одабраних садржаја, њиховој заинтересованости на часовима и развоју социјалне интеракције.</p> <p>Постоји позитивна корелација између квалитета (на нивоу знања, разумевања, примене, анализе и евалуације) и трајности знања (на нивоу знања, разумевања и</p>
--	---

	<p>примене) ученика Е1 групе о одабраним садржајима и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања. Позитивна корелација уочена је и између квалитета (на свим нивоима) и трајности знања (на нивоу знања, разумевања, примене, анализе и евалуације) ученика Е2 групе о одабраним садржајима и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ тим знањима. Јача корелација између испитиваних варијабли код ученика Е2 групе у односу на ученике Е1 групе само је производ тога колико су остварене вредности у оквиру сваке варијабле приближне. С обзиром на то да су ученици Е2 групе остварили слабији успех у односу на ученике Е1 групе у оквиру свих испитиваних варијабли (квалитет и трајност знања о одабраним садржајима и мишљење ученика о доприносу примене ЛЕМ тим знањима), важно је нагласити да су остварене вредности (резултати) између њиховог знања и мишљења приближније (што је проузроковало и јачу корелацију), него код ученика Е1 групе (што је проузроковало нешто слабију корелацију).</p> <p>Сугерише се да би садржаје о кретању и особинама материјала у трећем разреду требало реализовати уз примену једноставних експеримената (УЕ и ДЕ), при чему би предност требало дати УЕ, који се реализују уз примену имплицитне инструкције. Већом применом УЕ, у односу на ДЕ; утицало би се не само на квалитет и трајност знања ученика разредне наставе о природи, природним процесима и појавама, него и на њихово позитивно мишљење (ставове) о значају примене ЛЕМ у стицању тих знања, али и на сам развој експерименталних вештина и навика, које су</p>
--	--

	ученицима касније неопходне за што самосталнију примену комплекснијих лабораторијских експеримената (у настави диференцираних природних наука).
Датум прихватања теме од стране Сената: ДП	21.6.2018.
Датум одбране: ДО	
Чланови комисије: (име и презиме / титула / звање / назив организације / статус) КО	<ol style="list-style-type: none"> 1. др Милица Андевски, редовни професор, Филозофски факултет, Универзитет у Новом Саду, председник; 2. др Станко Цвјетићанин, редовни професор, Педагошки факултет, Универзитет у Новом Саду, ментор; 3. др Јасна Адамов, редовни професор, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, члан; 4. др Данијела Петровић Граовац, ванредни професор, Педагошки факултет, Универзитет у Новом Саду, члан; 5. др Александар Јанковић, ванредни професор, Педагошки факултет, Универзитет у Новом Саду, члан.

**UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF EDUCATION IN SOMBOR
KEY WORD DOCUMENTATION**

Accession number: ANO	
Identification number: INO	
Document type: DT	Monograph documentation
Type of record: TR	Textual printed material
Contents code: CC	PhD Thesis
Author: AU	Mirjana Maričić
Mentor: MN	Stanko Cvjetičanin, Ph.D., Full Professor
Title: TI	Contribution of the application of laboratory-experimental method to the quality of knowledge of students of the class teaching about natural phenomena and processes
Language of text: LT	Serbian (Cyrillic)
Language of abstract: LA	Serbian (Cyrillic) / English
Country of publication: CP	Republic of Serbia
Locality of publication: LP	Autonomous Province of Vojvodina
Publication year: PY	2019.
Publisher: PU	Personal reprint
Publication place: PP	Podgorička 4, Sombor
Physical description: PD	(chapters: 9 / pages: 348 / figures: 75 / tables: 112 / references: 311 / supplementary materials: 4)
Scientific field SF	Methodology of classroom teaching
Scientific discipline SD	Methodology of classroom teaching of nature
Subject, Key words SKW	Explicit and implicit instruction, quality and permanence of knowledge, cognitive load,

	opinion, laboratory-experimental method, student and demonstration hands-on experiments
UC	
Holding data: HD	Library of the Faculty of Education, University of Novi Sad, Podgorička 4, 25000 Sombor, Serbia
Note: N	-
Abstract: AB	<p>Recent studies indicate that there is a positive contribution of the application of LEM, i.e. of every kind of experiments (student - UE and demonstration - DE) to the knowledge of students of classroom teaching in integrated natural sciences. UEs imply implicit instruction, while demonstration experiments imply explicit instruction in their application. However, it has not been sufficiently investigated when, in addressing the appropriate content of integrated natural sciences, at a given age of the student, priority should be given to a particular type of experiment or to what type of instruction for their realization. This is especially important when certain content which students have learned in previous classes (vertically connected) is complicated on the basis of its quality, quantity and scope. One of these is content about the movement and properties of materials in third grade.</p> <p>The main aim of the research in this doctoral dissertation is to examine the contribution of LEM application i.e. the UE and DE quality and durability of knowledge of third grade students about the movement and properties of materials in relation to the traditional method (TM). Furthermore, it will also look into the difference in contribution between UE and DE application on the same variable (cognitive domain) and students' opinion on the contribution of the application of LEM (UE and DE) to the acquisition of this knowledge (affective domain), as well as the correlation between quality and</p>

	<p>durability of students' knowledge of selected content with their opinion on the contribution of LEM (UE and DE) application to the acquisition of that knowledge (cognitive-affective domain). This research included N = 141 third grade students from three elementary schools from the territory of Temerin Municipality which were divided into three groups: E1 (which learned selected content using UE - implicit instruction), E2 (which learned selected content using DE - explicit instruction) and K (which learned the same content using TM - explicit instruction). The research methods are as follows: theoretical analysis method, experimental method, descriptive method and statistical method. The used techniques are testing and interviewing. Testing of students' knowledge of movement and material properties was conducted using a test (pre-test, post-test and re-test). Surveys were implemented through a questionnaire (pre-survey and post-survey). The questions in both surveys were designed according to a five-point Likert-type scale. Pre-survey examined the opinion of E1 and E2 group students before the realization of the content on movement and material properties, in order to gain insight into their opinion on the importance of applying LEM in acquiring their knowledge in the previous grades. The post-survey examined the opinion of E1 and E2 students after the realization of these contents, in order to determine whether there was a change in their opinion about the importance of applying LEM in acquiring their knowledge. Post-survey results were also used to analyze the correlation between E1 and E2 group students' knowledge on post-test and re-test with their opinions on the contribution of LEM implementation.</p> <p>Compared to TM, LEM contributes more (more UE than DE) to the overall quality and durability</p>
--	---

	<p>of students' knowledge of movement and material properties. E1 group students achieved higher quality (at the level of evaluation) compared to E2 group students, as well as better knowledge (at the level of analysis, evaluation and synthesis) than the K group students. The students of the E2 group achieved higher quality knowledge (at the level of application of evaluation and synthesis) than the students of the K group. The durability of knowledge of E1 group students is approximate to that of E2 students at all cognitive levels. However, the E1 group students showed significantly better retention of the selected content compared to the K group students at the level of understanding, application and evaluation. The E2 group students gained an up-to-date knowledge of the K group students in durability at all cognitive levels.</p> <p>When comparing the results of the pre-survey and the post-survey, it is concluded that after the realization of the content about the movement and the material properties with the LEM, students from both groups showed a more positive opinion (at the post-survey) about the contribution of the application of the LEM to the acquisition of their knowledge. In addition, it was noted that E1 group students showed significantly more positive opinions than E2 group students about the contribution of LEM application to understanding of selected content, their interest in classes and the development of social interaction.</p> <p>There is a positive correlation between the quality (at the level of knowledge, understanding, application, analysis and evaluation) and the durability of knowledge (at the level of knowledge, understanding and application) of E1 group students on selected content and their opinion on the contribution of</p>
--	--

	<p>LEM application to the acquisition of that knowledge.</p> <p>Furthermore, a positive correlation was noticed between the quality (at all levels) and the permanence of knowledge (at the level of knowledge, understanding, application, analysis and evaluation) of E2 group students on selected content and their opinion on the contribution of LEM application to this knowledge. The stronger correlation between the examined variables in the E2 group students compared to the E1 group students is only a product of how the values are close to each variable. Considering that the students of the E2 group achieved less success than the students of the E1 group within all the examined variables (quality and durability of knowledge about the selected contents and students' opinion on the contribution of applying LEM to this knowledge), it is important to emphasize that the achieved values (results) between their knowledge and opinion are closer (which also caused a stronger correlation) than for E1 group students (which caused a slightly weaker correlation).</p> <p>It is suggested that the contents about the movement and properties of the materials in the third class should be realized using simple experiments (UE and DE), with preference given to UEs, which are realized using implicit instruction. Greater use of UEs than DEs; would affect not only the quality and durability of students' knowledge of the classroom teaching about nature, natural processes and phenomena, but also their positive opinion (attitudes) about the importance of applying LEM in acquiring this knowledge, but also to the development of experimental skills and habits itself, which are later necessary for students to apply complex laboratory experiments as independently as possible (in teaching differentiated natural</p>
--	---

	sciences).
Accepted on Senate on: AS	21.6.2018.
Defended: DE	
Thesis Defend Board: DB	<ol style="list-style-type: none"> 1. dr. Milica Andevski, Full Professor, Faculty of Philosophy, University of Novi Sad, president; 2. dr. Stanko Cvjetićanin, Full Professor, Faculty of Education, University of Novi Sad, mentor; 3. dr. Jasna Adamov, Full Professor, Faculty of Sciences, University of Novi Sad, member; 4. dr Danijela Petrović Graovac, Associate Professor, Faculty of Education, University of Novi Sad, member; 5. dr Aleksandar Janković, Associate Professor, Faculty of Education, University of Novi Sad, member.

ПРЕДГОВОР

Докторска дисертација под називом *Допринос примене лабораторијско-експерименталне методе квалитету знања ученика разредне наставе о природним појавама и процесима*, урађена је на Катедри за природне науке и менаџмент у образовању, Педагошког факултета у Сомбору, Универзитета у Новом Саду, под менторством проф. др Станка Цвјетићанина.

Истраживање у оквиру ове дисертације реализовано је са циљем: утврђивања доприноса примене лабораторијско-експерименталне методе (ЛЕМ) квалитету и трајности знања ученика трећег разреда о одабраним садржајима интегрисаних природних наука (садржаји о кретању и особинама материјала) на свим когнитивним нивоима (когнитивни домен) у односу на традиционалну методу учења (ТМ); испитивања мишљења ученика о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања о одабраним садржајима интегрисаних природних наука (афективни домен); као и утврђивања корелације између квалитета и трајности знања ученика о одабраним садржајима интегрисаних природних наука и мишљења ученика о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања (повезаност између когнитивног и афективног домена). Као детерминанте доприноса примене ЛЕМ, односно УЕ и ДЕ под различитим инструктивним приступима разматрају се: знање ученика на свим когнитивним нивоима (когнитивни домен), мишљење ученика (афективни домен) и корелација између знања и мишљења (когнитивно-афективни домен). Докторску дисертацију чини следећих шест главних поглавља: (1) Увод, (2) Теоријски оквир истраживања, (3) Методологија истраживања, (4) Резултати истраживања, (5) Дискусија и (6) Закључак.

У уводу размотрена је шира проблематика теме истраживања (досадашњи допринос примене ЛЕМ у научном образовању) уз указивање на главне изворе тих проблема (недостатак истраживања на конкретним варијаблама). Након конкретизације, ова проблематика сведена је на предмет истраживања у оквиру кога је образложена потреба за овим истраживањем.

Теоријским оквиром истраживања детаљно су обухваћена сва теоријска питања релевантна за предмет истраживања: методика наставе интегрисаних природних наука, савремена и традиционална настава методике интегрисаних природних наука, домени образовања у савременој методици интегрисаних природних наука, теорије учења – когнитивна теорија оптерећења и конструктивистичка теорија, ЛЕМ (лабораторијско-експериментална метода) и инструкциони приступи при примени ЛЕМ. Поред наведеног сагледан је и краћи историјски развој примене ЛЕМ у настави. Дат је преглед, као и анализа свих доступних и релеватних истраживања у којима се испитује допринос примене ЛЕМ на одређеним варијаблама из когнитивног и афективног домена (које су од значаја за ово истраживање) ученика предметне и разредне наставе.

У оквиру методологије истраживања детаљно су размотрени следећи елементи: предмет, проблем, циљ, задаци, хипотезе, методе, технике и инструменти истраживања, популација и узорак, организација и ток истраживања (са детаљно описаним дизајном) и статистичке методе истраживања.

Резултати истраживања истакнути су по редоследу реализованих фаза приказаних у дизајну истраживања. Уз приказ резултата истраживања истакнути су и статистичке методе, помоћу којих су они реализовани.

Дискусија истраживања обухвата детаљан опис претходно статистички обрађених података уз адекватну интерпретацију и компарацију са истраживањима која се баве истом или сличном предметном тематиком, као ова дисертација.

Закључна разматрања прате редослед постављених истраживачких задатака, након чега је истакнут значај истраживања, његова ограничења и импликације за будућа истраживања сличне проблематике.

ЗАХВАЛНИЦА

Своју захвалност дугујем свим особама, које су својим присуством, подршком и смерницама допринеле изради ове докторске дисертације.

На првом месту, своју захвалност исказујем према свом ментору, проф. др Станку Цвјетићанину, који је од самог почетка мог научног рада уз мене, укључујући и израду ове докторске дисертације. Свом ментору дугујем неизмерну захвалност на свој подршци коју ми је константно пружао, на свој сигурности при вођењу и раду, на бескрајно указаном поверењу, уважавању и поштовању, на изузетним практичним и професионалним саветима и сугестијама, на јасноћи и доследности у дефинисању и постављању својих захтева, на показаном, пруженом и пренесеном свестраном знању, на тежњи ка постављању и достизању високих циљева и амбиција, на бескрајном разумевању у нашој сарадњи, на свом издвојеном и посвећеном времену, а највише на самом присуству и пруженој свесној пажњи према свим мојим поступцима у раду. Велика је част имати Вас за ментора.

Своју велику захвалност исказујем према проф. др Душанки Обадовић, која ми је поред мог ментора, на самом почетку мог научног рада указала велико поверење и пружила подршку при раду. Захвалност дугујем председнику комисије проф. др Милици Андевски, као и члановима комисије проф. др Јасни Адамов, проф. др Данијели Петровић Граовац и проф. др Александру Јанковићу на подршци и корисним саветима, интересовању за мој рад и свом издвојеном времену за читање

Захвалност дугујем и колективу мог факултета, професорима и сарадницима са катедре за *Природне науке и менаџмент у образовању*, посебно Наташи Петојевић на свој подршци при раду. Велику захвалност дугујем и мом колеги Бранку Анђићу на свој пруженој подршци, помоћи и издвојеном времену за сарадњу. Посебну захвалност дугујем директорима, педагошкој служби, учитељима и ученицима основних школа *Петар Кочић* у Темерину, *Славко Родић* у Бачком Јарку и *Данило Зеленовић* у Сиригу. Посебно се захваљујем учитељици Душанки, учитељици Мирјани, учитељу Богољубу, учитељици Нади, учитељици Бранки и учитељици Ружици на указаном поверењу, пруженој неизмерној помоћи и подршци у свим етапама реализације експерименталног дела истраживања.

Највећу захвалност осим, према свом ментору, исказујем и према члановима своје породице, посебно према мами Славици, баки Олги, сестрама Бојани и Илијани и мом брату Томиславу на стрпљењу, разумевању, подршци, поверењу и љубави.

Темерин, децембар, 2019.

Мирјана Маричић

ИНДЕКС СТРАНИХ ТЕРМИНА У ОБРАЗОВАЊУ

Analogy-based simulation - Симулација заснована на аналогiji
Barlett Spherical test - Барлетов тест сферичности
Basic Science - Основе природних наука
Biological Science Curriculum Study, под скраћеницом BSCS - Студија курикулума биолошких наука
Bonferroni Pairwise Comparisons - Бонферони паралелна поређења
Box's Test - Боксов тест
Child-centred approach – Приступ усмерен на ученика
Chemistry Education Research and Practice - Хемијско образовање, истраживање и пракса
Coefficient of variation, под скраћеницом CV - Коефицијент варијације
Cognitive acceleration through science education, под скраћеницом CASE - Метода когнитивног убрзања кроз научно образовање
Cognitive Load Theory, под скраћеницом CLT - Теорија когнитивног оптерећења
Computer simulated experiments, CSE - Компјутерски симулирани експерименти
Computer simulated experiments with Hands-on experiments CSE+HoE - Компјутерски симулирани експерименти са једноставним експериментима
Constructivist teaching model of photosynthesis, под скраћеницом СТММ – Конструктивистички модел учења садржаја о фотосинтези
Control of variables strategy, под скраћеницом CVS – Стратегија контрола варијабли
Conventional approach - Конвенционални приступ
Co-operative class experiment, под скраћеницом CCE - Кооперативни приступ извођењу експеримената
Cronbach alfa coefficient - Кромбах алфа коефицијент
Discovery metod, discovery experimental method, под скраћеницом DEM - Различите форме вођеног учења путем откривања
Desirable difficulties - Пожељне потешкоће
Direct instruction, под скраћеницом DI - Директна инструкција
Direct instruction, DI group - Група у којој је примењена директна инструкција
Direct Instruction System for Teaching and Remediation, под скраћеницом DISTAR - Директни инструкцијски систем за учење и санацију
Discovery learning - Учење путем откривања
Electricity Analogy-based Simulation Tool, под скраћеницом EAST - Алат за симулацију електричне енергије заснован на аналогiji
Extraneous cognitive load – Спољашње когнитивно оптерећење
Factor Analysis of Major Components with Quartimax Rotation - Факторска анализа главних компоненти са кватримакс ротацијом
Germane cognitive load – Пожељно, или везано когнитивно оптерећење

Guttman–Kaiserovom criteria - Гутман–Кајсеров критеријум

Hands-on experiments - Једноставни експерименти

Hands-on and minds-on activities - Једноставне експерименталне и мисаоне активности

High followed by high instructional guidance, HH - Високе смернице, праћене високим инструктивним смерницама

High followed by low instructional guidance, HL - Високе смернице, праћене ниским инструктивним смерницама

Human cognitive architecture - Људска когнитивна архитектура

Independent t-test - Независни т-тест

Inquiry based learning, под скраћеницом IBL, guided inquiry strategy, под скраћеницом GIT, inquiry method, под скраћеницом IQM – Учење засновано на истраживању и његови облици

Inquiry-type laboratory - Истраживачки лабораторијски експерименти

Integrated activity-based science learning, под скраћеницом IL - Интегрисано учење засновано на активностима

Integrated Natural Sciences, под скраћеницом IPA - Интегрисане природне науке

Intrinsic cognitive load – Унутрашње когнитивно оптерећење

Invention learning - Учења кроз изум

Invent-then-Tell – IT Group - Осмисли затим реци група

Investigative laboratory experimentation, IL - Истраживачки лабораторијски приступ

Kaiser–Meyer–Olkin test, под скраћеницом КМО - Каисер Мајер Олкинов тест адекватности узорка

Learner-centred experiments, под скраћеницом LCE - Ученички експерименти

Learning science by doing science - Практично учење науке

Lecture-demonstration method, под скраћеницом LDM - Предавачко-демонстрациона метода наставе

Lecturing and lecturing-presentation approach - Предавачки и предавачко-приказивачки приступ

Long-term memory, под скраћеницом LTM - Дугорочна меморија

Low followed by high instructional guidance, LH - Ниске смернице, праћене високим инструктивним смерницама

Low followed by low instructional guidance, LL - Ниске смернице, праћене ниским инструктивним смерницама

Mauchly's Test of Sphericity - Моглијев тест сферичности

Means Plots - Ознака (дијаграм) за средњу вредност

National Science Teachers Association - Национално научно удружење наставника

National Research Council - Национални савет за истраживање

Nuffield Physics Course - Новоосновани курс физике

New outlook intervention - Новоформирана интервенција

Open-ended learning - Потпуно отворено учење

One-way ANOVA analysis, F-test - Једнофакторска анализа варијансе

One-way ANOVA analysis of repeated measurements - Анализа варијансе поновљених мерења

Partial eta squared, под скраћеницом η^2 - Парцијални ета квадрат

Prescriptive laboratory experimentation, PL - Прописани лабораторијски приступ

Pre-service science teachers - Будући наставници природних наука

Problem-based learning, под скраћеницом PBL – Учење засновано на решавању проблема и његови облици

Productive failure - Продуктивни неуспех

Program for Science Teaching - Програм за научно образовање

Project method, под скраћеницом PRM – Пројектна метода

Raosoft program - Раософт програм

Regular approach - Регуларни приступ

Scheffe post-hoc test - Шефе пост-хок тест

Science for General Education - Наука за опште образовање

Science in seconds for kids - Наука у секундама за децу

Science process skills: observation, communication, classification, measurement, inference and prediction – Научне процесне вештине: посматрање, комуникација, класификација, мерење, закључивање и предвиђање

Self-determined learning situation - Само-одређена позиција учења

Sensory memory – Сензорна меморија

Smart tests: Teacher-made tests that help students learn - Паметни тестови: Тестови направљени од стране наставника који помажу ученицима да науче

Spirman's correlation coefficient - Спирманов коефицијент корелације

Statistical Paackage for the Social Sciences, под скраћеницом SPSS - Статистички пакет за друштвене науке

Subject matter approach without laboratory experimentation, SM – Предметни приступ без примене лабораторијске методе

Task structuring, TS group – Група структурисаног задатка у којој је примењена индиректна инструкција

Teacher-centred approach – Приступ усмерен на учитеља

The Handbook I - Cognitive Domain - Приручник 1 - Когнитивни домен

Teacher-centred experiments, под скраћеницом TCE - Наставникови демонстрациони експерименти

Tell-then-Practice – TP Group - Реци затим примени група

Traditional method – Традиционална метода

Traditional-type laboratory - Традиционални лабораторијски експерименти

Unconfounded experiments - Незбуњујући експерименти

Undirected, open-ended exploration – Неусмерена, сувише општа објашњења

Undirected, unguided learning - Невођено, неусмерено учење

Virtual chemistry laboratory, под скраћеницом VCL – Виртуелна хемијска лабораторија

Wilcoxon test - Вилкоксонов тест

Working memory – Радна меморија

СКРАЋЕНИЦЕ

ДЕ - демонстрациони експерименти

ЕИДЕ - експлицитна, директна инструкција уз демонстрационе експерименте

ЕИТМ - експлицитна, директна инструкција уз традиционалну методу

ИИУЕ - имплицитна, индиректна инструкција уз ученичке експерименте

ЛЕМ - лабораторијско-експериментална метода

ТМ - традиционална метода

УЕ - ученички експерименти

САДРЖАЈ

1. УВОД.....	27
2. ТЕОРИЈСКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА.....	30
2.1. Методика наставе интегрисаних природних наука	30
2.2. Традиционална и савремена настава интегрисаних природних наука	32
2.2.1. Традиционална настава интегрисаних природних наука	32
2.2.2. Савремена настава интегрисаних природних наука.....	35
2.3. Домени образовања у савременој настави интегрисаних природних наука.....	39
2.4. Директна и индиректна инструкција (вођење) у савременој настави интегрисаних природних наука	45
2.4.1. Директна инструкција – приступ усмерен на учитеља	45
2.4.2. Индиректна инструкција – приступ усмерен на ученика	48
2.5. Теорија когнитивног оптерећења – подршка директној инструкцији	50
2.6. Теорија конструктивизма – подршка индиректној инструкцији.....	56
2.7. Лабораторијско-експериментална метода	62
2.7.1. Инструкцијски приступ примени ЛЕМ	66
2.8. Историјски осврт на примену ЛЕМ у настави	69
2.9. Преглед истраживања о доприносу примене ЛЕМ у настави	72
2.9.1. ЛЕМ у предметној настави	75
2.9.1.1. Упоредни допринос примене ЛЕМ (ДЕ и УЕ) и конвенционалног приступа у предметној настави	75
2.9.1.2. Упоредни допринос примене ЛЕМ и других савремених метода учења у предметној настави.....	87
2.9.1.3. Упоредни допринос примене ЛЕМ – ДЕ и УЕ у предметној настави.....	91
2.9.1.4. Повезаност између доприноса примене ЛЕМ и постигнућа, заинтересованости и концептуалног разумевања садржаја у предметној настави.....	98
2.9.2. ЛЕМ у разредној настави	100
2.9.2.1. Упоредни допринос примене ЛЕМ (ДЕ и УЕ) и конвенционалног приступа у разредној настави	101

2.9.2.2. Упоредни допринос примене ЛЕМ и других савремених метода учења у разредној настави	102
2.9.2.3. Упоредни допринос примене ЛЕМ (ДЕ и УЕ) у разредној настави.....	104
2.9.2.4. Повезаност између доприноса примене ЛЕМ и постигнућа и мотивације за изучавање научних садржаја у разредној настави	107
3. МЕТОДОЛОШКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА.....	109
3.1. Проблем истраживања	109
3.2. Предмет истраживања	113
3.3. Циљ истраживања	116
3.4. Задаци истраживања	117
3.5. Хипотезе истраживања	119
3.5.1. Нулта хипотеза	119
3.5.2. Алтернативне хипотезе	119
3.5.2.1. Алтернативне потхипотезе	120
3.6. Варијабле истраживања	122
3.7. Методе, технике и инструменти истраживања	122
3.8. Популација и узорак истраживања	127
3.9. Организација и ток истраживања	129
3.10. Статистичке методе истраживања	139
4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА	141
4.1. Поузданост тестова	141
4.2. Уједначеност група	141
4.3. Анализа знања ученика.....	145
4.3.1. Разлике у знању ученика на основу укупног броја остварених бодова на пре-тесту, пост-тесту и ре-тесту.....	145
4.3.2. Знање ученика на пре-тесту.....	155
4.3.3. Знање ученика на пост-тесту	159
4.3.3.1. Разлике у доприносу примене ЛЕМ у односу на ТМ квалитету знања ученика трећег разреда о кретању и особинама материјала на свим когнитивним нивоима	159

4.3.3.2.	Разлике у доприносу примене УЕ у односу на ТМ квалитету знања ученика трећег разреда о кретању и особинама материјала на свим когнитивним нивоима	163
4.3.3.3.	Разлике у доприносу примене ДЕ у односу на ТМ квалитету знања ученика трећег разреда о кретању и особинама материјала на свим когнитивним нивоима	166
4.3.3.4.	Разлике у доприносу примене УЕ у односу на ДЕ квалитету знања ученика трећег разреда о кретању и особинама материјала на свим когнитивним нивоима	168
4.3.4.	Знање ученика на ре-тесту	170
4.3.4.1.	Разлике у доприносу примене ЛЕМ у односу на ТМ трајности знања ученика трећег разреда о кретању и особинама материјала на свим когнитивним нивоима	170
4.3.4.2.	Разлике у доприносу примене УЕ у односу на ТМ трајности знања ученика трећег разреда о кретању и особинама материјала на свим когнитивним нивоима	174
4.3.4.3.	Разлике у доприносу примене ДЕ у односу на ТМ трајности знања ученика трећег разреда о кретању и особинама материјала на свим когнитивним нивоима	176
4.3.4.4.	Разлике у доприносу примене УЕ у односу на ДЕ трајности знања ученика трећег разреда о кретању и особинама материјала на свим когнитивним нивоима	178
4.3.5.	Разлике у знањима ученика на свим тестовима.....	181
4.4.	Анализа мишљења ученика о ЛЕМ.....	210
4.4.1.	Поузданост и факторска структура анкете.....	210
4.4.1.1.	Поузданост и факторска структура пре-анкете	210
4.4.1.2.	Поузданост и факторска структура пост-анкете примењене у Е1 групи.....	211
4.4.1.3.	Поузданост и факторска структура пост-анкете примењене у Е2 групи.....	213
4.4.2.	Компаративна анализа мишљења ученика Е1 и Е2 групе о доприносу примене ЛЕМ на пре-анкети	214
4.4.2.1.	Мишљење ученика експерименталних група о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања у претходним разредима	214

4.4.3.	Компаративна анализа мишљења ученика о доприносу примене ЛЕМ на пост-анкети.....	219
4.4.3.1.	Мишљење ученика експерименталних група о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања након реализације третмана	219
4.4.4.	Разлика у мишљењу ученика експерименталних група о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања између пре-анкете и пост-анкете.....	224
4.5.	Компаративна анализа знања и мишљења ученика експерименталних група о доприносу примене ЛЕМ	229
4.5.1.	Корелација између квалитета знања ученика експерименталних група на пост-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања.....	229
4.5.2.	Корелација између трајности знања ученика експерименталних група на ре-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања.....	232
5.	ДИСКУСИЈА.....	236
5.1.	Знање ученика на пре-тесту	236
5.2.	Знање ученика на пост-тесту.....	238
5.2.1.	Разлика у доприносу ЛЕМ и ТМ квалитету знања ученика	238
5.2.2.	Разлика у доприносу УЕ и ТМ квалитету знања ученика	242
5.2.3.	Разлика у доприносу ДЕ и ТМ квалитету знања ученика.....	246
5.2.4.	Разлика у доприносу УЕ и ДЕ квалитету знања ученика	250
5.3.	Знања ученика на ре-тесту	255
5.3.1.	Разлика у доприносу ЛЕМ и ТМ трајности знања ученика.....	255
5.3.2.	Разлика у доприносу УЕ и ТМ трајности знања ученика	260
5.3.3.	Разлика у доприносу ДЕ и ТМ трајности знања ученика	265
5.3.4.	Разлика у доприносу УЕ и ДЕ трајности знања ученика.....	269
5.4.	Разлике у знању ученика све три групе на пре-тесту, пост-тесту и ре-тесту.....	273
5.4.1.	Разлика у знању ученика на пре-тесту и пост-тесту.....	273
5.4.2.	Разлике у знању ученика на пост-тесту и ре-тесту.....	276
5.4.3.	Разлике у знању ученика на пре-тесту и ре-тесту	279
5.5.	Мишљење ученика	283
5.5.1.	Мишљење ученика на пре-анкети.....	283

5.5.2.	Мишљење ученика на пост-анкети	286
5.5.3.	Разлика у мишљењу ученика Е1 и Е2 групе на пре-анкете и пост-анкете.....	292
5.6.	Компаративна анализа знања и мишљења ученика експерименталних група о ЛЕМ	295
5.6.1.	Корелација између квалитета знања ученика Е1 и Е2 групе о кретању и особинама материјала на пост-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ при стицању тих знања.....	295
5.6.2.	Корелација између трајности знања ученика Е1 и Е2 групе о кретању и особинама материјала и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ при стицању тих знања.....	298
6.	ЗАКЉУЧАК.....	302
6.1.	Значај спроведеног истраживања	312
6.2.	Ограничења спроведеног истраживања	314
6.3.	Импликације за будућа истраживања сличне тематике	315
7.	ЛИТЕРАТУРА.....	316
8.	БИОГРАФИЈА	338
9.	ПРИЛОЗИ	339

1. УВОД

Пружање инструкцијске подршке ученицима за време процеса учења од изузетног је значаја за његову успешност. С обзиром на чињеницу да се потпуно невођено учење показало неефикасним (због превише остављеног слободног простора ученицима), у научном образовању, почели су све више да се промовишу приступи засновани на пружању одређених смерница, односно потпуно вођено учење (експлицитна инструкција) и минимално вођено учење (имплицитна инструкција). Питање о врсти и количини понуђених инструкција (оптималан ниво), за време процеса учења, недовољно је истражено.

Ова проблематика испитивана је и у оквиру подручја примене лабораторијско-експерименталне методе (ЛЕМ). Досадашњи истраживачки радови нуде позитивне експерименталне доказе и за експлицитну инструкцију при примени ЛЕМ, односно демонстрационе експерименте (ДЕ) и за имплицитну инструкцију при примени ЛЕМ, односно ученичке експерименте (УЕ). То ствара дилему када и којој инструкцији дати приоритет, при учењу одређених садржаја природних наука (у диференцираним и интегрисаним природним наукама), и на ком узрасту ученика, као и која инструкција има позитивнији допринос на различитим варијаблама у оквиру домена (когнитивног и афективног) образовања ученика у настави природних наука.

И поред тога што је допринос примене ЛЕМ испитана на великом броју варијабли у оквиру когнитивног и афективног домена у предметној и разредној настави (знатно више у предметној), аутори бројних истраживања позивају на сталну проверу њихових резултата (и понављање истих) уз сугестије да се изаберу другачије зависне и независне варијабле, уз различите начине њихове евалуације. Истраживања на ову тему, о упоредном доприносу примене ДЕ уз експлицитну инструкцију и УЕ уз имплицитну инструкцију, знатно више су заступљена у предметној настави у односу на разредну наставу, где су изузетно ретка.

У оквиру предметне наставе упоредни допринос примене УЕ и ДЕ уз наведене инструктивне приступе делимично је истражен на пољу когнитивног домена, конкретно на варијабли квалитет и трајност знања ученика о природним појавама и процесима на свим когнитивним нивоима и минимално је истражен на пољу афективног домена, конкретно на варијабли мишљење ученика о доприносу примене УЕ и ДЕ стицању њихових знања. Повезаност између когнитивног и афективног домена, односно квалитета и трајности знања ученика о природним појавама и процесима на свим когнитивним нивоима и њиховог мишљења о доприносу примене УЕ и ДЕ стицању тих знања, изузетно су ретко истражена.

У оквиру наставе интегрисаних природних наука упоредни допринос примене УЕ уз имплицитну инструкцију и ДЕ уз експлицитну инструкцију слабо је истражен на пољу когнитивног домена, конкретно на варијабли квалитет и трајност

знања ученика о природним појавама и процесима на свим когнитивним нивоима и минимално је истражен на пољу афективног домена, конкретно на варијабли мишљење ученика о доприносу примене УЕ и ДЕ стицању њихових знања. Истраживања која се баве испитивањем повезаности између когнитивног и афективног домена у настави интегрисаних природних наука, конкретно истраживања о корелацији између квалитета и трајности знања ученика о природним појавама и процесима и њиховог мишљења о доприносу примене УЕ и ДЕ стицању тих знања, нису пронађена. Из наведеног произилази чињеница да се не може са сигурношћу тврдити када (при обради којих садржаја) је препоручљиво применити УЕ уз имплицитну инструкцију (учење усмерено на ученика), а када ДЕ уз експлицитну инструкцију (учење усмерено на учитеља) при реализацији одређених садржаја интегрисаних природних наука.

Проширени и усложњени садржаји интегрисаних природних наука представљају добру подлогу и основу за испитивање и утврђивање доприноса примене различитих инструктивних метода (УЕ уз имплицитну инструкцију и ДЕ уз експлицитну инструкцију). У истраживању у оквиру ове докторске дисертације одабрани су садржаји о кретању и особинама материјала како би се испитао утицај ове две врсте инструкција. Одабране садржаје ученици разредне наставе уче у сва четири разреда (вертикално повезивање садржаја) и они се по структурни и обиму (квалитету и квантитету информација, појмова и слично) знатно приширују и усложњавају у трећем разреду.

Истраживања у којима је извршена компаративна анализа између доприноса примене УЕ (уз имплицитну инструкцију) и ДЕ (уз експлицитну инструкцију) у односу на традиционалну методу (ТМ) на когнитивној варијабли квалитет и трајност знања ученика трећег разреда о кретању и особинама материјала на различитим когнитивним нивоима у интегрисаним природним наукама нису пронађена. Поред наведеног, такође нису пронађена ни истраживања на афективној варијабли мишљење ученика о доприносу примене УЕ и ДЕ стицању њихових знања о кретању и особинама материјала у интегрисаним природним наукама. Истраживања која испитују повезаност између наведене когнитивне и наведене афективне варијабле, односно између квалитета и трајности знања ученика о кретању и особинама материјала на различитим когнитивним нивоима са њиховим мишљењем о доприносу примене УЕ и ДЕ стицању тих знања за сада нису реализована.

Потреба за овим истраживањем проистекла је из чињенице (на основу детаљне анализе доступних истраживања) да нису пронађена истраживања у којима се испитује упоредни допринос примене ЛЕМ, односно УЕ (уз имплицитну инструкцију) и ДЕ (уз експлицитну инструкцију) у односу на ТМ, као ни компаративна анализа доприноса између ове две инструкције квалитету и трајности знања ученика о одабраним садржајима (за ученике трећег разреда комплексне

садржаје) на свим когнитивним нивоима (когнитивни домен). Поред наведеног није истражен ни афективни домен при реализацији ових садржаја, као ни корелација између когнитивног и афективног домена ученика. У оквиру ове дисертације испитана је ова проблематика.

2. ТЕОРИЈСКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА

2.1. Методика наставе интегрисаних природних наука

Интегрисане природне науке (IPN) су природне науке представљене као нераздвојно јединство, што значи да ученици садржаје из биологије, физике, хемије, географије и екологије не уче одвојено – диференцирано, као засебне дисциплине, већ интегрисано, спојене у једно интегративно јединство (Sukariasih, 2017). Интегрисана настава природних наука представља наставу организовану према интегрисаном *Плану и програму наставе и учења* у оквиру ког наставник (или наставници) употребљава и интегрише концепте из више од једне научне дисциплине током процеса учења, с тим што је пажња подједнако усмерена на две или више научних дисциплина (Huntley, 1998). У образовном систему Републике Србије настава интегрисаних природних наука често се назива наставом познавања природе.

Први покушаји формирања *Плана и програма наставе и учења* за природне науке догодили су се током прогресивног преокрета тридесетих година 20. века (у оквиру америчких програма: *Програм за научно образовање* и *Наука за опште образовање*), што је резултирало тиме да програм за наставу природних наука укључи чињенично знање о науци и ученике у сам процес науке. Ова рана реформа *Плана и програма наставе и учења* имала је циљ да усмери учење о природним наукама у сам контекст природе – природног света, и да се природне науке учи кроз све дисциплине уз истраживање, које укључује друштвени оквир, научно резонување и критичко мишљење. Наставак интеграције одиграо се шездесетих година, када су наступиле највеће реформе у сфери научног образовања, које су пратили и потпуно измењени *Планови и програми наставе и учења* за природне науке. Циљ ових реформи био је да се повежу природне научне дисциплине, али тако да оне наглашавају сам процес науке (Hall, 1978; Livermore, 1964). Након тога, ови покушаји обновљени су деведесетих година, када су подржани од стране великих научних организација, попут *Националног научног удружења наставника* и *Националног савета за истраживање* (Aldridge, 1989; Crow и Aldridge, 1995).

Интегрисани *План и програм наставе и учења* за природне науке темељи се на гештат психологији, која је усмерена на испитивање ученика као органске целине и њихово ангажовање у фокусираним искуствима учења, која су намерна и смислена (Benjafield, 1996). Учење према гештат психологији не посматра се као сфера у оквиру које су појмови постављени један по један и на тај начин се усвајају, већ подразумева развојни процес који се одликује сложеним и синергистичким (заједнички појачавајућим) достигнућима у којима интеракција између ученика и њихове околине обезбеђује интелектуално реструктурирање и трансформацију, с обзиром на то да је усмерена на раст и развој појединца (Esprivalo-Harrell, 2010). Имајући у виду чињеницу да је психолошка теорија

повезана с праксом, од интегрисаног *Плана и програма наставе и учења* за природне науке се очекује да омогући ученику интеграцију знања, што би резултирало повећањем укупног искуства учења. Међутим, важно је нагласити да се процес интеграције садржаја дешава интерно и да *План и програм наставе и учења* не може изазвати аутоматску интеграцију унутар појединца. Он представља спољашњи фактор и олакшава усвајање, односно примање знања, а на сваком ученику је да одговори интелектуалним реструктурирањем и трансформацијом. Разлог, или образложење за примену интегрисаног *Плана и програма наставе и учења* за природне науке јесте то да се покаже како је знање из различитих дисциплина заправо повезано у природном свету у односу на програме појединачних предмета, који сужавају перспективу ученика и мање су ефикасни у наставном процесу (Esprivalo-Harrell, 2010; Vars, 1991; Wolf и Brandt, 1998). У интегрисаној настави природних наука, тема или концепт који се проучавају разматрају се са аспекта свих уједињених дисциплина (Sukariasih, 2017), чиме се ученицима обезбеђује стицање комплетнијих и целовитијих знања, са широм основом. Бројна истраживања широм света показала су да интегрисани *План и програм наставе и учења* за природне науке обезбеђује ученицима смислено искуствено учење, које повећава њихова постигнућа и концептуално разумевање садржаја (Leung, 2006; Vars, 1991; Wolf и Brandt, 1998).

У науци су описана четири начина интеграције *Плана и програма наставе и учења*:

- Фузија – спајање најмање две одвојене научне дисциплине (на пример: физика и хемија);
- Инкорпорација – додавање, или апсорбовање једног елемента *Плана и програма наставе и учења* у други (пример: у *План и програм наставе и учења* из биологије може се додати наставна јединица из океанологије);
- Корелација – успостављање веза између предмета који се посебно проучавају (на пример: проучавање биома у географији и биологији у циљу преклапања);
- Хармонизација – груписање различитих, али компатибилних, елемената *Плана и програма наставе и учења* у циљу њиховог уједињења (на пример: учење виших нивоа способности размишљања кроз интегрисани *План и програм наставе и учења*) (Esprivalo-Harrell, 2010).

Интеграција унутар једног предмета као интегрисане целине више дисциплина укључује следеће компоненте: интеграцију садржаја, интеграцију вештина и процеса, интеграцију школе и ученика (пресек школских и личних циљева ученика) и холистичку интеграцију (све формалне и неформалне рутине – активности, праксе, методе, правила и слично) (Case, 1991). Поред наведеног, аутор

Leung (2006) успоставља режим интеграције заснован на националним истраживањима, а он подразумева: модуларни приступ у оквиру предмета, међупредметне приступе и интеграцију *Плана и програма наставе и учења* по данима и недељама.

Реализација интегрисаног *Плана и програма наставе и учења* у пракси захтева: веома способне и обучене учитеље (наставнике, професоре); широк и богат избор материјала и администрацију која је спремна на иновирање и експериментисање (Esprivalo-Harrell, 2010). Интегрисани *План и програм наставе и учења* за природне науке практично се реализује кроз наставу интегрисаних природних наука. Методика наставе природних наука представља младу интердисциплинарну научну дисциплину, односно теоријску дидактичко-педагошку науку која се односи на проучавање општих начела, законитости, метода, средстава подучавања и учења у настави природних наука. Она је одређена методама и садржајем природних наука, које ученици треба да усвоје уз примену и организацију посебног и специфичног наставног рада који се реализује комбиновањем различитих методичких поступака (Цвјетићанин, 2017б). Методика наставе природних наука подразумева повезаност између дидактичких, педагошких и психолошких карактеристика наставе и самих садржаја наставе природних наука. Као методика наставе засебног предмета, најуже је повезана са природним наукама, чије садржаје преноси ученицима преко наставног процеса. Методика наставе интегрисаних природних наука у образовном систему Републике Србије организована је кроз обавезне предмете *Свет око нас* и *Природа и друштво*, и изборне *Рука у тесту* и *Чувари природе* од првог до четвртог разреда основне школе, односно у оквиру разредне наставе. Ученици од петог разреда па надаље уче ове садржаје диференцирано, у оквиру сваког предмета природних наука посебно. Основни задаци методике наставе природних наука јесу: стручно методичко оспособљавање за критичко сагледавање наставе природних наука, реализација задатака наставних целина, тема и јединица садржаних у програму за разредну наставу и вредновање тог рада (Цвјетићанин, 2010).

2.2. Традиционална и савремена настава интегрисаних природних наука

2.2.1. Традиционална настава интегрисаних природних наука

Традиционални систем образовања, односно традиционална метода (ТМ), подразумева излагање или преношење готовог, унапред обликованог, припремљеног знања из природних наука уз помоћ уџбеника, приручника и других наставних средстава од стране учитеља (наставника, професора) – преносиоца знања ка ученику – пасивном примаоцу знања. Неки аутори наводе да је традиционална школа тешка и неефикасна, а наставни програми застарели. У њима нема довољно простора за савремене садржаје из екологије, информатике,

здравственог васпитања, медијског описмењавања и слично. Начин рада је често неприлагођен природи дечјег учења – без истраживања, решавања проблема, покушаја. Уместо тога најчешће се фронтално обрађују прописани програми и садржаји у оквиру којих доминира централна улога учитеља (Зорић и Јовановић, 2004: 137).

Карактеристике традиционалне наставе. Традиционална настава прати унапред постављен план и програм интегрисаних природних наука. Наставно градиво о природним појавама и процесима примерено је просечном ученику, док су други ученици или преоптерећени или недовољно ангажовани (Спасојевић, 2011). Овако организован систем захтева најједноставнију припрему од стране учитеља, јер он не мора водити рачуна о различитостима између ученика. Настава се изводи фронтално, пред целим одељењем, она је често формалног и вербалног карактера, а на дете се гледа као на ученика који би требало да испуни предвиђене критеријуме – усвоји изложено градиво о природним појавама и процесима и успешно га репродукује (Цвјетићанин, 2017б). У традиционалној настави учитељ излаже унапред обликована знања природних наука ученицима, он је трансмитер наставног градива и при том процесу не ставара прилике у оквиру којих би саслушао ученике и покренуо пленарне дискусије у одељењу (Hugerat, Najami, Abbasi, и Dkeidek, 2014). Традиционална настава укључује једносмерну интеракцију у учионици, у којој наставник говори, пише белешке на табли и поставља питања, док ученици слушају, покушавају да разумеју, преписују белешке, одговарају на питања и труде се да запамте одређене садржаје. Учешће ученика је минимално и није им дата могућност за повратну информацију наставнику (Okam и Idris Zakari, 2017). Од ученика се очекује да меморише превелик број информација, а оцењивање и вредновање рада првенствено је везано за успешну и што тачнију репродукцију наученог на часовима понављања и проверавања знања о природним појавама и процесима, и изводи се писменим или усменим путем. Мотивација и кажњавање ученика везани су за школски успех и оцене. Мотивација се углавном постиже високим оценама, похвалама, наградама, док је кажњавање повезано са ниским оценама, критикама, прекорима (Цвјетићанин, 2017б). У оквиру овакве наставе најзаступљенији облици учења јесу: механичко, вербално, рецептивно, конвергентно и трансмисионо (Цвјетићанин, 2010).

- *Механичко учење* – учење наставног градива на начин како је дато и задато. При оваквом учењу ученици тешко успостављају везе између проучаваних природних појава и процеса и веома ретко повезују пренесене информације с личним искуством. Задатак ученика је да запамти садржаје, уз често понављање и преслишавање, те да их у том облику презентује;
- *Вербално учење* – учење вербалног градива и његово репродуковање. Овај тип учења подразумева учење меморисањем, односно запамћивањем

- пренесених информација. Те информације ученици могу усвојити и с разумевањем, односно увиђањем веза и односа између проучаваних концепата, или размишљањем;
- *Рецептивно учење* – учење прописаних, већ сређених знања. Ученик до знања не долази откривањем, већ их добија у готовом облику. Он не мора да их разуме, већ само да их упамти, јер је њихово разумевање повезано са способностима ученика, претходним искуствима и знањима, вештинама у повезивању претходних знања с новим, али и са самим начином презентовања тих знања;
 - *Конвергентно учење* – учење по правилима логичког мишљења. Овај тип учења подразумева да се научни концепти, односно наставни садржаји излажу и преносе ученицима по строго логички утврђеном редоследу интелектуалних радњи, које ће их довести до једног јединог исправног решења;
 - *Трансмисионо учење* – учитељ је трансмитер, преносилац. Овај тип учења подразумева да је учитељ извор знања и да их он преноси ученицима, који су рецептори. У таквом облику учења занемарена је припремљеност ученика, мотивација, активирање у процесу учења, проверавање наученог... за време и након усвајања нових научних концепата и садржаја (Цвјетићанин, 2010, 2017б; Ивић, Пешикан, и Антић, 2001).

Свеукупно гледано, у традиционалној настави изостаје: индивидуализација, повратна информација у току обраде новог градива, практична ангажованост ученика, додатна мотивација, примена разноврсних принципа, метода и облика рада, те уважавање ученика као подједнако важних чланова образовне институције. Традиционална настава не прати индивидуални развој ученика и не оставља простор за самостално учење, развој научних вештина ученика и функционално размишљање, успостављање веза и односа између природних појава и процеса, повезивање нових знања с оним претходно стеченим и довођење ове целине у везу са свакодневним искуством детета. Поред наведеног, не развија се критичко мишљење ученика, а у одређеној мери запостављени су и когнитивни, афективни и психомоторни домени образовања. Имајући наведено у виду, након завршеног школовања ученици нису оспособљени да користе интелектуалне методе и технике, немају развијене научне вештине, поседују углавном одбојан однос према школи, стицању знања и додатном усавршавању, не поседују развијено критичко расуђивање и нису способни да примене своје знање у свакодневном животу. Поред свих својих слабости и недостатака у односу на савремену наставу, ТМ постала је главна мета данашњих истраживача у оквиру педагошке праксе и основна метода поређења с другим наставним приступима. Како није доносила пожељне резултате и како резултати бројних истраживања широм света потврђују

њене знатно слабије ефекте у односу на методе са којима се пореди, нагласак је стављен на њено превазилажење. Бројни аутори нису за потпуну елиминацију ТМ у учењу, више су за реорганизацију наставног система на такав начин да се и излагањима учитеља, њиховим додатним објашњењима и директним усмеравањима пронађе оправдано и неопходно место у наставном процесу. ТМ се може модификовати, свести на прихватљив временски оквир и уклопити уз самосталан ученички рад (Бирк, 2001).

2.2.2. Савремена настава интегрисаних природних наука

Савремено доба, као историјски период, почиње у 19. веку и траје и данас. Као његов посебан облик издваја се савремено друштво, које доживљава своју експанзију седамдесетих година двадесетог века, под утицајем информатичке револуције. Оно се јавља као последица бројних иновација, посебно техничких, телекомуникационих и рачунарских технологија. Виде се промене у свим делатностима људског живота и рада. Као реформе у школству, односно иновације у настави, јављају се: *разредно-предметно-часовни систем, културно-исторујски ступњеви у настави, Јена план, Валдорф план, доживљајна настава, пригодна настава, манхајмски систем наставе, центри интересовања, пројект-метода, Далтон план, Винетка план, скупна настава, егземпларна настава, програмирана настава, тимска настава, проблемска настава (у оквиру које аутор наводи истраживачку и наставу путем откривања), диференцирана настава и индивидуализована настава* (Поткоњак, 2007).

Од наведених иновативних модела, који су још давно указивали на значај самосталног рада ученика, индивидуализација представља најзначајнију снагу у развоју и модернизацији наставних облика, императив времена у коме живимо (Ђукић, 2003). Она, како наводе бројни истраживачи (Ђукић, 2003; Радивојевић, 2011), у оквиру свог деловања обухвата: проблемску наставу (истраживачку наставу и наставу путем откривања), егземпларну, програмирану, менторску, аутодидактичку наставу и друге. Суштина индивидуализације огледа се у примени разноврсних дидактичко-методичких приступа усмерених ка задовољењу и уважавању индивидуалних потреба сваког ученика, чиме се утиче на њихов развој и учење уз максималну самосталност (Ђукић, 1995). Идеје о самосталном учењу јављају се у плановима познатих теоретичара и педагога, попут Русоа (*Jean-Jacques Rousseau*, 1712–1778), Спенсера (*Herbert Spencer*, 1820–1903), Дистервега, (*Friedrich Adolph Wilhelm Diesterweg*, 1790–1866), Монтења (*Michel Eyquem de Montaigne*, 1533–1592), Коменског (*Jan Amos Komenský*, 1592–1670) и других много раније, из чега следи да визија о квалитетној, активној школи није новина. Посебне тежње ка осавремењавању актуелне су у данашње време. Литература је пуна теоријских расправа и практичних истраживања која полако превазилазе и

наведене моделе. Тежње истраживача првенствено су усмерене ка развоју васпитно-образовног рада и новим идеалима у развоју школства: флексибилној, стваралачкој, европској, квалитетној школи – школи будућности (Грандић, 2008). Савремена настава не подразумева рад на ученику, већ представља самосталан рад ученика, уз покретање његових физичких, менталних и когнитивних способности.

Карактеристике савремене наставе. Савремена настава не одвија се по целовитом, унапред предвиђеном плану и програму интегрисаних природних наука, већ по оријентационом, који поред обавезних садржаја поседује и оне флексибилне – садржаје који су настали као производ импровизације и интересовања ученика. Наставна грађа у савременој школи је посредством индивидуализације примерена свим ученицима. Овако организован систем захтева детаљнију, сложенију и дужу припрему учитеља, како би успео да одговори на различитости својих ученика. У савременој настави учитељ не излаже готова знања, он заједно са ученицима трага за решењима, усмерава их и подстиче. Настава се изводи посредством разноврсних метода и облика рада, проблемских задатака, експерименталних вежби, практичног материјала, егземплара, програмираног материјала, путем рачунара и других средстава који помажу ученицима да на што самосталнији начин, или уз умерено усмеравање учитеља, дођу до нових знања. При обради садржаја природних наука требало би водити рачуна да се примене оне методе и облици рада којима се може извући највише из проучаваног садржаја и који могу приближити ученицима градиво на најефикаснији и најлакши начин. Овај процес мора да се ослања на претходна знања и искуства ученика, која би требало да буду проблемски организована, а ученици подстакнути да постављају питања, дају одговоре, учествују у пленарним дискусијама, позивају се на сопствено ваннаставно знање и искуство (Спасојевић, 2011). Поред тога, ученици би требало да буду подстакнути на дискутовање, вођење дијалога, критичко расуђивање, аргументовану одбрану властитог става; требало би их подстицати на ефикаснија саопштења и презентовање својих идеја, доношење одлука, конструисање оригиналних решења и креативно преношење идеја другима (Ивић и сар., 2001). Методика наставе природних наука требало би ученику, уз идејна решења, да приближи преношење, демонстрирање, откривање знања, решавање проблема уз веома једноставне техничке услове, попут употребе и коришћења једноставних, лако доступних, јефтиних материјала, средстава из природе, насеља, локалних заједница и слично. При обради садржаја требало би водити рачуна о флексибилној организацији часа, односно реализацији садржаја на двочасу и трочасу, у кореалцији са осталим наставним предметима (Цвјетићанин, 2017б). Активност ученика је основна одредница савремене наставе природних наука. Она се може реализовати преко индивидуалног самосталног рада и учешћа ученика у кооперацији, раду у паровима, мањим и већим групама, или комбиновано. Ова флексибилност, поред рада у тишини подразумева и то да

поједини часови буду организовани у динамичној атмосфери, уз гласно договарање, шетање за време извођења активности. Мотивација ученика усмерена је на цео наставни процес и рад. Од ученика се очекује максимална активност и ангажованост, уз употребу мануелних, практичних радних вештина, експерименталног и теренског рада, дизајнирања мини-пројеката... Оцењивање и вредновање рада зависи од укупног постигнућа, ангажмана, заинтересованости, мотивисаности за рад, развијених научних вештина, усвојених знања, примене вештина и знања у пракси и општег успеха који су ученици остварила у складу са сопственим способностима и могућностима. Оцена, дакле, не спутава ученичку слободу и њихов однос према раду (Гласер, 2005). При изучавању садржаја природних наука, ученици би требало да разумеју циљеве учења, да су упознати са захтевима који се од њих очекују, као и поступком вредновања остварених резултата. Ученику би требало пружити прилику да, поред учитеља, самостално преиспита, анализира и вреднује свој учинак. У оквиру овакве наставе најзаступљенији облици учења јесу: смислено, вербално, рецептивно, практично учење (путем решавања проблема, откривања), дивергентно учење, кооперативно учење и други.

- *Смислено учење* – разумевање садржаја који се уче. Овај тип учења подразумева да ученик разуме то што учи, да схвати односе између нових понуђених информација, доведе их у везу с претходним знањима и уз њихову реорганизацију стекне нова, проширена знања, која ће ускладиштити у своју менталну мапу;
- *Рецептивно учење* – развијање унутрашњих менталних активности. Овај тип учења подразумева то да ученик уз ментални напор, односно покренуте менталне активности схвати бројне појмове и концепте из природе, везе и односе између природних процеса и појава, прави генерализације, иако их није сам открио;
- *Практично учење* – разумевање смисла одређених практичних радњи. Овај тип учења подразумева да ученици разумеју смисао онога што практично раде, тј. да разумеју експерименте, бележење и уношење резултата посматраних појава, цртање менталних мапа, цртежа... При оваквом учењу изузетно је важно преплитање вербалног и практичног рада, односно знања и умења, јер знање ученицима није дато у готовом облику, већ они до њега долазе откривањем, решавањем проблема, употребом разних наставних средстава, самостално, на практичан начин;
- *Истраживачко учење* – учење на занимљив и узбудљив начин, кроз научно истраживање природних појава. Овај тип учења подразумева учење засновано на кохерентним, механичким налазима о природним појавама. Ученици кроз смишљена, свакодневна искуства и употребу

обичног (не научног) језика трагају за налазима у природи, уз наставну флексибилност, без строго утврђених правила и временског ограничења;

- *Дивергентно учење* – развијање стваралачких способности. Овај тип учења подразумева да ученици испоље своју креативност, индивидуалност, самосталност – кроз развијање стваралачких способности путем презентовања остварених резултата рада, мини-пројеката, експеримената, забележених посматраних природних појава, тумачења и презентовања менталних мапа, цртежа...
- *Кооперативно учење* – учење кроз интеракцију. Овај тип учења подразумева учење уз интеракцију учитеља с учеником, ученика с учеником, или учење по моделу, индивидуално, у паровима, мањим и већим групама и комбиновано (Цвјетићанин, 2010, 2017б; Hodson, 1996; Ивић и сар., 2001; Tang, Coffey, Levin, и Hammer, 2009).

Поред развоја когнитивног и психомоторног домена образовања код сваког ученика, требало би обратити пажњу и на развој афективног домена. Осим усвајања знања (разумевања природних појава и процеса), развијања научних вештина (употебе научних поступака и начела) и навика (укључивање у разматрање проблема, његово креативно решавање и доношење одлука), код ученика би требало развијати и неговати мотивисаност за изучавање садржаја, интересовање за проучавање природе и природних појава и позитивне ставове према природи и уопштено према науци (Цвјетићанин, 2010, 2017б). Овакве варијабле су од изузетног значаја за касније образовно опредељење. Бројне студије указују на то да, уколико ученици развију негативне ставове према изучавању научних садржаја, постају обесхрабрани за даље бављење научним истраживањима у будућности (Насиџиноглу, 2016).

У савременој настави природних наука учитељ није извор знања и не диктира ток часа. Он с ученицима трага за новим чињеницама, концептима и информацијама, и у том процесу сарађује с њима. Флексибилна савремена настава подразумева такав приступ да је сасвим у реду да учитељ није спреман да пружи одговоре на нека ученичка питања, те да нешто не зна, па да заједно с ученицима проучава наставне садржаје, проверава и открива постављени проблем. Дугорочне и конкретне циљеве учитељ сам одређује, али садржаје би требало да бира заједно с ученицима, имајући у виду њихова интересовања, претходна знања, могућности, способности, развијене вештине... Пре обраде сваког новог садржаја, учитељ би требало да провери ниво претходних знања ученика, како би на њих могла да се надограде нова знања. Учитељ је ту да помогне ученицима да повежу новоформирана знања са претходним школским и ваншколским искуствима и са садржајима других предмета. Пре изучавања новог градива, учитељ мора из скупа

чињеница да изабере најрелевантније, на јасан начин, како би и ученици за време процеса учења могли да формирају таква, јасна, недвосмислена знања. При обради садржаја учитељ мора поћи од кључних, општих појмова, а тек касније разрађивати оне периферне. При том процесу он мора водити рачуна да даје тачна, прецизна и јасна објашњења природних појава и процеса, уз указивање на повезаност између њих. У зависности од примењене методе рада, учитељ испољава своју улогу у наставном процесу. Он је првенствено ту да усмерава, води и подстиче самосталан ученички рад, подупире њихово разумевање, развија интересовање за научно истраживање и научни поглед на свет, олакша процес учења, координира ученичке интеракције, охрабрује одговорност сваког ученика за властита постигнућа, стално прати и вреднује њихов рад, препознаје и уважава различитости између ученика, и у складу с тим организује процес учења. Из наведеног произилази да су најважније улоге учитеља: организатор, модератор, креатор, дизајнер часа, проналазач путева, водитељ наставног процеса, сарадник, инструктор, мотиватор (Цвјетићанин, 2010).

Свеукупно гледано, у савременој настави постоји: индивидуализација, повратна информација у току обраде новог градива, практична ангажованост ученика, додатна мотивација, примена разноврсних принципа, метода и облика рада те уважавање деце као подједнако важних чланова образовне институције, који напредују сопственим темпом и у оквиру сопствених интересовања и могућности. Поред наведеног, код ученика се развија критичко мишљење, а уважени су и когнитивни, афективни и психомоторни домени образовања. Имајући наведено у виду, након завршеног школовања, ученици су оспособљени да користе интелектуалне методе и технике, поседују развијене научне вештине, изражавају и негују позитиван однос према школи, стицању знања и додатном усавршавању, поседују развијено критичко расуђивање и способни су да примене своје знање у свакодневном животу. Ове наведене ставке воде ка квалитетној школи, којој је данас посвећена посебна пажња, односно школи будућности. Она подразумева савремену наставу (-специфичне обилке рада у оквиру свих наставних предмета) у сваком смислу, али тако уклопљену и организовану у целокупну делатност васпитне институције – да поспешује и унапрђује њену климу и културу. Квалитетна школа представља императив данашњице (Грандић, 2008) и подразумева и промовише однос који омогућава ученицима потпуну слободу и испољавање у свим областима њиховог личног интересовања и ангажовања (Гласер, 2005).

2.3. Домени образовања у савременој настави интегрисаних природних наука

Таксономија је реч грчког порекла (грч. *tassein* – класификовати / *taxis* - ред, уређење, *nomos* – закон), а у педагогији се односи на сређивање и класификовање (конкретизацију и операционализацију) васпитних и образовних задатака (Грандић,

2014). Оно што се заправо класификује, конкретизује, операционализује – јесте жељено понашање ученика, настало након излагања настави и процесу учења. Настали облици понашања ученика, од једноставнијих до сложенијих, у педагогији су разврстани у три подручја, односно домена: когнитивни, афективни и психомоторни. Домени учења: когнитивни – домен знања и интелектуалних способности, афективни – домен емоција, осећаја, мишљења, ставова и интересовања и психомоторни – физички, кинестетички домен управљања моторичким апаратом људског организма, први пут су развијени и описани између 1956. и 1972. године (Owen Wilson, n.d.). Сваки домен учења поседује таксономију (класификацију) с којом је уско повезан, а та таксономија заснована је на одређеним:

- нивоима, који се крећу од простог ка сложеном, односно од најједноставнијег до најсложенијег, имајући у виду когнитивне потешкоће у оквиру когнитивног подручја;
- категоријама и поткатегоријама одређених понашања која имају емоционални ток (усмерени према хијерархији критеријума интернализације и координације) у оквиру афективног домена;
- категоријама и поткатегоријама разврставања психомоторних способности и спретности (хијерархија није усмерена према специфичним критеријумима) у оквиру психомоторног домена (Грандић, 2014).

Домене учења требало би имати у виду у оквиру сваког предмета, не само интегрисаних природних наука, како би се на основу њих креирале најбоље лекције.

Когнитивни домен разрадио је 1956. године Бенџамин Блум (*Benjamin Bloom*, 1913-1999), формирањем прве когнитивне таксономије, коју је описао у *Приручнику 1 - Когнитивни домен*. Овај домен учења усмерен је на когницију, односно усвајање, репродукцију и препознавање знања, развој интелектуалних способности, а његови циљеви могу се поделити у подгрупе које заједно чине когнитивну таксономију засновану и разврстану према когнитивним потешкоћама (Owen Wilson, n.d.). Прва когнитивна таксономија формирана је преко следећих шест когнитивних нивоа: знање, разумевање, примена, анализа, синтеза и евалуација (Bloom и Krathwohl, 1956). Њену ревизију, у виду друге *Ревидиране Блумове таксономије*, урадили су 2000/2001. године Блумов ученик Лорин Андерсон (*Lorin Anderson*) и његов сарадник Давид Кретвол (*David Krathwohl*, 1921-2016), преко истих шест когнитивних нивоа (постављених у активне глаголе), формираних по следећем редоследу: знање – знати, разумевање - разумети, примена - применити, анализа - анализирати, евалуација - евалуирати и синтеза – стварати, креирати (Anderson и сар., 2000, 2001). Нивои који чине обе когнитивне таксономије (прву и другу - ревидирану) приказани су у табели (Табела 1).

Табела 1 Приказ когнитивних нивоа у Блумовој и ревидираној Блумовој таксономији

Когнитивни ниво	Блумова таксономија (1956)
Знање (<i>енгл.</i> knowledge) призивање и исказивање меморисаних садржаја	Памћење или преузимање претходно наученог материјала (знати, идентификовати, повезати, пописати (листа) – дефинисати, запамтити, меморисати, поновити – снимити, именовати, усвојити)
Разумевање (<i>енгл.</i> comprehension) способност објашњења суштине појма, појаве или процеса	Способност да се схвати или изгради одређено значење из материјала за учење (преправити [поново поставити], лоцирати, пријавити, препознати, објаснити, изразити – идентификовати, расправљати, описивати, продискутовати, прегледати, закључити – илустровати, тумачити, цртати, представљати, разликовати, закључивати)
Примена (<i>енгл.</i> application) проналажење и развијање решења неког проблема	Способност коришћења претходно наученог материјала, или његова примена у новим и конкретним ситуацијама (применити, повезати, развијати, преводити, користити, радити – организовати, упослити, реструктурирати, тумачити, демонстрирати, илустровати – вежбати, рачунати, показати, излагати, драматизовати)
Анализа (<i>енгл.</i> analysis) детаљно испитивање концепта, појаве или процеса, кроз његово растављање на саставне делове	Способност разбијања или раздвајања делова претходно наученог материјала на његове саставне компоненте како би се боље разумела његова унутрашња структура (анализирати, упоређивати, испитивати, истражити, супротставити, категорисати – разликовати, супротставити, истражити, открити, испитати, класификовати, извести – експериментисати, проучити, открити, прегледати, сецирати, разликовати, одвајати)
Синтеза (<i>енгл.</i> synthesis) састављање, односно прављење нечега новог, неке нове целине од саставних делова	Способност састављања делова, како би се добила једна нова кохерентна, јединствена целина (компоновати, произвести, дизајнирати, саставити, креирати, припремити, предвидети, модификовати, исказати – планирати, измислити, формулисати, сакупити, поставити, генерализовати, документовати, комбиновати, повезивати – предложити, развити, уредити, конструисати, организовати, изазвати,

	извести, писати, предложити)
Евалуација (<i>енгл.</i> evaluation) процењивање вредности, квалитета, значаја или услова	Способност да се процени, провери и критикује вредност претходно научног материјала ради неке сврхе (просудити, оценити, упоредити, проценити, закључити, мерити, извести закључак, односно утврдити – расправљати, одлучити, изабрати, мерити, селектовати, проценити – потврдити, размотрити, оценити, вредновати, критиковати, закључивати)
Когнитивни ниво	Ревидирана Блумова таксономија (2001)
Знати (<i>енгл.</i> knowing, or remembering)	Препознавање или позивање знања из меморије. Меморија се користи за производњу или проналажење дефиниција, чињеница, или пописа, или за излагање претходно научених информација.
Разумети (<i>енгл.</i> understanding)	Конструисати одређено значење из различитих врста материјала, попут писаних и графичких порука, или пак активности попут тумачења, илустровања, класификовања, резимирања, закључивања, упоређивања или објашњавања.
Применити (<i>енгл.</i> applying)	Спровођење или коришћење поступака извршавањем или применом. Примена се односи на ситуације у којима се научени материјал користи кроз различите производе, попут модела, презентације, интервјуе или симулације.
Анализирати (<i>енгл.</i> analyzing)	Разбијање претходно научног материјала на његове саставне делове, довођење тих делова у међусобни однос, или довођење делова у међусобни однос с целином (разликовање, организовање и приписивање, разликовање компоненти или делова). Анализирање се може илустровати на следеће начине: креирањем табела, анкета, графикана, дијаграма.
Евалуирати (<i>енгл.</i> evaluating)	Доношење пресуда (одлука) на темељу утврђених критеријума и стандарда путем провере и критике. Евалуација се може приказати на следеће начине: путем критике, извештаја или препоруке.
Стварати, креирати (<i>енгл.</i> synthesis, or creating)	Састављање елемената у јединствену и функционалну целину, уз њихову реорганизацију у нову структуру, стварањем, планирањем или произвођењем. Захтевање од ученика да саставе делове на нов начин, или да синтетишу, односно створе нешто ново, нови облик или производ.

Највећа разлика (пored низа других предности ревидиране верзије) између ове две таксономије уочена је у промени редоследа последња два когнитивна нивоа: евалуације и синтезе (стварања или креирања). У ревидираној Блумовој таксономији евалуација прелази на пето место, односно долази пре нивоа синтезе, јер овај ниво представља често неопходан критеријум, то јест неопходно понашање, које се мора развити код ученика пре него што се нешто ново створи. Ниво синтезе у ревидираној таксономији постаје ниво стварања или креације и прелази на последње место, као најсложенија когнитивна активност.

Афективни домен први пут је разрадио и описао 1964. године Давид Кретвол у виду прве афективне таксономије. Овај домен усмерен је на емоције, осећаје, мишљења, ставове и интересовања, а његови циљеви много су сложенији и апстрактнији од когнитивних, и тежи су за дефинисање и евалуацију (Owen Wilson, n.d.). Категорије које чине афективну таксономију:

- *Примање* (енгл. receiving): осетљивост ученика на постојање стимулуса (подражаја). Поткатегорије: осетљивост – свесност ученика; спремност, вољност за примање; контролисана, или одабрана пажња (осетити, снимити, искусити – наставити, присуствовати, опажати);
- *Одговарање* (енгл. responding): активна пажња ученика усмерена је на стимулусе (подражаје) и њихову мотивацију за учењем. Поткатегорије: препуштање при реаговању – пристајање, послушност, усаглашеност; вољно реаговање – вољни одговори; реаговање са задовољством – понашање праћено осећајем задовољства (ускладити, дозволити, сарађивати – доприносити, уживати, задовољити);
- *Вредновање, усвајање* (енгл. valuing): ученичко вредновање и ставови (мишљење) према вредностима настали властитим прихватањем. Поткатегорије: усвајање вредности – прихватање; преферирање – већа склоност тим вредностима, и пристајање уз вредности и ставове – посвећеност одређеним вредностима (веровати, трагати, оправдати – поштовати, претраживати, убеђивати);
- *Организација, систематизација* (енгл. organization): ученичка интернализација вредности и јављање потребе за њиховом организацијом у један систем. Поткатегорије: концептуализација вредности – у ком односу је нова вредност с претходно усвојеним; и организације система вредности – како се вредности интернализирају, тако се врши њихово сортирање према приоритету (испитати, разјаснити, систематизовати – створити, интегрисати);
- *Карактеризација* (енгл. characterization): ученичка највиша интернализација вредности, која прелази у навику. Поткатегорије: општа усмереност –

генерализовани скуп вредности; и карактеризација – филозофија о животу, врхунац интернализације (интернализирати, преиспитати, закључити, разрешити, просуђивати). На овом нивоу ученик је способан да важба и да се понаша у складу са својим вредностима и уверењима (Krathwohl, Bloom, и Masia, 1964).

Психомоторни, или кинестетички домен у потпуности је развила и описала 1972. године Анита Хароу (*Anita Harrow*) у виду психомоторне таксономије. Овај домен усмерен је на дискретне физичке функције, рефлексне акције и интерпретативне покрете. Психомоторно подручје се заправо бави физичким кодирањем информација преко кретања и активности у којима се фини и груби мишићи користе за изражавање или тумачење информација, или концепата. Поред наведеног, ово подручје обухвата природне, аутономне одговоре или рефлексе (Owen Wilson, n.d.). Школа као васпитно-образовна институција настоји да помогне ученицима да развију и усвоје физичке спретности различитих врста (Грандић, 2014). Категорије које чине психомоторну таксономију:

- *Рефлексни покрети* (енгл. reflex movements): укључују рефлексе једног сегмента кичме, као и покрете који могу укључивати и више од једног сегмента кичме – интерсегментални рефлеси (нехотична контракција мишића). Ови покрети су невољно заступљени код појединца, рођењем, или настају сазревањем;
- *Основни покрети* (енгл. fundamental movements): укључују вештине, покрете или понашања везана за скакање, ходање, трчање, гурање, провлачење и манипулисање – често су састави део сложенијих акција;
- *Перцепцијске способности* (енгл. perceptual abilities): укључују вештине везане за кинестетичке (телесне покрете), видне, слушне, додирне (тактилне), или координационе способности – повезане су са способношћу прихватања информација из околине, на које реагују;
- *Физичке способности* (енгл. physical abilities): укључују издржљивост, флексибилност, окретност, снагу, време реакције, односно спретност;
- *Вешти покрети* (енгл. skilled movements): укључују вештине и покрете који се уче: вештине и покрети за игру, спорт, плес, представе или уметност;
- *Недискурзивна (неговорна) комуникација* (енгл. nondiscursive communication): укључује изражајне покрете који се рефлектују кроз држање, гестове, изразе лица и креативне покрете што се рефлектују кроз мимику или балет. Они представљају заправо интерпретативне покрете, који носе и преносе одређено значење, без употребе и помоћи вербалних наредби (Harrow, 1972).

Уколико је у оквиру неког другог подручја заступљена одређена физичка активност која подржава то подручје (когнитивно или афективно), онда је реч о објективној физичкој активности (кинестетичкој, тактилној), а не о психомоторној. На пример, гледање помоћу микроскопа и идентификовање и цртање ћелија представља објективну физичку активност у оквиру когнитивног домена, која има за циљ когнитивни раст и унапређење вештина препознавања. Дакле, намера ове заједничке научне активности није развијање специфичних вештина гледања кроз микроскоп и репродуковање ћелија цртањем, већ то да физичка акција подржи развој когнитивних циљева: идентификовање, препознавање и диференцирање различитих врста ћелија. Појам *психомоторно* користи се када постоји врло јасна образовна намера развоја, односно појава раста у оквиру психомоторног домена – на пример учење плесних корака (развој вештих покрета у домену психомоторике) (Owen Wilson, n.d.).

2.4. Директна и индиректна инструкција (вођење) у савременој настави интегрисаних природних наука

2.4.1. Директна инструкција – приступ усмерен на учитеља

Директну инструкцију (DI) утемељио је и развио Енгелман (*Siegfried Engelmann*, 1931–2019) са својим сарадницима почетком шездесетих година (Engelmann, Becker, Carnine, и Gersten, 1988; Engelmann и Carnine, 1991; Engelmann и Colvin, 2006). Укореењена је у Скинеровој (*Burhus Frederik Skinner*, 1904–1990) теорији бихејвиоризма – радикалан бихејвиоризам, који подразумева понашање условљено последицама које га прате (Magliaro, Lockee, и Burton, 2005). Први пут је примењена под моделом, односно програмом *Директни инструкцијски систем за учење и санацију* (DISTAR), који се односио на говор, читање, језик и математику, а призната је 1974. године у раду аутора Брофија и Евертсона (*Brophy, Evertson*) (Brophy, 1979; Brophy и Evertson, 1976), који су испитивали понашања наставника и њихов однос према ученичким перформансама (постигнућима, концептуалном разумевању садржаја, елиминацији мисконцепција, развоју научних вештина и слично). Као модел разрађена је 1986. године, а то је учинио аутор Розеншајн (*Barak Rosenshine*, 1930–2017), који је охрабрио и подстакао учитеље да користе директну инструкцију, односно да презентују наставни садржај малим постепеним корацима, да при томе праве паузе како би проверили ученичко разумевање сваког изложеног дела, као и да воде рачуна о активном учествовању сваког ученика. Према њему, директна инструкција укључује следећих шест корака:

- преглед садржаја најважнијих концепата;
- презентацију садржаја по малим деловима;
- вођену праксу након сваког дела;

- пружање корекција и добијање повратних информација;
- независну праксу ради провере наученог;
- недељно и месечно проверавање наученог (Magliaro, Locke, и Burton, 2005).

План и програм наставе и учења по ком се реализује директна инструкција пажљиво је смишљен и претходно је тестиран од стране ученика и учитеља, а затим је објављен у виду наставног материјала који се може штампати и умножавати. Овакав *План и програм наставе и учења* диктира који садржаји и које активности се морају реализовати, и у које време, те он ограничава интуицију и креативно размишљање код ученика и учитеља (Burton, 1998). У основи директне инструкције налази се схватање да је презентовање садржаја с намером организовано и увек циљно и сврсисходно, како би се максимизирао процес учења. Директна инструкција се бави природом науке и другим конструктима (тема садржаја, процесне вештине), јер учитељ упућује ученике на размишљање о њима, а наведена намера подразумева то да ће ученици научити тачно оно то што очекујемо да науче (Matthews, 1998а; Bell, 2001). Директна инструкција подразумева високо организован приступ учењу усмерен на учитеља, у оквиру ког су садржаји подељени на мале јединице уређене по логичком редоследу, а уче се експлицитним путем (Cohen, 2008). Учитељ усмерава и моделује понашање ученика, преноси им сваку компоненту задатка, обезбеђује праксу и повратне информације и процењује да ли нешто треба да буде поновљено или поново пређено. Овакав облик подучавања обезбеђује пренос великих количина информација у кратком временском периоду, а улога ученика је пасивна и сведена на мали удео у раду (National Institute, 2007). Директна инструкција подразумева највиши ниво експлицитног инструктивног вођења ученика у наставном процесу од стране учитеља и полази од претпоставке да уколико ученик није успео да овлада знањима у наставном процесу, то није до њега самог, већ до дизајнираног инструктивног вођења. Наиме, сматра се да сви ученици могу научити предвиђене научне концепте уз добру, детаљну, јасну и пажљиво испланирану инструкцију (Stockard, Wood, Coughlin, и Rasplica-Khoury, 2018). Она не представља приступ традиционалног подучавања, већ инструктивни модел који се усредсређује на интеракцију између учитеља и ученика. Ефикасни учитељи не препуштају ученицима да сами долазе до тачног разумевања научних садржаја. Уместо тога, они с намером планирају и реализују инструкције, осмишљене тако да олакшају и приближе ученицима усвајање научних вредности (Bell, 2001).

Директна инструкција подразумева добро разрађено и пажљиво испланирано наставно градиво, дизајнирано око јасно дефинисаних и прописаних наставних циљева и задатака, организовано тако да пружа мала увећања у процесу учења,

како би ученици разумели суштину проучаваног садржаја. Основне предности директне инструкције:

- Веома ефикасан начин преношења знања;
- Погодна је при усвајању базичних појмова неког садржаја и почетном развоју научних вештина, као и за примену у ситуацијама када ученици немају довољно развијена знања;
- *План и програм наставе и учења* за примену директне инструкције може да обучи наставнике како да изводе наставне садржаје, односно да припреме лекцију, чак и по шаблону;
- У земљама у којима је квалитет знања незадовољавајући, нуде се комплетни пакети за примену директне инструкције, која се у припремљеном облику даје учитељима, па сви ученици уче исте садржаје у исто време;
- Ученици који уче уз примену директне инструкције добијају исте могућности при учењу;
- Погодна за унапређење способности ученика при решавању проблема истог типа;
- Веома добра метода подучавања за полагање тестова на којима ће ученицима бити позната питања.

Основни недостаци директне инструкције:

- Примена директне инструкције је неефикасна и досадна ученицима ако су они већ овладели основним појмовима неког садржаја и поседују развијене основне научне вештине;
- Настава је сувише усмерена на учитеља, односно учитељ је тај који диктира темпо учења, док је интеракција између ученика премала. Ученици имају мали удео у наставном процесу и често су веома пасивни;
- Учитељева константна подршка, уз давање објашњења и праћење сваког корака у процесу учења, ствара зависне ученике и чини их несамосталним при раду и учењу;
- Директна инструкција не узима увек у обзир културне разлике међу ученицима, нити екстремне вредности, све се у основи своди на праћење систематски најбољег пута, а ученици треба да се прилагоде томе што је пред њима;
- Фокус није на некој великој идеји или питању, а ученици нису потпуно свесни шта раде;
- Недовољно повезивање садржаја који се учи с другим предметима, што негативно утиче на пренос знања;

- Не уважавају се у потпуности потребне научне вештине, нити се ученици на најбољи начин подучавају њима;
- Ако је директна инструкција дизајнирана лоше, штета ће бити велика, јер ученици неће стећи основно знање, нити ће развити основне научне вештине (Atkin, 2016a; Bell, 2001).

2.4.2. Индиректна инструкција – приступ усмерен на ученика

Имплицитна инструкција представља основу модела учења путем откривања и заједно с њим развијена је средином шездесетих и почетком седамдесетих година 20. века. Реформе у науци, које су се одиграле у то време донеле су један потпуно нов научни приступ, који се залагао за идеју самосталног ученичког научног откривања и истраживања, без нагласка на то шта ученик треба да ради и да очекује у оквиру наставног процеса. Главни циљ био је да се ученик ангажује путем личног искуства, кроз низ специфичних случајева у оквиру којих би се идентификовао проблем, без директног вођења од стране учитеља (Glaser, 1966). Овакав приступ, познат као невођено, неусмерено учење откривањем није укључивало пружање смерница ученику до посебног проблема кроз осмишљену процедуру, те су ученици били ангажовани да истражују и откривају самостално, кроз исувише општа питања. У наставној пракси, праћеној путем бројних истраживања (Kittell, 1957; Lazonder и Egberink, 2013; Mayer, 2004, 2009), утврђено је да учење без инструктивног вођења не даје жељене резултате. Од тада је имплицитна инструкција у форми минималног вођења постала основа учења путем откривања и његова препознатљива црта. За време учења, ученицима су пружене имплицитне инструкције, уграђене у задатак, које пружају прилагођене повратне информације о њиховим активностима (Loibi и Rummel, 2013).

План и програм наставе и учења по ком се реализује имплицитна инструкција настао је као производ размишљања учитеља у жељи да на креативан и другачији начин, сходно процењеним потребама припреме, реализује наставни материјал, те он није нигде објављен и не може се штампати и умножавати. Овакав *План и програм наставе и учења* састоји се од изнова нових, случајних, несеквенцијалних и неповезаних идеја и активности, које ученици и учитељ реализују заједно у периоду када они то желе (Burton, 1998). Имплицитна инструкција подразумева минимално вођен приступ при учењу, пажљиво испланиран и постављен у оквиру задатка у виду индиректне (посредне) смернице осмишљене од стране учитеља, који не показује ученицима директно шта треба да раде. Та смерница од ученика захтева што већу самосталност и пружа им повратне информације о напредовању у раду. Имплицитна инструкција подразумева приступ учењу усмерен на ученика и ученике учи о конструкту (теми садржаја, процесним вештинама, природи науке) путем активности које су у складу са конструктом. Оно

што ову инструкцију чини имплицитном јесте то што је пажња ученика усмерена на саму тему садржаја, развој процесних вештина, док су ученици остављени да сами схвате концепт природе науке, као нуспроизвод/споредна/индиректна спознаја, односно ученици би сами, без усмеравања учитеља, требало да размисле о томе како се посматрање и закључивање могу применити при конструкцији научних концепата и како се то одражава на научно знање уопште (Bell, 2001). Имплицитна инструкција претпоставља да ће ученици на индиректан начин поспешити своје разумевање природе науке кроз самосталан рад, за разлику од директног вођења, где је то унапред испланирано и није препуштено предвиђању (Akindehin, 1988). У оквиру имплицитне инструкције ученици сами конструишу концепте из низа датих, најчешће реалних примера, уз активирање процеса интуиције и индукције. При том процесу учитељ је фацитатор, то јест подршка ученицима, и он не контролише све кораке ученичког рада у оквиру изучавања неког садржаја. Изучавање садржаја подразумева креирање знања од стране ученика, а не њихово усвајање као скупа датих правила. При томе научни садржаји које ученици уче имплицитно могу бити у супротности с намерама учитеља, јер је ученицима пружена слобода при тачном разумевању научних садржаја (Bell, 2001). Основне предности имплицитне инструкције:

- Ангажованост ученика кроз реалне и занимљиве активне задатке;
- Ученици постављају питања, испробавају различите активности и експериментишу, при томе евентуално наилазе на неуспехе, што их припрема за живот, мада понекад може развити и отпорност према стицању нових знања;
- Ученичка радозналост је често изазвана и може довести до тога да се ученици заинтересују за неку тему ван *Плана и програма наставе и учења*;
- Ученици могу сами открити на који начин најбоље уче, што и јесте одлика врхунских научника (Atkin, 2016б; Bell, 2001).

Основни недостаци имплицитне инструкције:

- Уколико ученици не поседују претходна знања, односно нису усвојили основне појмове, мале су шансе да се развије истинско разумевање ученог садржаја;
- Неуспех при раду може деловати фрустрирајуће на ученике, који се у том случају могу изгубити у оквиру наставног процеса;
- Заблуде при учењу су врло могуће и не могу се избећи;
- Ако је имплицитна инструкција дизајнирана лоше (што је чест случај и с експлицитном), више ће се штете проузроковати него користи, јер ученици неће стећи основно знање, нити ће развити основне научне вештине (Atkin, 2016б; Bell, 2001).

2.5. Теорија когнитивног оптерећења – подршка директној инструкцији

Теорија когнитивног оптерећења (CLT) подразумева теорију подучавања и учења која објашњава и описује изградњу људске когнитивне архитектуре, засноване на привременом свесном процесору, односно обради нових информација у радној меморији и трајној бази знања ускладиштеној у дугорочној меморији (LTM) (Kalyuga, 2007, 2011; Sweller, van Merriënboer, и Paas, 1998). Сврха ове теорије темељи се на предвиђању исхода учења, уз поштовање и уважавање способности и ограничења људске когнитивне архитектуре (Kirschner, Sweller, и Clark, 2006; Plass, Moreno, и Brünken, 2010; Sweller и сар., 1998). Радна меморија се користи за обраду нових информација, а научне информације, настале као производ овог процеса, затим се трајно складиште у дугорочну меморију. При томе, радна меморија има ограничен капацитет и трајање. Она може да процесуира од два до четири елемента највише, а да ускладишти седам. У стању је да се бави информацијама најдуже неколико момената, а након 20 секунди све их губи, осим ако се не освежи поновном пробом (Cowan, 2001). Уколико се ове границе пређу, радна меморија бива преоптерећена, а учење спречено (Kalyuga, 2011). Овај процес се дешава само при обради нових информација преко сензорне меморије. Када радна меморија позива елементе (информације) из дугорочне меморије и ради с њима, ова позната ограничења се не догађају (Kalyuga, 2011; Sweller., 2010; van Merriënboer и Sweller, 2005).

Когнитивну теорију оптерећења чине когнитивно оптерећење и процес учења. Когнитивно оптерећење се одређује као оптерећење изазвано за време процеса решавања одређеног проблема, или радног задатка које је наметнуто когнитивном систему ученика (de Jong, 2010; Kalyuga, 2009; 2011). Когнитивно оптерећење заправо представља оптерећење радне меморије, које је укључено у извођење решавања проблема или радног задатка (Likourezos и Kalyuga, 2016). То је концепт који се састоји из две димензије:

- Прва димензија (узрочна) рефлектује однос, односно интеракцију између структуре материјала за учење (одређеног проблема, радног задатка) и когнитивних карактеристика ученика;
- Друга димензија (последична) односи се на мерљиве карактеристике оптерећења: ментално оптерећење (захтеви одређеног проблема, радног задатка), ментални напор (когнитивни капацитет издвојен за обраду захтева наметнутих проблемом, радним задатком) и перформансе ученика (постигнуће ученика; број грешака, тачних одговора, време утрошено за решавање проблема, радног задатка) (Mayer и Moreno, 2003; Paas, Tuovinen, Tabbers, и van Gerven, 2003; Schmutz, Heinz, Métrailler, и Opwis, 2009).

Ниво когнитивног оптерећења условљен је сложеностју окружења за учење, односно нека окружења постављају веће захтеве пред ученика, што узрокује веће ограничење радне меморије (Likourezos и Kalyuga, 2016; Sweller, 1999; 2010). У људској когнитивној архитектури, за време њене интеракције с одређеним материјалом за учење дешавају се различите врсте интеракција информацијских елемената, које потичу из тог припремљеног материјала. Те интеракције могу бити ниске – где се елементи могу научити и разумети посебно, и високе – где се елементи могу научити појединачно, али се не могу разумети све док се не повежу са свим осталим интерагујућим елементима, те су они из тог разлога тежи за разумевање (Paas и Renkl, 2004; Paas и сар., 2003).

Имајући наведено у виду, поштујући и уважавајући границе радне меморије, преко CLT се праве специфични инструктивни приступи, који управљају когнитивним оптерећењем и на тај начин воде до успешног процеса учења и развоја перформанси ученика (Sweller, 2004, 2008; van Merriënboer и Sweller, 2005). Према савременим схватањима CLT, постоје три врсте когнитивног оптерећења: унутрашње – односи се на материјал за учење; спољашње – односи се на инструкциони дизајн; и пожељно, или везано когнитивно оптерећење – односи се на додатни ментални напор који доприноси конструкцији шема и побољшава учење (Kalyuga, 2011; Sweller, 2010; Sweller и сар., 1998). Ове три врсте оптерећења узрокују укупно когнитивно оптерећење. Усложњеност материјала за учење и неподесан инструктивни дизајн утичу на повећање укупног когнитивног оптерећења, док додатни ментални напор, узрокован пожељним, или везаним когнитивним оптерећењем, доприноси укупном когнитивном оптерећењу, али и побољшава процес учења (de Jong, 2010; Moreno и Park, 2010; Sweller, Jeroen, van Merriënboer, и Paas, 2019).

Унутрашње когнитивно оптерећење је оптерећење узроковано комплексношћу материјала за учење или презентованих информација, те ниво интерактивности елемената у радном задатку представља његов главни извор (Likourezos и Kalyuga, 2016; Paas, Renkl, и Sweller, 2003). Као последица овакве врсте оптерећења јављају се измене постојећих, већ формираних, или стварање нових когнитивних шема (организованих структура знања) у дугорочној меморији. Унутрашње когнитивно оптерећење условљено је нивоом интерактивности елемената и ефектом изолованих и интерагујућих елемената (Blayney, Kalyuga, и Sweller, 2010; Hanham, Leahy, и Sweller, 2017; Pollock, Chandler, и Sweller, 2002).

- *Интерактивност елемената*: Уколико се материјал за учење састоји од много елемената високе интерактивности, онда они условљавају велико когнитивно оптерећење, а уколико се материјал за учење састоји од елемената ниске интерактивности, онда условљавају мало когнитивно оптерећење (Hanham и сар., 2017; Paas и сар., 2003);

- *Ефекат изолованих и интерагујућих елемената:* Уколико се материјал за учење који се састоји од елемената високе интерактивности презентује део по део, и уколико се учи елемент по елемент, а затим обрађују у радној меморији истовремено – долази до учења (Blayney и сар., 2010; Pollock, Chandler, и Sweller, 2002).

Дакле, без обзира на врсту интерактивности елемената, која је саставни део материјала за учење и не може се избећи, до учења може доћи. Уколико се из понуђеног материјала издвоји део по део, и учи се елемент по елемент, учење се одвија, али да би дошло и до процеса разумевања материјала за учење као целине, неопходно је да се у оквиру радне меморије поставе и обраде сви интеракцијски елементи истовремено. Елемент, или део информације, повезан са специфичним задатком, за једног ученика одређен је организованом структуром знања коју он чува у дугорочној меморији. С повећањем стручности ученика расте и део обрађених информација, односно многобројни интерактивни елементи ученика почетника постају један елемент ученика стручњака (Hanham и сар., 2017; Kalyuga, 2011).

Управљање овом врстом оптерећења разним врстама инструкција, заправо захтева модификацију природе самог проблема, или радног задатка учења. Ако унутрашње когнитивно оптерећење пређе ганице радне меморије, до учења неће доћи, јер нема слободног простора за обраду интеракцијских елемената. И да се то догоди, потребно је даље модификовати задатак. То се може постићи на пример:

- поједностављивањем проблема или радног задатка за учење у почетној фази инструкције;
- заменом проблема, или радног задатка једноставнијим проблемом или радним задатком;
- сегментацијом проблема, или радног задатка;
- као и обуком полазника о подучаваним концептима.

Уколико је материјал за учење исувише једноставан и велики део капацитета радне меморије остане неискоришћен, пожељно је повећати унутрашње когнитивно оптерећење путем подстицајних задатака или навођењем ученика на самостално увиђање грешака и спонтанно проналажење исправних решења (Kalyuga, 2009). У свим овим случајевима ученик би се суочио са модификованим проблемом, или радним задатком који се разликује од првобитног, те се може закључити да је унутрашње оптерећење повезано с природом самог проблема, или радног задатка и стручношћу ученика, а не зависи од инструктивне методе која се примењује при његовој обради (Kalyuga, 2007). Најважнији дизајнирани инструктивни приступи за регулисање унутрашњег когнитивног оптерећења јесу: ефекат изолованих интеракцијских елемената (изоловање сваког интеракцијског елемента посебно и учење једног по једног) и моларно-модуларни ефекат (ученицима се даје потпуно

интегрисана техника за решавање одређене категорије проблема у оквиру решавања проблема или радног задатка – моларна техника, а затим се ученицима решења тог проблема, или радног задатка раздвајају на модуле, мале делове с интерактивним елементима – модулarna техника) (Blayney и сар., 2010; Gerjets, Scheiter, и Catrambone, 2006; Gerjets, Scheiter, и Cierniak, 2009; Pollock, Chandler, и Sweller, 2002; Sweller, 2010).

Спољашње когнитивно оптерећење, с друге стране, повезано је с когнитивним процесима који нису неопходни за учење. Оно је проузроковано лошим или неодговарајућим инструктивним дизајном и зависи од њега (Likourezos и Kalyuga, 2016). Дакле, овај вид когнитивног оптерећења проузрокован је од стране спољашњих фактора, као што су дизајн наставне ситуације – инструкциони дизајн, редослед проблема или радних задатака и облик мултимедијалног приказа (Kalyuga, 2007, 2009, 2011; Sweller, 2010). На пример, узроци спољашњег оптерећења могу бити:

- просторно и временски одвојени сродни елементи, који захтевају претрагу и спајање тих елемената у целину;
- проблем, или радни задатак са превеликом количином информација, чиме се уводи велики број интеракционих елемената у радну меморију, или се интеракциони елементи уводе сувише брзо, што спречава њихово разумевање и повезивање са знањем ускладиштеним у дугорочној меморији;
- недостатак инструкција, што ученике наводи на насумично трагање за решењима;
- преклапање инструктивног вођења са већ формираним структурама знања, односно упућивање ученика на другачије представе о једној истој информацији (Kalyuga, 2007, 2009).

Спољашње оптерећење изазвано је когнитивним активностима у које је ученик укључен због начина на који му је задатак учења организован и презентован, а не зато што је оптерећење неопходно за постизање циљева наставе (Sweller и Chandler, 1994). За разлику од унутрашњег оптерећења, које се доживљава у процесу обраде информација, спољашње оптерећење је условљено искључиво дизајном инструкција и потпуно је управљиво. На пример – ученицима почетницима пружа се проблем, или радни задатак за решавање без икаквих смерница о могућим шемама решења. У том случају радна меморија је оптерећена насумичним покушајима ученика да реше проблем, или радни задатак, уместо да науче његове битне карактеристике и усвоје шеме решења проблема, или радног задатка (кретање супротно од циља) (Sweller, 1994). Или, на пример, када су неки сродни текстуални, графички или аудио интерактивни елементи у инструкцијском материјалу раздвојени просторно (удаљеношћу) или временски (редоследом

учења), њихова интеграција може захтевати од ученика интензивне процесе претраживања и позивање на неке ускладиштене елементе информација, чиме се оптерећује радна меморија, а радни процеси при томе нису усмерени на усвајање и аутоматизацију шема (Kalyuga, 2011). CLT је заправо и развијена с циљем да се при процесу учења смањи спољашње когнитивно оптерећење. Овај концепт се сматра и најважнијим за ову теорију, јер је генерисао већину ефеката когнитивних оптерећења (Sweller, 1994). Најважнији дизајнирани инструктивни приступи за регулисање спољашњег когнитивног оптерећења јесу: ефекат дељења пажње (дељење пажње између различитих извора информација), ефекат сувишности (увођење сувишних извора информација и самих информација), ефекат модалитета (примена вишеструког облика уноса и презентације информација – мултимедијално учење), ефекат рада кроз примере (увођење решених примера пре решавања сличних проблема, или радних задатака), ефекат рада са задацима комплетирања (увођење проблема, или радних задатака са делимичним решењем, који они треба да доврше, комплетирају), ефекат експертског преокрета (увођење вишеструких информација које помажу ученицима почетницима, али одмажу ученицима стручњацима), ефекат смањивања инструкције (смањење инструктивног вођења при повећању стручности ученика услед решавања одређених проблема или радних задатака) и ефекат ослобађања од циља (усмеравање ученика ка конкретном проблему у оквиру радног задатка, уз налажење начина за његово решење, а не ка одређеном циљу према ком учење треба да буде реализовано) (Kalyuga, 2007, 2011; Mayer, 2009; Kalyuga, Ayres, Chandler, и Sweller, 2003; Kalyuga, Chandler, Tuovinen, и Sweller, 2001; Sweller, 2006, 2010; Sweller, Ayres, и Kalyuga, 2011a; Sweller, Ayres, и Kalyuga, 2011b; Sweller, Mawer, и Ward, 1983; Sweller и сар., 1998; van Merriënboer и Krammer, 1987).

Пожељно или везано когнитивно оптерећење уведено је 1998. године као врста оптерећења, која се жели изазвати у учењу, (како би се раздвојили корисни когнитивни процеси од оних мање корисних), јер је с временом постајало све јасније да свако когнитивно оптерећење не мора да омета учење (Kalyuga, 2011; Sweller и сар., 1998; Sweller, 2010). Како су и спољашње и унутрашње оптерећење третирали као елементи које треба смањити у процесу учења да би се избегло когнитивно преоптерећење, у литературу је уведен посебан термин *намерног оптерећења*, који води до пожељног учења и одговарајућих захтева радне меморије. Ниједно смислено, комплексно учење, заправо се и не може остварити без напорне когнитивне обраде и оптерећења радне меморије. Да би се учење догодило, важно је само водити рачуна о томе да та напорна когнитивна обрада буде усмерена ка продуктивном учењу, стварању шема и аутоматизацији, те да не прелази границе радне меморије. Пожељно или везано когнитивно оптерећење узрокују различите когнитивне активности ученика и оно резултује повећањем укупног когнитивног

оптерећења (Kalyuga, 2009). Поред тога што поспешује учење, оно подстиче и развија мотивацију код ученика. Најважнији дизајнирани инструктивни приступи за регулисање пожељног или везаног когнитивног оптерећења јесу: ефекат варијабилних примера (увођење варијабилних примера у процес учења, ученици поред тога што уче како да реше одређене проблеме, или радне задатке – ниска варијабилност, уче и то које категорије проблема, или радних задатака захтевају слична решења – висока варијабилност), ефекат имагинације (замишљање процедура и концепата), и ефекат самообјашњења (ученици треба сами себи да објасне нове процедуре или концепте) (Chi, Bassok, Lewis, Reimann, и Glaser, 1989; Cooper, Tindall-Ford, Chandler, и Sweller, 2001; de Koning, Tabbers, Matthews и Rittle-Johnson, 2009; Rikers, и Paas, 2011; Hsu и Tsai, 2013; Renkl 1997; Rittle-Johnson, 2006; Schworm и Renkl, 2006; Schwartz, Chase, Oppezzo, и Chin, 2011; Sweller, 2010).

Однос између све три врсте оптерећења. Унутрашње, спољашње и пожељно или везано когнитивно оптерећење заједно чине укупно когнитивно оптерећење. Укупно когнитивно оптерећење не сме прећи границе, односно слободан капацитет радне меморије (de Jong, 2010; Hawthorne, Vella-Brodrick, и Hattie, 2019; Sweller, 2010). Уколико се то догоди, учење бива спречено. Према CLT важе следећа правила:

- Уколико дође до повећања унутрашњег когнитивног оптерећења и смањења спољашњег когнитивног оптерећења доћи ће и до настанка пожељног или везаног когнитивно оптерећење;
- Уколико се смањи унутрашње когнитивно оптерећење, а повећа се спољашње когнитивно оптерећење, долази и до смањења пожељног или везаног когнитивног оптерећења (Hawthorne и сар., 2019; Sweller, 2010).

Однос директне инструкције и CLT. У литератури је сугерисано да ученици не треба сами да усвајају знања, већ им треба пружити директну вођење при упознавању са новим и непознатим појмовима (концептима) (Klahr и Nigam, 2004; Mayer, 2004; Sweller, 2004). Неопходно је, дакле, да се прво савладају и усвоје основне чињенице и вештине, како би се могло прећи на комплексније улоге, то јест на изучавање сложенијих тема, које директна иснтрукција ученицима омогућава (Cohen, 2008). Када се ученицима презентују нове информације на нов начин, они треба да буду експлицитно упућени у то шта да раде и како то да раде (Kirschner и сар., 2006). О позитивном доприносу примене директне инструкције при усвајању нових процедуралних корака, али и при извођењу једноставних експеримената, сведоче бројна спроведена истраживања (Chen и Klahr, 1999; Dean и Kuhn, 2007; Klahr и Li, 2005; Klahr и Nigam, 2004; Lorch и сар., 2010; Matlen и

Klahr, 2013; Sao Pedro, Gobert, Heffernan, и Beck, 2009; Strand-Cary и Klahr, 2008; Zimmerman, 2007). На пример, у истраживању (Klahr и Nigam, 2004) ученици из групе којима је пружена директна инструкција креирали су више незбуњујућих експеримената – 77% њих овладало је креирањем ових експеримената, а у групи ученика који су самостално експериментисали само је 23% њих овладало дизајнирањем незбуњујућих експеримената. Директна инструкција, уз излагање комплетних информација ученицима, доприноси усвајању ученичких знања (Kirschner и сар., 2006).

У складу с наведеним, CLT подржава став да ученици почетници треба да долазе до нових знања и усвајају кораке нових процедура уз потпуно вођену експлицитну инструкцију (Sweller и сар., 2011). Након стицања одређене основе знања, односно усвајања одређених вештина у оквиру проучаваног домена, ово упутство треба смањити (Likourezos и Kalyuga, 2016), јер оно постаје сувишно када ученици достигну одређени ниво стручности (Kalyuga, 2007). Имајући у виду чињеницу да је радно памћење строго ограничено према трајању и капацитету, оваква инструкцијска подршка на почетку је изузетно важна, јер без ње претрага и обрада нових информација од стране ученика не би била усмерена, била би успорена, а то би ограничило радну меморију (јер би ученици били самостално препуштени мноштву информација истовремено) (Cowan, 2001; Likourezos и Kalyuga, 2016; Sweller, 2004). На овај начин ученицима се помаже у организацији, односно складиштењу нових информација у дугорочну меморију, одакле оне постају доступне за употребу у новим ситуацијама (Lazonder и Egberink, 2013; Lorch и сар., 2010).

2.6. Теорија конструктивизма – подршка индиректној инструкцији

Конструктивизам представља теоријски концепт, који има велики утицај на науку и математику, а у својој постмодерној и деконструктивној верзији знатно утиче и на књижевност, уметност, историју, друштвене и теолошке науке (Matthews, 1998б). Изворно језгро конструктивизма представља психолошка теорија о томе како се развијају уверења (веровања), а не оно што чини та веровања истинитим, или што се сматра научним знањем. Из овог језгра конструктивизам се развио и проширио своје погледе на епистемологију, наставу, наставни програм, теорију образовања, етику, онтологију и метафизику. Имајући наведено у виду, може се закључити да постоји много варијанти конструктивизма (Good, Wandersee, и St. Julien, 1993; Phillips, 1995). Најједноставнија подела своди се на: образовни конструктивизам, филозофски конструктивизам и социолошки конструктивизам.

Образовни конструктивизам представља теорију учења 21. века која вуче своје корене још из античке грчке. Он се ослања на друге конструктивистичке традиције, филозофску и социолошку, али има аутономне корене и историју (Matthews, 1998б). Образовни конструктивизам утемељен је на Сократовим

(Socrates, 470 п. н. е. – 399, п. н. е.) дијалозима с његовим следбеницима, у оквиру којих им је он постављао усмерена питања која су наводила следбенике да сами препознају слабости сопственог начина размишљања. Овај начин процене је до данас остао важна одлика конструктивизма, на основу које учитељи оцењују постигнућа ученика и планирају њихова даља искуства (Nola, 1997; Singh и Yaduvanshi, 2015). Даљи важан утицај на развој конструктивизма имали су Пијаже (*Jean Piaget*, 1896–1980), Аусбел (*David Paul Ausubel*, 1918–2008), Брунер (*Jerome Seymour Bruner*, 1915–2016), Дјуи (*John Dewey*, 1859–1952) и Виготски (*Lev Semionovich Vygotsky*, 1896–1934). Пијаже, Дјуи и Виготски сматрали су да се знање стиче/конструира кроз социјалну интеракцију, односно интеракцију међу ученицима или вршњацима, и кроз интеракцију између ученика и учитеља, при којој се наглашава значај учења, а информације се размењују – што пружа прилику ученику да упореди, испита и редефинира научено са знањем и разумевањем других ученика, чланова групе (Singh и Yaduvanshi, 2015). Ови теоретичари утицали су на то да се улога ученика као *субјекта наставе* трансформише, те да он постане *активан учесник*, који може да контролише своје учење кроз активно учешће и његово конструисање на смислен начин. Модерни едукатори који су проучавали, писали и примњивали конструктивистички приступ у едукацијској пракси јесу: Џон Брансфорд (*John Bransford*), Еленор Дакворт (*Eleanor Duckworth*), Џорџ Форман (*George Forman*), Роџер Шанк (*Roger Schank*), Жаклин и Мартин Брукс (*Jacqueline and Martin Brooks*), а најистакнутији је Ернст фон Гласерсфелд (*Ernst von Glasersfeld*, 1917-2010), који је написао преко сто радова о конструктивизму.

Образовни конструктивизам настао је као теорија учења, затим је напредовао до теорије поучавања, теорије образовања, теорије порекла идеја и теорије личног и научног знања (Matthews, 2002). Он наглашава индивидуално креирање и конструкцију појмова/концепата, али и објашњава начин на који ученик конструира знање настало као производ личног искуства, а које је јединствен чин сваког појединца (Matthews, 2002; Singh и Yaduvanshi, 2015). Према Пијажеу конструктивизам представља систем објашњења на основу којих ученици усвајају и редефинишу усвојено знање (Piaget, 1971, 1977). Гласерсфелд дефинира конструктивизам као теорију активног учења, односно конструисања знања на субјективан и метакогнитиван начин, кроз лично искуство ученика (von Glasersfeld, 1989). Дакле, конструктивизам се заснива на претпоставци да је знање субјективно, контекстуално и инхерентно парцијално. За разлику од конвенционалног објективистичког погледа на знање, према ком је оно објективно, универзално, комплетно, ауторитарно, одређено и преноси се из главе учитеља у главу ученика, конструктивизам се фокусира на отпорност ученичких уверења и друштвену конструкцију стварности (Singh и Yaduvanshi, 2015). Конструктивизам укључује промену образовне парадигме с бихејвиоризма на когнитивни развој, односно са

фокуса на интелигенцију, домен циљева, нивое знања и ојачање на – епистемолошку претпоставку да ученици не конструишу сопствено знање на основу интеракције са својим окружењем. У суштини конструктивистичке теорије налазе се четири ставке:

- Знање је физичко – лично конструисано од стране ученика, путем активног учешћа у наставном процесу;
- Знање је симболички конструисано од стране ученика, који у процесу учења праве симболичке представе о сопственим акцијама;
- Знање је социјално конструисано од стране ученика, који за време наставног процеса преносе своје конструисано значење учења другима;
- Знање је теоретски конструисано од стране ученика, који покушавају да објасне ствари које не разумеју у потпуности (Singh и Yaduvanshi, 2015).

План и програм наставе и учења конструктивистичког учења организован је уз припрему добро одабраних задатака и питања, односно добро припремљеног материјала за учење од стране учитеља, уз његову активну улогу у смислу ангажовања ученика – активног вођења ученика ка томе да они постану конструктори сопственог знања. Основни принципи на којима се заснива конструктивистичко учење су:

- позивање на претходна знања ученика;
- истраживање новог материјала за учење;
- стварање когнитивне дисонанце;
- примена новостеченог знања уз добијање повратне информације;
- рефлексивна о наученом, односно учењу (Honebein, 1996; Windschitl, 2002).

При томе, улога учитеља и улога ученика у конструктивистичком учењу се мењају, односно попримају нову димензију. Од предајника знања, учитељ постаје фацилитатор, он омогућава и олакшава самосталну конструкцију ученичког знања, док ученик од примаоца постаје конструктор свог знања. Учитељ више није мудрац на позорници, већ водич или ментор, који дизајнира ситуације учења како би подстакао самосталну активност ученика. У конструктивистичкој учионици, учитељ тражи и организује средства која би ученицима на најбољи могући начин обезбедила разумевање предвиђених концепата, а затим структурира могућности које би ученицима обезбедиле усавршавање и ревидирање усвојених концепата уз постављање контрадикција, презентовање нових информација, постављање питања, или ангажовање ученика у таквим истраживачким подухватима који би могли да оспоре тренутно формиране концепте (Brooks и Brooks, 1993). Атмосфера у

учионици није више ауторитарна, где се учитељ налази на врху хијерархије и сматра јединим који поседује знање, које треба да пренесе на пасивне ученике, већ одише духом демократије – ученици се третирају као подједнако важни чланови наставног процеса, охрабрују се да постављају питања, износе властите идеје, а поштују се и њихова претходна знања, која учитељ пажљиво слуша. У конструктивистичком учењу учитељ мора да има на уму следеће:

- учење је активан процес у ком ученик конструише значај учења;
- људи уче како да уче;
- учење укључује језик;
- учење је друштвена активност;
- учење је контекстуално;
- чин конструктивног доласка до значаја учења је ментална активност;
- свакоме је потребно одређено знање да би учио;
- учење нија пасивно прихватање знања, оно захтева рад;
- мотивација је главни аспект учења и;
- за учење је потребно време.

У литератури постоји неколико конструктивистичких модела погодних за примену у учионици при изучавању научних садржаја, формираних на основу рада Пијажеа. Један од таквих модела предложио је аутор Роџер Бајби (*Roger Bybee*) у оквиру пројекта *Студија курикулума биолошких наука (BSCS)*. Модел 5 Е састоји се од следећих фаза:

- *Ангажовање*. Ова фаза подразумева стварање везе између претходних и новонасталих знања и искустава ученика и заснива се на активностима што усмеравају пажњу ученика на исходе учења, који су производ тренутног ангажовања. Улога учитеља у овој фази сведена је на то да представи ученицима ситуацију и идентификује задатак, док ученици треба ментално да се ангажују, односно усредсреде на концепт, процес или вештину коју уче;
- *Истраживање*. Ова фаза подразумева дизајнирање појединих истраживачких ситуација учења од стране учитеља, које би ученицима обезбедиле конкретно, заједничко искуство путем ког они настављају да граде, то јест конструишу концепте, процесе или вештине. Ово искуство ученици би касније требало да искористе за формално упознавање, односно конструисање концепата, процеса или вештина и дискусију о њима;
- *Објашњавање*. Ова фаза подразумева објашњавање конструисаних концепата, процеса или вештина, истражених у претходном кораку учења. Улога учитеља у овој фази сведена је на то да усмери пажњу ученика на специфичне аспекте у њиховом претходном ангажовању и

реализованом истраживању, док ученици треба да на сажет, једноставан, јасан и директан начин представе усвојене, то јест конструисане концепте, процесе, или вештине;

- *Елаборација*. Ова фаза подразумева проширивање ученичког концептуалног разумевања о ученим концептима, процесима и вештинама и омогућава им да кроз практичну примену увежбају новостечене вештине и понашања;
- *Евалуација (процена)*. Ова фаза подразумева то да ученици прво на самосталан начин процене своје разумевање и развијене способности, како би на основу тога учитељи могли да размотре ученичке закључке о сопственом ангажовању, повежу их с властитим представама о њиховом учењу и усвојеном знању и на основу тога процене стварно разумевање ученика о кључним концептима, процесима и вештинама које су научили, односно конструисали (Singh и Yaduvanshi, 2015: 2,3).

Однос индиректне инструкције и CLT. Супротно приступу учењу који прати директна инструкција, промовишу се приступи невођеног, или минимално вођеног учења (Hmelo-Silver, Golan Duncan, и Chinn, 2007; Jaworski, 1995). Такво учење подразумева активну изградњу – конструкцију знања од стране ученика, кроз његову интеракцију са окружењем за учење, а у науци се назива – учење путем откривања (Cohen, 2008; Fosnot и Perry, 2005). Још је Пијаже предложио да се традиционална смерница, пружена ученицима у форми директног вођења, замени *Планом и програмом наставе и учења* усмереним на дете, на његову иницијативу и независно откриће (Verenikina, 2008). Имајући у виду чињеницу да се потпуно невођено учење путем откривања (екстремни облик учења путем открића, Hake, 2004, чисто учење путем открића, Clements и Joswick, 2018) показало неефикасним (Alfieri, Brooks, Aldrich, и Tenenbaum, 2011; Kittell, 1957; Lazonder и Egberink, 2013; Mayer, 2004; van Joolingen, de Jong, Lazonder, Savelsbergh, и Manlove, 2005) у односу на минимално вођено или вођено путем откривања (због превише слободног простора који је пружен ученицима за време њиховог самосталног истраживања – Mayer, 2004), у природним наукама и математици почели су све више да се промовишу конструктивистички приступи учењу засновани на минималној врсти инструкција. У тренутној пракси, учење путем откривања и јесте минимално вођен инструкцијски приступ, у оквиру ког ученици нису потпуно самостални током учења, већ их усмерава учитељ (Cohen, 2008; Eysink и de Jong, 2012). Оваква инструкцијска подршка подразумева имплицитно вођење од стране учитеља, најчешће уграђено у радни задатак, које ученицима пружа повратне информације о њиховим активностима и напредовању у раду (Loibi и Rummel, 2013). Имплицитна инструкција подразумева минималну форму вођења, која од ученика захтева што већу самосталност, пажљиво испланирану и постављену у

оквиру наставног процеса у виду индиректне/посредне смернице од стране учитеља. У великом броју истраживања доказан је позитиван допринос примене минимално вођеног учења путем откривања (Dean и Kuhn, 2007; Lazonder и Kamp, 2012; Schwartz и сар., 2011; van Joolingen и сар., 2005). Наведена истраживања показала су да је ученицима заиста потребно вођење за време активности учења (van Joolingen и сар., 2005). Имплицитна инструкција се сматра пожељном, посебно када су ученици оспособљени да изводе одређену вештину, али још немају искуства за њену примену у новим и захтевнијим околностима (de Jong и Lazonder, 2014). Она обезбеђује фацитаторски ефекат на перформансе ученика, али овладавање подржаним вештинама наступа тек након продужене праксе, током које се постепено смањује ниво инструкцијских смерница (Lazonder и Egberink, 2013; Lazonder и Rouet, 2008). У току последње деценије, савремени приступи учења, попут продуктивног неуспеха, пожељних потешкоћа, учења кроз изум и других наставних активности (Bjork, 2013; Карур, 2010, 2014; Карур и Bielaczyc, 2012; Schwartz, Lindgren, и Lewis, 2009; Schmidt и Bjork, 1992), који у оквиру своје иницијалне фазе - фазе генерације, која се позива на претходна знања, укључују самосталне покушаје ученика да решавају проблеме, испитивани су са аспекта пружања инструкција за време те фазе генерације. Чак су и резултати ових студија показали да оваква инструкцијска подршка, на супрот чистој, невођеној фази генерације, може бити од суштинске важности за ефикасност наведених приступа (Likourezos и Kalyuga, 2016), односно да пружене инструкције усмеравају пажњу ученика и пружају им повратне информације о њиховим приступима решењима и воде их до смишљања бољих решења (Loibl и Rummel, 2014; Roll, Alevin, и Koedinger, 2009; Schwartz и сар., 2011). Пажљиво дизајнирана инструкција је неопходна како би ученици дошли до исправних решења и закључака (Loibl и Rummel, 2014), имајући у виду чињеницу да у чистој фази генерације они измисле, осмисле, неуспешна и непотпуна решења (Карур и Bielaczyc, 2012). Овакви резултати добијени су знатно раније и у оквиру истраживања вођеног учења путем откривања, где се показало да је ученицима потребно вођење за време почетне фазе учења, када су они постављени у само-одређену позицију учења како би открили основни модел или концепт (van Joolingen и сар., 2005).

За разлику од потпуно вођене експлицитне инструкције, потврђено је да је минимално вођено учење откривањем неефикасно према CLT, односно људској когнитивној архитектури, јер се показало неосетљивим на ограничења радне меморије (Kirschner и сар., 2006). Претрага заснована на откривању и решавању проблема не узима у обзир границе радне меморије (Sweller, 1988; Rittle-Johnson, 2006), и док ученици трагају за решењима, активирана радна меморија не може у исто време да се искористи за учење и чување информација у дугорочној меморији. Један од циљева ефикасне инструкције јесте да упути ученике у то како да манипулишу информацијама у складу с циљевима наставе и омогући им да то

знање сачувају у дугорочној меморији, а учење путем откривања не служи у ове сврхе (Cohen, 2008; Kirschner и сар., 2006). Ученицима је потребно надгледање сопствених процеса усмеравања пажње на релевантне информације (Kirschner и сар., 2006), што указује на то да учење путем откривања захтева од ученика већи број менталних операција, као и бољу извршну контролу пажње, за разлику од учења уз примену директне инструкције (Alfieri и сар., 2011).

2.7. Лабораторијско-експериментална метода

Лабораторијско-експериментална метода (ЛЕМ) подразумева примену лабораторијских или једноставних експеримената посредством којих ученици комуницирају са материјалима, или моделима, како би посматрали и разумели природни свет (Hofstein и Lunetta, 2003; Demircioğlu и Yadigaroglu, 2011). Лабораторијски експерименти подразумевају скуп поступака којих се ученици придржавају и које изводе уз употребу лабораторијског материјала и опреме, под надзором и одређеним вођењем учитеља, како би дошли до неопходних информација о проучаваном концепту (Salameh El Rabadi, 2013). Једноставни експерименти подразумевају скуп поступака којих се ученици придржавају и које изводе уз надзор и одређено вођење учитеља, али њихова примена не захтева употребу лабораторијске опреме и скупе апаратуре и интеракцију ученика с њима, већ се они могу реализовати помоћу јефтиних, лако доступних и једноставних средстава и материјала (Hırça, 2013, Sadi и Sakiroglu, 2011). У оквиру ЛЕМ ученици више него у случају примене других метода самостално посматрају и изводе практичне активности – експерименте, различите истраживачке поступке и операције, попут скицирања, бележења, припреме извештаја и саопштавања резултата. На овај начин ученици већим бројем чула упознају свет око себе. ЛЕМ може да се примени у редовној школској учионици, опремљеном кабинету, школској лабораторији, помоћним школским просторијама, школском дворишту, врту, природи, археолошким ископинама, свуда где ученици могу доћи у непосредан контакт са ствараношћу (де Зан, 2005).

Експерименти у настави природних наука служе најпре као извор за усвајање појединачних знања, која се с временом уопштавају. При томе, ученици би требало да дођу до стварног знања, које води до конструкције научних појмова. Овој конструкцији претходи изградња прелазних појмова, који се налазе између ученичког виђења проучаваног садржаја и концепта који ће се касније открити. Формирани прелазни појмови нису у потпуности тачни и потпуни, али они воде до формирања научних појмова и не ометају њихову изградњу (Шарпак, 2003). Касније, применом експеримената, ученици могу неке природне појмове истовремено да интерпретирају и разумеју, али и да остваре предвиђања о неком скупу ситуација. Ученицима се притом мора указати на важност примене експеримента, односно на то да они помоћу њега могу да реше одређене радне

задатке и добију одговоре на постављена питања. Примена ЛЕМ у настави природних наука може се реализовати уз индивидуалан рад, рад у паровима, групни, тимски и фронтални облик рада. Како би се остварио постављени циљ примене експерименталне наставе, неопходно је методички припремити експеримент. Ова припрема подразумева одабир најпогоднијег експеримента и његово повезивање са предвиђеним наставним садржајем, како би планирани час текао као једна целина. Пре реализације ЛЕМ потребно је припремити неопходан прибор и материјал, као и упутства за ученике. У одређеним случајевима треба им скренути пажњу да ће на наредном часу изводити експерименте, како би се за њих припремили. Упутства која учитељ припрема за ученички рад могу бити дата усмено, или у писаном облику. Усмени облик реализује се преко учитељевог говора, односно излагања упутстава, објашњавања и цртања потребног прибора и материјала, док се писани реализује поделом инструктивних листића на којима су објашњени експерименти. Учитељ тачно мора да зна у ком делу часа ће се експеримент извести и мора водити рачуна о томе да се не прескочи ниједна етапа у његовом извођењу. Ово је изузетно важно, јер ученици на тај начин усвајају знања која нису у виду чистих информација, већ поседују и менталне представе о тим информацијама. Поред схватања истине, ученици закључују да томе претходи пут сазнања којим се до те истине дошло. Дакле, сама припрема за реализацију експеримента изузетно је важна и отвара бројне могућности учитељима, преко којих би могли ученике у што већој мери подстаћи на рад, не само физички, већ и ментални и когнитивни. За време примене ЛЕМ ученик се поставља у активну физичку, менталну и когнитивну позицију за изградњу знања и развијање научних вештина. Дакле, ученик кроз експерименталну наставу посматра, уочава, запажа, рукује прибором и опремом, доказује, објашњава, записује, црта, саопштава, дискутује са своје тачке гледишта с другима. Он пролази кроз четири фазе у конструкцији знања: формулише проблемско-истраживачко питање, води истраживање, одговара на питање, саопштава своје резултате. Притом би учитељ требало да подстиче ученике на пажљиво посматрање, прецизно и тачно мерење и бележење података и приказивање добијених резултата уз примену графичких техника. Након саопштавања резултата ученици би требало да учествују у дискусији као начину за аргументовано научно доказивање. У том процесу ученици се могу сусрести с различитим резултатима других група у истим или поновљеним истраживањима, те би учитељ требало да им помогне да пронађу узроке тих разлика. Дакле, улога учитеља у том процесу сведена је на усмеравање ученика ка циљу рада и пружање подстрека.

Дидактичка вредност примене експеримента огледа се у реализацији појединачних дидактичких нивоа: припремање, сусрет с новим, усвајање, сређивање наученог, вежбање, примена, преиспитивање (Цвјетићанин, 2017б). Експеримент се може применити у сваком од ових нивоа, који се у наставном

процесу не уочавају засебно у чистом облику, већ у структури с другим елементима у оквиру великог броја часова. Примена ЛЕМ у настави природних наука укључује следеће фазе:

- *Припрему за рад* – одабир садржаја, одређивање радних задатака, избор места за његову реализацију и припремање неопходног материјала и прибора;
- *Извођење експерименталног рада* – реализација програма и остваривање радних задатака, подстицање ученика, усмеравање у раду и само праћење рада;
- *Вредновање остварених резултата* – утврђивање позитивних и негативних поступака и исхода у раду, структурирање корективних делатности и уклањање негативних резултата.

Пре реализације ових фаза потребно је водити рачуна о томе да одабрани експерименти буду: методски добри – ученици помоћу њих долазе до исправних и јасних закључака; методски исправни – морају бити довољно прегледни, уверљиви и разумљиви; те методски потребни – експерименти морају пружити могућност ученицима за размишљање, расуђивање и закључивање (Цвјетићанин, 2010). Осим на часовима у оквиру наставних и ваннаставних активности, ученици би требало експерименте да изводе и у оквиру ученичких пројеката, домаћих задатака, при решавању проблемских ситуација изван школе, како би и на практичан начин схватили да стечена знања заиста могу да се примене и у оквиру свакодневног животног искуства. Експерименти који се примењују у настави природних наука морају бити једноставни, безбедни, припремљени за извођење са безопасним, природним супстанцама, и организовани у условима који су лако објашњиви ученицима. У настави природних наука експерименти се могу поделити на основу више категорија:

- Према циљу и садржају:
 - *Основни експерименти* – примењују се при изградњи основних знања о природним појавама, процесима и појмовима (својствима течности, кружењу воде у природи...);
 - *Упоредни експерименти* – примењују се при утврђивању појмова тако што се један експеримент изводи с различитим супстанцама у једнаким условима, или се прати понашање једног процеса у различитим условима (растворљивост супстанци: уље, мед, алкохол, сирће... утицај температуре на растворљивост супстанци у води);
 - *Модел експерименти* – примењују се за приказивање неког сложенијег индустријског процеса, ретко се примењују у настави интегрисаних природних наука, а када се то догоди, требало би да их изводи учитељ (пречишћавање и добијање чисте воде).

- Према томе ко изводи експерименте:
 - *Ученички експерименти* (УЕ) – представљају самосталан ученички пут проласка кроз одређене експерименталне кораке - фазе извођења експеримента, како би кроз лично искуство разумели проучавани процес или појаву, преко примера који служи као доказ за деловање научних принципа. Изводе их ученици сами, под надзором учитеља, уз примену инструктивног листића и претходне припреме за извођење експеримента.
 - *Демонстрациони експерименти* (ДЕ) – представљају пажљиво и испланирано приказивање одређеног процеса или појаве, уз примену одређених експерименталних корака - фаза извођења експеримента, преко одређеног примера који служи као доказ за деловање научних принципа. Изводе их учитељи или боље оспособљени ученици (с развијенијим експерименталним вештинама и знањима) пред целим одељењем (Цвјетићанин и Сегединац, 2007: 133–134).
- Према дужини трајања:
 - *Краткотрајни* – захтевају кратак период и могу се применити на часу приликом приказивања разних природних процеса и појава (ширење тела при загревању);
 - *Дуготрајни* – захтевају дужи период од једног школског часа и могу се применити за праћење различитих природних појава и процеса (развој биљака).

Поред наведених подела, у настави природних наука могу се применити различите врсте експеримената:

- *Хеуристички експеримент* – користи се за усвајање првих представа и схватања о проучаваном садржају. Примењују се када ученици немају никакве, или имају недовољно јасне представе и појмове о проучаваном садржају;
- *Експеримент изненађења* – експеримент чији су резултати у супротности са представама ученика о проучаваном садржају. Примењују се ради подстицања интересовања и мотивације ученика;
- *Уводни експерименти за потврђивање* – експерименти чији резултати потврђују представе и схватања ученика о проучаваном садржају. Примењују се онда када ученици већ поседују правилне представе и схватања о проучаваном садржају;
- *Индукциони експеримент* – експеримент којим се преко појединачних случајева долази до уопштеног закључка о одређеном подручју чињеница, то јест делу садржаја. Примењују се ради стицања и уопштавања ученичког знања;

- *Експеримент верификације* – експеримент за потврђивање, односно доказивање истинитости неког становишта. Примењују се ради потврде одређених информација и развијања уверења да је пракса највећи извор истине;
- *Експеримент за примену знања* – експеримент за примену научног градива. Примењују се најчешће приликом понављања одређених садржаја и практичне примене стеченог знања;
- *Експеримент за понављање и утврђивање* – служе за присећање претходно стечених знања. Примењују се ради поновног проласка кроз учене садржаје, како би ученици интензивније посматрали процес тока експеримента у циљу бољег схватања проучаваног садржаја;
- *Истраживачки експеримент* – експеримент помоћу ког ученици долазе до нових чињеница, односно информација. Примењују се ради будног праћења природних процеса и појава, анализирања података и доношења закључка, односно за увежбавање научно-истраживачког приступа раду;
- *Квантитативни експеримент* – експеримент који захтева примену основних математичких знања у природним наукама. Примењују се ради читавања мерних инструмената, процене величина, припреме протокола, односно за математичку процену природних појава (Цвјетићанин, 2010; 2017б).

Ученици резултате сваког експеримента бележе у свеску за експерименте. Ова свеска би требало да садржи назив наставне јединице, опис експеримента, датум његовог извођења, потребан прибор и материјал, опис извођења експеримента, односно корака у раду, резултате и закључак експеримента, као и занимљивости о изведеном експерименту. Поред наведеног, ученик се може користити и цртежом као средством за приказивање прибора, материјала, начина извођења експеримента, кружних процеса, упозорења и слично. Сваки ученик би требало да има посебну свеску за уношење података о експериментима, коју би користио током све четири године основног/разредног образовања.

2.7.1. Инструкцијски приступ примени ЛЕМ

Природне науке представљају најповољнији предмет за примену експерименталног практичног учења (Dhanaraj и Wan Zi Shan, 2014). Како би се ученици упознали с применом једноставних експеримената и како би развили одређене експерименталне вештине да би их самостално употребљавали (касније и у вишим разредима основне школе), неопходно је да их на почетку тог процеса води учитељ (Mauger, 2004) (сугерише се да ученици не морају, нити треба да

откривају информације и знања сами за себе) (Kirschner и сар., 2006). Насупрот овом становишту, промовишу се идеје о конструктивистичком учењу. Према конструктивистима, директну инструкцију требало би применити само приликом развоја основних моторних и предусловних интелектуалних вештина ученика, а када се овај ниво достигне, директно упутство постаје сувишно и оно омета природне процесе изградње знања, које би ученик користио на свој начин у процесу учења (Klahr и Nigam, 2004).

Дакле, прво становиште које се заснива на CLT сугерише да је ученицима потребно обезбедити одређену подршку, скелу у изградњи знања или почетном развоју одређених вештина. Према неким ауторима, директна инструкција се нуди ученицима када је задатак нов, а она се смањује што се више повећавају компетенције ученика у процесу учења (Berk, 2002). Ова чињеница указује на то да је директна инструкција на највишем нивоу скеле, подршке у учењу (Verenikina, 2008). Истраживања показују да је примена директне инструкције приликом примене једноставних експеримената показала и позитивне (Klahr и Li, 2005; Zimmerman, 2007) и негативне резултате (Alfieri и сар., 2011) у односу на минимално вођено учење путем откривања. На пример, у истраживању Cohen (2008) у оквиру ког су ученици другог разреда изводили једноставне експерименте, дошло се до резултата да је група с директном инструкцијом при извођењу ових активности добила бољу оцену на тесту, као и то да су завршили задатак брже у односу на ученике из групе минимално вођеног учења путем откривања. Важно је назначити да између ових група није уочена статистички значајна разлика – оба приступа допринела су учењу уз примену једноставних експеримената. У једној студији (Matlen и Klahr, 2012) је потврђено да су деца трећег разреда из група које су добиле високе смернице у било којој фази обуке (НН група - двострука доза високе инструкције, НЛ група – висока инструкција праћена минималним вођењем и ЛН група – минимално вођење праћено високом инструкцијом), показала трајност наученог о *Стратегији контроле варијабли (CVS)* у периоду од пет месеци, као и то да је НН група надмашила LL групу (двострука доза минималног вођења) на пост-тесту. Поред наведеног, постојали су и неки маргинални докази да је НН група надмашила све остале групе на тесту решавања проблема, што је показало да висока смерница (директна инструкција) није сувишна, већ да има ефекта на трајност знања, шире домене и доприноси експертним нивоима перформанси ученика. Приликом примене директне инструкције за време извођења једноставних експеримената (ДЕ) инструктор - учитељ може осигурати то да се експеримент правилно изведе и да се истакне значајан догађај. С друге стране, уз директну инструкцију за време извођења ових експеримената ученици немају могућност да науче лабораторијске технике, које би могли научити током примене редовних истраживачких једноставних експеримената (McKee-Vickie, Williamson, и Ruebush, 2007).

Према другом становишту, односно конструктивистичком схватању, ученици нису пасивни примаоци знања, они га активно конструишу уз учествовање у активностима учења и употребу когнитивних процеса (Wheatley, 1991). Имајући наведено у виду, уколико учитељ демонстрира једноставне експерименте ученицима (или путем видеа), он их поставља у пасивну позицију, а то није ефикасно онолико колико је ефикасно активно учешће ученика у динамици рада групе (Shapley и Luttrell, 1993). У новијим истраживањима која се баве овом тематиком (Cvjetičanin, Obadović, и Rančić, 2015; Cvjetičanin и Maričić, 2017) вођено учење путем откривања показало се ефикаснијим од директног вођења за време извођења једноставних експеримената. Ове чињенице су у супротности са ставом да је директна инструкција преферирајућа инструктивна метода за развој следећих истраживачких научних вештина: посматрања, комуникације, класификације, мерења, закључивања и предвиђања (Stein, McNair, и Butcher, 2001; Yockey, 2001) код ученика (Kirschner и сар., 2006). Бројне студије указују на то да њихово усвајање захтева константну инструкцију (Arena, 1996; Padilla, Okey, и Garrard, 1984). У истраживачком раду (Cvjetičanin и сар., 2015) потврђено је да су ученици који су самостално изводили једноставне експерименте у малим хетерогеним групама, уз имплицитну инструкцију учитеља (у виду инструктивних листића), остварили квалитетнија и трајнија знања од групе ученика којима су ти исти једноставни експерименти демонстрирани од стране учитеља уз директно вођење. Сматра се да су разлози за бољи успех ученика њихово самостално и максимално ангажовање у свим етапама наставе, као и кооперативност коју су остварили унутар групе. Запажено је да су успешнији ученици помагали мање успешнима при раду, да су им пружали подршку и помоћ, али и објашњавали извођење експеримената, добијене резултате и закључке. Слични резултати о већем доприносу примене минимално вођеног учења путем откривања у односу на директну инструкцију показани су и у оквиру још једног истраживања (Cvjetičanin и Maričić, 2017). У студији Bilgin (2006) утврђено је да када се једноставни експерименти укомбинују с кооперативним приступом (рад у малим групама, четири ученика), уместо са наставниковим демонстрационим приступом – дају знатно боље резултате, односно развијају научне вештине Hofstein и Lunetta, 2003; Walters и Soyibo, 2001), као и позитивне ставове ученика према науци Bilgin и Geban, 2004; Hofstein и Lunetta, 2003). Иако је потврђено да кооперативност у групном раду доприноси квалитету знања (Bilgin, 2006; Bilgin и Geban, 2004; Zacharia и Calabrese Barton, 2004), требало би дубље испитати допринос примене извођења једноставних експеримената. Колаборативно учење може резултирати сличним ефектима као и високо вођено учење, имајући у виду чињеницу да групни рад повећава шансу да ученици имају различита решења, као и перспективе за упоређивање и дискусију (Likourezos и Kalyuga, 2016). Бројна истраживања показала су да коришћење колаборације и пре понуђене инструкције доприноси

стицању концептуалног знања и перформанси преноса (Mullins и сар., 2011; Westermann и Rummel, 2012).

Поред наведених, бројна истраживања указују на приближно подједнаку ефикасност оба инструктивна приступа при извођењу једноставних експеримената (Chase и Klahr, 2017; McKee-Vickie и сар., 2007). На пример, у једном истраживању (Chase и Klahr, 2017) у оквиру ког је испитиван утицај примене минимално вођеног учења путем откривања и директног инструктивног приступа на постигнућа и пренос знања ученика: *осмисли затим реци група* (IT) и *реци затим примени група* (TP) постигле су резултате који указују на приближно једнаку ефикасност обе инструктивне методе, на обе варијабле. Слично наведеном, истраживање појединих аутора (McKee-Vickie и сар., 2007) показало је да су обе групе ученика, односно демонстрациона уз директну инструкцију и група истраживачких једноставних експеримената уз индиректни приступ, оствариле подједнако концептуално разумевање садржаја, односно између њих није уочена статистички значајна разлика на пост-тесту. Према неким ауторима, (Mayer, 2004) сматра се да је пожељно примењивати оба инструктивна приступа, односно оставити ученицима довољно простора за њихову самосталну активност приликом изучавања садржаја, али и пружити им довољно смерница, како би могли конструисати правилно и корисно знање за себе. Потребно је и корисно да ученици изводе једноставне експерименте, али све док су у том процесу вођени од стране учитеља. Слично наведеном, Trninić (2018) указује на то да раскорак између директне инструкције и индиректног вођења заправо и не постоји. Ученици се на самосталне практичне активности упућују директним путем, иако је самостално откривање схваћено као сама сврха наставе.

Иако се једноставни експерименти сматрају веома важним сегментом конструктивистичког учења, и даље важи правило да активне методе наставе не воде увек до активног учења, док пасивне методе не воде увек до пасивног учења (Mayer, 2009). У великом броју истраживања, потврђено је да једноставни експерименти представљају веома погодне активности за примену на часу, јер доприносе ученичким постигнућима и прилагодљиве су за већину наставних предмета и садржаја (Ateş и Eryilmaz, 2011; Bilgin, 2006; Cvjetičanin и сар, 2015; Logar и Savec Ferik, 2011; Sadi и Cakiroglu, 2011; Unal, 2008; Varelas, Pieper, Arsenault, Pappas, и Keblawe-Shamah, 2014), али и даље остаје отворено питање о врстама и количини инструктивних смерница које је потребно понудити ученицима за време њихове примене, како би се максимизирао процес учења.

2.8. Историјски осврт на примену ЛЕМ у настави

Практични рад (лабораторијска метода) постао је саставни део научног образовања још средином педесетих година 19. века (Gee и Clackson, 1992). У то време он се првенствено користио за илустрацију научних концепата и изводио га

је само наставник, у виду ДЕ. До краја 19. века практични рад прерастао је у средство које је пружало могућност ученицима да самостално открију научне процесе и појаве, што је довело до укључивања индивидуалне лабораторијске методе у *План и програм наставе и учења* за природне науке (Gott и Duggan, 1996, Kibrigе, Osodo, и Mgiba, 2014). Од тог тренутка па на даље, претпоставља се да су УЕ сматрани за добру ствар, јер, изузев повремених критика, нису проузроковали озбиљнија научна питања (Gott и Duggan, 1996:791). Дакле, појава лабораторијског рада у научном образовању повезана је с увођењем ДЕ, док је појава лабораторијског рада у оквиру *Плана и програма наставе и учења* за природне науке, односно школске праксе, повезана с увођењем УЕ. Кроз целокупно даље образовање ова два начина извођења практичног експерименталног рада стално су се преплитала и смењивала.

Дебата између самосталног ученичког практичног рада и демонстрационих активности наставила се све до 1950. године. Након Првог светског рата лабораторијске активности су се најчешће користиле за потврђивање информација добијених од наставника, уз демонстрациони приступ из уџбеника (и поред идеје Цона Дјуија, која се заснивала на приступу проблемског решавања, кроз практично учење природних наука), а тек након 1960. године, када су наступиле највеће реформе у сфери научног образовања, које су пратили у потпуности измењени *Планови и програми наставе и учења* – лабораторијска метода је променила своју традиционалну улогу (Hodson, 1993, Hofstein и Lunetta, 1982). Чак су водећи научници тог времена Цером Брунер и Јозеф Шваб (*Joseph Schwab*, 1909–1988) заговарали став да би лабораторијска искуства требало да претходе настави у учионици, а да би приручник за лабораторију требало да престане да буде средство које говори ученику шта да ради и шта да очекује у експерименту (Schwab, 1962). Нагласак је био на томе да се ови приручници замене дозвољеним и отвореним материјалима, који сужавају област истраживања на део у оквиру ког проблем лако може бити пронађен. У оквиру нових, измењених *Планова и програма наставе и учења* за природне науке, који наглашавају научне процесе и развој виших когнитивних вештина, лабораторијска метода стекла је централну улогу, не само као средство за потврду и демонстрацију ученог, већ као срж самосталног изучавања и учења природних наука (Shulman и Tamir, 1973). Уз залагање за идеју да научни процеси треба да се усвајају као методе учења природних наука, развијен је нови стил учења у ком учитељ охрабрује, подржава и води ученике ка откривању нових концепата и концептуалних односа у науци (Hurd, 1969, 1983). Осим измењене улоге учитеља, развио се један потпуно нови стил учења природних наука. Главни циљ оваквог учења био је да се створи атмосфера истраживања у којој ће ученици прикупљати податке на основу којих ће извлачити генерализације и кроз накнадну дискусију долазити до формирања и разумевања проучаваних концепата. Ова идеја о учењу усмереном на ученике, која истиче директно

искуство откривањем - учењем путем откривања и истраживањем - учење засновано на истраживању, проширена је застарелим индуктивистичким схватањем о природи научног истраживања, указујући на то да учење путем откривања и истраживања укључује индукцију (учење у оквиру ког се ученицима пружа конкретан, специфичан пример, на основу ког они могу да индукују укључени проблем, а опште разумевање потиче из богатог искуства на специфичним случајевима) (Glaser, 1966). Ова идеја била је заснована на бројним погрешним претпоставкама о приоритету и сигурности посматрања, јер се ученицима за време процеса учења није скретала пажња на посебан проблем, нити се препоручивала некаква процедура истраживања. Ученици су позвани да истражују и сазнају што више на основу датог материјала и сувише општих питања. На пример, у оригиналном документу за курс из физике, под називом *Новоосновани курс физике*, из 1967. године (Nuffield Physics, 1967) ученицима се даје штапићасти магнет, картица и кутијица с опиљцима гвожђа, на основу којих би требало да истраже и открију линије силе магнетног поља, за које и наставници сами имају тешкоће да их демонстрирају ученицима сваки пут. При томе ученицима није скренута пажња на то шта да посматрају, где да гледају и како да препознају то што траже, чак и у случају да га пронађу. Ученици претходно нису упознати с појмом магнетних сила и не знају да оне постоје, односно нису концептуално спремни за дату активност. Поред наведеног, с временом су истакнути и многи други проблеми оваквог учења, попут: одабира експеримената који не могу дати резултате потребне за испуњење циљева *Плана и програма наставе и учења* за природне науке који се односе на тај садржај; прављења грешака од стране ученика за време посматрања, мерења, уношења података; дешавања разних незгода за време експериментисања; губљења интересовања или остављање недовршеног истраживања и слично (Hodson, 1993). Лабораторијска метода је тада посматрана као средство за добијање чињеничних података, преко којих се извлаче закључци и дају објашњења. Овакво потпуно отворено учење, према филозофском схватању показало се потпуно педагошки неприменљивим из наведених разлога, што је навело бројне наставнике да покушају да одговоре на дати педагошки проблем усмереним вођењем ученика за време процеса истраживања и откривања. Од тада оптималан ниво вођења научне истраживачке активности постаје веома актуелна тема на научном истраживачком пољу.

Почетком седамдесетих година 20. века једноставни експериментални приступ практичном учењу постао је заступљенији у настави природних наука, путем организованих многобројних курсева. Поред ученика предметне наставе, једноставни експерименти прилагођени су и ученицима нижег школског узраста – разредне наставе, а њихова ефикасност почела је да се испитује на много ширем спектру ученичких способности (Hodson, 1993). Приоритет је стављен на разумевање, развијање научних вештина и техника истраживања у односу на

стицање концептуалног знања. За разлику од претходних типова, овакав тип учења био је још отворенији. Акцент је стављен на активно учење, односно на идеју да су деца по природи научници (Raper и Stringer, 1987). Даља пажња усмерена је на развој добрих и ефикасних стратегија за праћење и процену лабораторијског рада ученика, под претпоставком да уколико се практични аспекти научног образовања вреднују оценом, и учитељи ће овим активностима дати приоритет у *Плану и програму наставе и учења* за природне науке. Учители је требало пажљиво и недвосмислено да дефинишу врсте активности које ученици обављају и врсте лабораторијских вештина које се од њих очекују да развију. На тај начин формиран су специфични циљеви у *Плану и програму наставе и учења* за природне науке, везани за практичан рад, у оквиру којих је нагласак био на развоју одређених научних експерименталних истраживачких вештина код ученика. На овим основама, осамдесетих и раних деведесетих година прошлог века почели су да се развијају бројни конструктивистички приступи учењу, у оквиру којих лично разумевање и практично искуство сваког ученика постају главни циљ (Hodson, 1996), и они су настављени до данас. Од тада конструктивистичка теорија представља водећу струју на научном пољу, а практични рад њену срж. Сви наставни приступи развијени у оквиру ове теорије посматрани су и упоређивани с аспекта различитог нивоа инструктивног вођења, који је пружен ученицима у различитим окружењима за учење.

2.9. Преглед истраживања о доприносу примене ЛЕМ у настави

И пре велике реформе, која се одиграла 1960. године, постављала су се питања о улози ДЕ и УЕ, само су она постала израженија након ње, јер се улога лабораторијског рада тада знатно променила и више се усмерила ка самосталном истраживачком раду ученика. Она су посебно била бројна 1930. године, када је ова област истраживања била веома популарна (Yager, Engen, и Snider, 1969). Након тога истраживања о упоредној анализи примене лабораторијског рада настављена су још интензивније. На пример, аутори су упоређивали ефикасност примене индуктивних лабораторијских експеримената с индуктивном демонстрацијом (Coulter, 1966); ефикасност лабораторијске групе ученика, демонстрационе групе ученика и групе ученика која је учила уз дискусију (Yager и сар., 1969); ефикасност лабораторијских експеримената у односу на демонстрационе, који су приказани ученицима у виду снимљених видео-експеримената (Ben-Zvi, Hofstein, Kempa, и Samuel, 1976). У оквиру наведених истраживања ефикасност лабораторијске методе испитивана је кроз поређење с другим наставним методама конвенционалног типа, али изнети историјски подаци и поменута истраживања свакако упућују на чињеницу о постојању дуге прошлости о неразјашњеној ефикасности доприноса примене ДЕ и УЕ. Колико видимо, наведено подручје истраживања не представља појаву новијег датума, већ оно постоји још од

преусмеравања почетне традиционалне улоге лабораторијског рада ка што самосталнијем ученичком експерименталном раду, која је уочена још крајем 19. века, а и дан-данас представља отворено истраживачко питање.

Почетна истраживања на ову тему нису потврђивала постојање статистички значајне разлике између лабораторијске методе и конвенционалних приступа (традиционалне наставе), као ни између ДЕ и УЕ, те се и након реформе доводила у питање њена улога. Једина предност ученичких лабораторијских експеримената у односу на демонстрациони и конвенционални приступ огледала се у развоју лабораторијских манипулативних, практичних вештина (Ben-Zvi и сар., 1976; Yager, Engen, и Snider, 1969) и позитивнијих реакција ученика који су сами изводили експерименте од реакција оних којима су експерименти демонстрирани (Coulter, 1966). Како су УЕ сматрани за веома пожељно и ефикасно средство у изучавању природних наука, даља питања су се преусмерила на сам избор дизајна истраживања, понуђених инструкција и адекватности мерних инструмената за испитивање наведених користи од лабораторијских активности (Hofstein и Lunetta, 1982). Од тада су спроведене бројне студије, које су наставиле да испитују образовну ефикасност лабораторијског рада у циљу олакшавања постизања когнитивних, афективних и практичних циљева научног образовања. Ова истраживања критички су сагледана у бројним метаанализама аутора (Hofstein и Lunetta, 1982, 2003; Blosser, 1983; Bryce и Robertson, 1985; Hodson, 1993; Lazarowitz и Tamir, 1994; Lunetta, Hofstein, и Clough, 2007). Општи закључак, изведен из свих ових студија, односи се на то да је лабораторијски рад добио препознатљиву, карактеристичну улогу у научном образовању, али ова истраживања нису успела да пружи јасне везе између постигнутог искуства у лабораторији и ученичког учења, односно било је тешко идентификовати једноставну везу између научног постигнућа ученика и њиховог рада с материјалима у лабораторији. Након тога, у кратком прилогу за научни часопис *Хемијско образовање, истраживање и пракса*, пружене су даље опште смернице о врсти истраживања која су неопходна у сфери научног образовања, како би се расветлила питања о улози лабораторијског рада у процесу учења (Hofstein и Mamlok-Naaman, 2007). Поред наведених истраживања, и паралелно с њима, од 1990. године упоређује се допринос примене истраживачких лабораторијских експеримената у односу на традиционалне лабораторијске експерименте (Kipnis и Hofstein, 2008), на пример – допринос примене лабораторијских компјутерских експеримената у односу на реалне школске лабораторијске експерименте. Један од таквих радова, спроведен почетком деведесетих година (Odubunmi и Balogun, 1991) имао је за циљ да испита утицај лабораторијске и предавачке методе на когнитивна постигнућа ученика у интегрисаној настави природних наука. У истраживању је учествовало 210 ученика осмог разреда из шест различитих одељења основне школе у Нигерији. Студија је реализована применом лабораторијске методе унутар експерименталне групе и

предавачке методе унутар контролне групе. На основу резултата теста, дошло се до закључка да су бољи ученици унутар обе групе остварили подједнако висок успех, док су лошији ученици постигли бољи успех у експерименталној групи него у контролној. Истраживања новијег датума о доприносу примене лабораторијског рада у односу на конвенционалан приступ, као и једноставних ДЕ и УЕ међусобно и у односу на друге савремене методе учења, сагледана су у тексту који следи.

Пре ове анализе важно је нагласити да се ЛЕМ налази у центру великог броја савремених приступа учењу, попут: вођеног учења путем откривања и његових облика (DEM), учења заснованог на истраживању и његових облика (IBL, GIT), учења заснованог на решавању проблема и његових облика (PBL), методе когнитивног убрзања кроз научно образовање (CASE), пројектне методе (PRM), учења заснованог на активностима (IL) и слично. Приликом прегледа доступне домаће и стране литературе, водило се рачуна да се у анализу укључе они радови који испитују допринос примене наведених метода, али с посебним описом експерименталног рада, односно примене експеримената на варијаблама из когнитивног и афективног домена у научном образовању. Традиционална настава, с друге стране, у широј литератури позната је под терминима: традиционална метода (Demircioğlu и Yadigaroglu, 2011), конвенционални приступ (Musasia, Ocholla, и Sakwa, 2016), предавачки и предавачко-приказивачки приступ (Okam и Idris Zakari, 2017), регуларни приступ (Wachanga и Gowland Mwaangi, 2004), новоформирана интервенција и слично. Приликом прегледа доступне домаће и стране литературе, водило се рачуна да се у анализу укључе они радови који испитују допринос примене традиционалне наставе под наведеним терминима на варијаблама из когнитивног и афективног домена у научном образовању.

На основу прегледа и анализе доступних домаћих и страних истраживања која се баве утврђивањем доприноса примене ЛЕМ на различитим варијаблама из когнитивног и афективног домена у научном образовању, одабрана су и структурирана она истраживања која испитују:

- упоредни допринос ЛЕМ (ДЕ и УЕ) и традиционалног приступа у предметној настави;
- упоредни допринос примене ЛЕМ и других савремених метода учења у предметној настави;
- упоредни допринос ЛЕМ – ДЕ и УЕ у предметној настави;
- повезаност између примене ЛЕМ и постигнућа, заинтересованости и концептуалног разумевања садржаја у предметној настави;
- упоредни допринос ЛЕМ (ДЕ и УЕ) и традиционалног приступа у разредној настави;
- упоредни допринос примене ЛЕМ и других савремених метода учења у разредној настави;
- упоредни допринос ЛЕМ – ДЕ и УЕ у разредној настави;

- повезаност између примене ЛЕМ и постигнућа и мотивације за изучавањем научних садржаја у разредној настави.

2.9.1. ЛЕМ у предметној настави

Оваква истраживања посебно су бројна у оквиру предметне наставе, то јест рађена су с ученицима од петог разреда основне школе па надаље. У овом случају лабораторијски рад односи се на активности ученика унутар школске лабораторије, или уз помоћ лабораторијске опреме у школској учионици приликом њихове интеракције с разним материјалима у малим групама, у паровима, индивидуално, или фронтално – у циљу практичног пручавања неког научног феномена. На овом пољу, истраживања која обухватају примену и допринос примене лабораторијских и једноставних демонстрационих и ученичких експеримената, рађена су у оквиру когнитивног и афективног домена и све што се са одређеном сигурношћу може тврдити, залази у то подручје.

2.9.1.1. Упоредни допринос примене ЛЕМ (ДЕ и УЕ) и конвенционалног приступа у предметној настави

У једном истраживачком раду (Özay, Osak, и Osak, 2009) аутори су испитивали редослед примене наставних метода на академска постигнућа студената и трајност њихових знања. У истраживању је учествовало 60 студената биологије са Универзитета Ататурк у Ерзуруму, у Турској. Одабрана је тема *Основне карактеристике ензима*, која је реализована уз примену три различите методе: лабораторијска метода (УЕ), метода слајд-демонстрације и предавачка метода, али уз њихов различит редослед у оквиру сваке групе. Прва група прво је изводила експерименте у лабораторији, затим им је путем предавачке методе изложена основна теорија о ензимима и на крају су гледали слајдове уз примену слајд-демонстрационе методе. Друга група је прво слушала теорију о ензимима путем предавачког приступа, затим је посматрала слајдове уз слајд-демонстрациону методу и на крају је изводила експерименте у лабораторији. Трећа група прво је посматрала слајдове, затим је изводила експерименте и на крају је слушала теорију о ензимима. Лабораторисјка метода у овом истраживању била је усмерена на тему активности ензима, те је из тог разлога дизајниран студентски експеримент, који је укључивао и испитивање каталитичких особина, ефикасних фактора и односа између супстрата и ензима. Експеримент су изводили сами студенти. Слајд-демонстрациона метода укључивала је слајдове о структури и функцији ензима и те слајдове су показивали наставници. Предавачка метода подразумевала је теоријско излагање и предавање од стране наставника. Резултати истраживања су показали да постоји статистички значајна разлика између

студената прве и друге групе, у корист студената прве групе. Студенти треће групе били су такође бољи од студената из друге групе. Резултати са теста ретенције такође су показали најбоља постигнућа студената из прве групе. Када наставна јединица почне извођењем ученичких експеримената или приказивањем слајдова, то доприноси повећању пажње и мотивације студената те позитивно утиче на њихова академска постигнућа, док примена предавачког приступа умањује пажњу ученика. Резултати овог истраживања такође показују да се разумевање студената може побољшати ако се лекција започне извођењем експеримената, јер ове активности повећавају интересовање студената за тему коју изучавају.

Слични резултати потврђени су и у другом истраживању (Stavreva-Veselinovska, Koleva-Gudeva, и Djokic, 2011), у оквиру ког се такође испитивао ефекат примене различитог редоследа метода на постигнућа студената и трајност њихових знања. Тема је била: *Основне карактеристике протеина*. У истраживању је учествовало 60 студената биологије из Македоније. Истраживање је реализовано уз примену лабораторијске методе, слајд-демонстрационе методе и предавачке методе у оквиру сваке групе, али уз њихов другачији редослед, како би се утврдила најповољнија радна метода. У оквиру прве групе прво су изведени експерименти, затим су студенти слушали предавање о протеинима и на крају су им показани слајдови. Студенти друге групе прво су учили уз предавачку методу, затим су им показани слајдови и на крају су изводили експерименте. Студенти у трећој групи прво су гледали слајдове, затим су изводили експерименте и на крају су слушали предавање о протеинима. Резултати су показали да су ученици прве групе остварили статистички боља постигнућа и трајнија знања у односу на студенте друге групе на пост-тесту и ре-тесту. Као и у претходном истраживању сличне тематике, и у овом раду аутори указују на то да би процес учења требало да отпочне применом експеримената, или барем слајд-демонстрационом методом. Уводна активност у виду извођења експеримената даје најбоље резултате.

У истраживачком раду једног аутора (Udo, 2010) испитиван је ефекат примене методе вођеног откривања, методе демонстрације усмерене на ученика и методе излагања на ученичке перформансе (постигнућа) из хемије. У истраживању је учествовало 118 ученика из три средње школе из Нигерије. Одабрани су садржаји: *Вода, Растворљивост, Киселине, базе и соли*. Истраживање је реализовано применом методе вођеног откривања унутар експерименталне групе 1, применом методе демонстрације усмерене на ученика у оквиру експерименталне групе 2 и применом методе излагања (конвенционалног приступа) у оквиру контролне групе. Метода вођеног откривања подразумева ангажовање ученика у једноставним експерименталним активностима, које укључују *хајде да сазнамо* вежбе. Метода демонстрације усмерене на ученика подразумева укључивање ученика у приказивање или излагање објеката, опреме, или апарата, с намером да им се покаже њихова правилна употреба или да им се демонстрира

експериментална процедура. Метода излагања представља традиционалану методу наставе усмерене на учитеља. Резултати истраживања показали су да се метода вођеног откривања показала најефикаснијом, затим метода демонстрације усмерене на ученика и на крају метода излагања. Резултати су такође показали да су дечаци и девојчице из експерименталне групе 1 постигли најбољи успех, затим дечаци и девојчице из експерименталне групе 2 и на крају дечаци и девојчице из контролне групе, с тим што су девојчице из контролне групе биле боље, односно оствариле су постигнућа као и девојчице из експерименталне групе 2. Између ове три методе уочена је статистички значајна разлика. Знатно боља постигнућа постигли су ученици из експерименталне групе 1, који су учили уз примену методе вођеног откривања, од друге две групе ученика. Резултати су показали да пол није статистички значајно утицао на перформансе (постигнућа) ученика. Аутори сугеришу следеће: наставници хемије требало би да наставе са укључивањем својих ученика у релативне активности у оквиру сваке наставне ситуације, користећи приступе попут вођеног откривања и демонстрације усмерне на ученика, како би унапредили ученичке вештине и усвајање хемијских концепата. Наставници не би требало да пол ученика сматрају значајним фактором академских постигнућа, већ би требало подједнако да охрабрују све ученике у разреду ка академском успеху.

У свом истраживачком раду појединих аутора (Sola и Ojo, 2007) испитивана је релативна ефикасност пројектне методе, истраживачке методе и предавачко-демонстрационе методе у настави, као и извођење експеримената при наставној јединици: *Одвајање меша у хемији*. У истраживању је учествовало 233 ученика из четири средње школе у Нигерији. Истраживање је реализовано применом пројектне методе наставе (PRM) у оквиру EG1, применом истраживачке методе наставе (IQM) у оквиру EG2, применом предавачко-демонстрационе методе наставе (LDM) у оквиру EG3 и применом традиционалне методе наставе у оквиру CG. Све практичне сесије одржане су у школској лабораторији уз употребу материјала који је обезбедила школа. Ученици из EG1 прво су добили тему од истраживача, затим је затражено од њих да истраже, односно што више сазнају о различитим методама одвајања меша, њихову важност, да сазнају колико могу о реагенсима и апаратури која им је потребна за експерименте што ће изводити, као и то како се они изводе. Ученици су подељени у осам подгрупа и додељено им је осам тема пројекта. Од њих се очекивало да сваке недеље истраже по две подтеме, у оквиру своје главне теме, у периоду од четири недеље. Када су истражили своје теме, истраживач им је омогућио усмену презентацију радова, како би упоређивали своје резултате и учили једни од других. Ученици ове групе учили су уз кооперативни приступ. Ученици из EG2 прво су добили да прочитају нешто о теми и направе списак материјала и апаратуре која им је неопходна за извођење експеримента. Ученици ове групе такође су били подељени у осам подгрупа и истраживали су две подтеме,

у оквиру своје теме, у току једне недеље. Истраживач је ученике подучавао теорији, док су ученици сами изводили практичне вежбе уз помоћ и упутства истраживача. У једној недељи изведене су две практичне вежбе, током којих су ученици постављали питања. Ученици из EG3 нису добили тему пред целим разредом и нису били подељени у подгрупе. Истраживач је учио ученике теорији и демонстрирао им је практичне активности, док су они само слушали и посматрали оно што им је демонстрирано. Само је неколико одабраних ученика добило шансу да понови претходно демонстрирани поступак. Ученици из CG су и теоријске и практичне активности учили уз примену традиционалне методе учења. Резултати истраживања указују на иницијалну уједначеност група пре спроведеног предашког експеримента. Ученици EG1 остварили су боље резултате од ученика из EG2 на пост-тесту. Ученици EG3 остварили су боље резултате од ученика из EG2 (уочена је статистички значајна разлика између LDM и IQM у корист LDM). Ученици EG1 остварили су боље резултате од ученика из EG3. Резултати истраживања су показали да постоји статистички значајна разлика када се упореде резултати са пост-теста свих група заједно, у корист ученика из EG1, односно у корист примене пројектне методе наставе. Пројектна метода се показала знатно бољом у односу на предавачко-демонстрациону и истраживачку методу у оквиру експерименталних постигнућа ученика, из разлога што омогућава ученицима најсамосталнији приступ учењу.

У истраживачком раду двоје аутора (Myers и Dyer, 2006) испитиван је утицај интегрисаног истраживачког лабораторијског приступа на ученичко концептуално знање и развој научних вештина преко различитих стилова учења. У истраживању је учествовао 501 ученик средње школе (највише њих из деветог разреда 67,7%, затим десетог 19,9%, једанаестог 12,1% и дванаестог 5,3%) уписан на почетни научни курс пољопривреде. Истраживање је реализовано применом интегрисаног истраживачког лабораторијског приступа у једној групи (IL-група, 182 ученика), применом прописаног лабораторијског приступа у другој групи (PL-група, 151 ученик) и применом не-лабораторијског приступа у трећој групи (SM-група, 168 ученика). Резултати овог истраживања показали су да су ученици који су били у групи без лабораторијског приступа SM и оној са применом интегрисаног истраживачког лабораторијског приступа IL – остварили већа знања и научне вештине од ученика из PL групе, која је учила по прописаном лабораторијском приступу. Ученици SM групе постигли су знања на највећем нивоу, док су ученици IL групе више развили научне вештине.

У истраживачком раду појединих аутора (Sert-Çibik, Diken, и Darçin, 2008) испитиван је утицај примене групног облика рада и демонстрационих експеримената заснованих на концептуално измењеном приступу на елиминацију мисконцепција будућих наставника природних наука када је реч о теми: *Фотосинтеза и дисање биљака*. Студија је обухватила 78 будућих наставника

природних наука, на трећој години студија на педагошком факултету. Будући наставници природних наука били су подељени у две групе: експерименталну (38 студената), која је похађала курс заснован на учењу уз примену групног облика рада и демонстрационих експеримената, и контролну (40 студената), која је похађала курс заснован на традиционалном приступу учењу. Резултати су показали да су постигнућа студента експерименталне групе, која је похађала лабораторијски научни курс с концептуално изумењеним приступом – већа него постигнућа студената који су похађали курс на ком је примењен традиционални приступ учењу. Аутори истраживања наводе да је примена групног облика рада и демонстрационих експеримената много ефикаснији приступ у учењу од традиционалне методе, јер на ефикасан начин елиминише мисконцепције код студената – будућих наставника природних наука.

У свом истраживачком раду аутор (Salameh El-Rabadi, 2013) испитивао је ефекат примене лабораторијских експеримената на постигнућа ученика десетог разреда из физике. У истраживању је учествовало 130 ученика једне средње школе из Јордана. Истраживање је реализовано применом методе лабораторијских експеримената унутар експерименталне групе (65 ученика, 32 дечака и 33 девојчице) и применом традиционалног приступа у оквиру контролне групе (65 ученика, 32 дечака и 33 девојчице). Наведено је да лабораторијски експеримент представља скуп поступака које ученици изводе уз употребу лабораторијске опреме и материјала под надзором наставника, како би дошли до одређених информација, док се традиционална метода односи на методу коју је усвојио наставник у настави физике, као што је предавање и теоријска настава. Одабрана је тема: *Статички електрицитет*. Резултати истраживања показали су да постоји статистички значајна разлика у оквиру постигнућа ученика остварених на пост-тесту између ове две групе: знатно боља постигнућа забележили су ученици из експерименталне групе. Резултати истраживања такође су показали да постоји и статистички значајна разлика између дечака у обе групе, у корист дечака из експерименталне групе, који су остварили знатно већа постигнућа (боље перформансе) од дечака из контролне групе. Знатно бољи успех ученика из експерименталне групе може бити приписан лабораторијској методи, јер она код ученика развија научне и практичне вештине, али и доприноси томе да ученици задрже и запамте концепте из физике и присете их се кад год је потребно. Све то позитивно је утицало на постигнућа ученика у истраживању. На основу добијених резултата, може се закључити да је примена лабораторијске методе подједнако ефикасна и за дечаке и за девојчице. Аутор сугерише да је потребно користити лабораторијске експерименте приликом учења научних садржаја уопштено, али и посебно, у области физике, јер је примена ове методе веома ефикасна у настави. Такође, потребно је у наставни распоред за научне теме увести специјалне недељне часове за лабораторијске вежбе, јер оне у великој мери повећавају успех ученика у

оквиру тих тема. Поред наведеног, предлаже се спровођење сличних истраживања у оквиру различитих школских узраста ученика, као и у оквиру предмета попут биологије, хемије, геологије.

У истраживачком раду турских аутора (Demircioğlu и Yadigaroglu, 2011) испитиван је утицај лабораторијске методе на ученичко разумевање теме *Брзина хемијске реакције*. У истраживању је учествовало 36 ученика из два једанаеста разреда једне средње школе у Турској. Истраживање је реализовано применом лабораторијске методе у оквиру експерименталне групе (17 ученика) и применом традиционалног приступа учењу у оквиру контролне групе (19 ученика). Ученици из експерименталне групе учили су уз примену четири припремљена експеримента и били су подељени у групе од по 6 или 7 чланова, док су ученици контролне групе исте те садржаје учили уз предавање наставника и записивање бележака. Резултати истраживања показали су да постоји статистички значајна разлика између постигнућа ученика на пост-тесту у корист ученика експерименталне групе, који су се показали бољим у односу на ученике контролне групе што је учила уз примену традиционалног приступа. Обе групе ученика показале су разумевање садржаја које уче, али су ученици експерименталне групе постигли знатно већа постигнућа. Примена лабораторијске методе може да унапреди и побољша ученичко разумевање теме *Брзина хемијске реакције*. Аутори сугеришу да наставници треба да примењују експерименте који се налазе у уџбеницима хемије, које је одобрило министарство просвете. Број тих експеримената, али и часова хемије, треба да се повећа. Такође, предлаже се да ученици те експерименте изводе самостално, а не путем демонстрације.

У истраживању других аутора (Hashim, El Sheik Ababkr, и Sid Ahmad Eljack, 2015) испитиван је утицај истраживачког учења на постигнућа ученика и њихову повезаност са ставовима према науци. Истраживање је укључивало 300 ученика: 200 дечака и 100 девојчица треће године из четири средње школе у Нигерији. Ученици експерименталне групе учили су *Основе природних наука* уз примену истраживачког учења (практичних експерименталних активности) у мањим групама, док су ученици контролне групе исте садржаје учили уз примену традиционалног приступа, односно слушања наставникових излагања. Резултати су показали статистички боља постигнућа ученика експерименталне групе него ученика контролне групе на пост-тесту. Поред наведеног, запажено је да је пол ученика утицао на њихова постигнућа, то јест дечаци из експерименталне групе показали су статистички боља постигнућа него девојчице у истој групи. Може се запазити и то да није уочена статистички значајна разлика између повезаности ученичких постигнућа и њихових ставова према науци након реализације третмана. Аутори овог истраживања наводе неке од следећих препорука: Наставници у свом раду треба да примењују истраживачко учење при изучавању научних садржаја, имајући у виду његове позитивне ефекте на ученичка постигнућа; Требало би

развијати и охрабривати позитивне ставове ученика средњих школа према науци, имајући у виду чињеницу да неки ученици наилазе на потешкоће приликом учења управо због постојања негативних ставова према садржају који уче; Пожељно је организовати бројне едукативне активности, у виду радионица, семинара, симпозијума, научних конференција, како би наставници имали прилику да прошире своја знања о примени истраживачког учења; Полне стереотипе требало би обесхрабрити и превазићи, а у школама и код куће подједанко би требало подстицати и дечаке и девојчице.

У истраживању троје аутора (Musasia, Ocholla, и Sakwa, 2016) испитиван је ефекат практичног рада на постигнућа ученика из физике. Истраживање је укључивало 450 ученика из 10 средњих школа у Кенији. Ученици експерименталне групе су физичке садржаје: *Променљиви ефекат силе, Рефлексија на закривљеним површинама* и *Магнетни ефекат електричне струје* учили уз примену интензивних практичних активности, уз дискусију (након сваке активности) и писање експерименталног извештаја, док су ученици контролне групе исте те садржаје учили уз примену традиционалну методу, која укључује теоријско предавање наставника уз демонстрациони приступ, како би се ученицима показали они елементи који су у експерименталној групи практично изведени. Резултати су показали боља постигнућа ученика обе групе на пост-тесту у односу на пре-тест, док су ученици експерименталне групе остварили статистички боља постигнућа на пост-тесту у односу на ученике контролне групе. Такође је запажено да су дечаци експерименталне групе остварили боља постигнућа од девојчица у истој групи. Аутори овог истраживања сугеришу да би требало поновити овакво истраживање на већем броју ученика, у различитим узрастима ученика, у оквиру различитих наставних предмета, укључивањем ученика у учење физичких садржаја преко електронске клупе.

У истраживачком раду троје аутора (Mwihaki Waiganjo, Ngesa, и Cherlogoi, 2014) испитиван је утицај кооперативног приступа учењу на академска постигнућа ученика средње пољопривредне школе. У истраживању је учествовало 154 ученика из четири средње школе у Кенији. Одабрана је тема *Фактори који утичу на пољопривреду*. Третман је трајао четири недеље. Истраживање је реализовано применом кооперативног приступа учењу у оквиру експерименталне групе и применом конвенционалних наставних метода у оквиру контролне групе. Резултати истраживања са пост-теста су показали да постоји статистички значајна разлика између постигнућа ученика обе групе, с тим да су знатно боља постигнућа ученика из експерименталне групе. Кооперативни приступ побољшава учење и истраживачи препоручују његову примену у настави пољопривреде у средњим школама. Аутори истраживања сугеришу да се (будући да су резултати истраживања показали ефикасност примене кооперативног приступа учењу) ова метода може користити као допуна другим наставним методима што се користе у

настави пољопривреде. Развој *Плана и програма наставе и учења* у оквиру едукације наставника требало би да размотри чињеницу о укључивању кооперативног приступа учењу.

У истраживачком раду појединих аутора (Ogundiwin, Asaaju, Adegoke, и Ojo, 2015) испитиван је утицај групне истраживачке лабораторијске стратегије на постигнућа ученика из биологије. У овој студији је учествовало 157 ученика средње школе. Истраживање је реализовано применом групне истраживачке лабораторијске стратегије унутар експерименталне групе и традиционалне предавачке методе унутар контролне групе. Резултати на пост-тесту су показали да постоји статистички значајна разлика између ученичких постигнућа експерименталне и контролне групе, у корист знатно позитивнијих ефеката на постигнућа ученика који су садржаје из биологије учили путем групне истраживачке лабораторијске стратегије.

Троје аутора (Kibirige, Maake, и Mavhunga, 2014) испитивали су повезаност између примене практичног рада и ученичког концептуалног разумевања садржаја. Поред тога, циљ је био да се утврди да ли концептуално разумевање садржаја побољшава ученичке перформансе. Истраживање је обухватило 60 ученика из два десета разреда са територије покрајине Лимпопо у Јужноафричкој Републици. Ученици експерименталне групе (ЕГ) учили су о *Топлоти и температури* уз примену практичног рада, која је подразумевала руковање предвиђеном апаратуром, извођење експеримената, бележење података и доношење закључка. Ученици контролне групе (ЦГ) су исте садржаје учили уз традиционалан приступ, који је подразумевао излагање наставника уз додатне белешке које су дате ученицима. Резултати су показали да су ученици ЕГ показали статистички боља постигнућа (разумевање садржаја) на пост-тесту него ученици ЦГ. Поред наведеног, резултати су показали да је примена практичног рада, која је утицала на боље разумевање садржаја, допринела и бољим перформансама ученика. Аутори истраживања сугеришу да би на часовима физике требало примењивати више практичног рада. Наведено је да би истраживачки центри за обуку наставника требало да упознају наставнике са тим како да користе предвиђене алате и лако доступне и јефтине материјале које би могли да искористе за практичан рад. Такође, назначено је да би све школе требало да имају опремљене школске лабораторије и обучене лабораторијске техничаре, који би били помоћ и подршка наставницима.

Турски аутори (Ateş и Eryilmaz, 2011) испитивали су утицај једноставних експерименталних и мисаоних активности на постигнућа и ставове ученика према садржају из физике *Једноставно електрично коло*. Истраживање је обухватило 130 ученика деветог разреда из једне основне школе из Анкаре. Ученици експерименталне групе (70 њих) учили су наведене садржаје уз примену једноставних експерименталних и мисаоних активности. Они су били подстакнути

на веома активно учење, добили су неопходан материјал и инструктивне листиће на којима су имали упутства и питања. Од датог материјала сами су састављали електрично коло. Ученици контролне групе (60 њих) исте садржаје учили су уз примену традиционалног приступа, уз излагање и објашњавање садржаја од стране наставника. Ученици су само записивали најважније закључке и имали су прилику да постављају питања уколико им нешто није било јасно. Резултати су показали да су ученици експерименталне групе показали статистички боља постигнућа него ученици контролне групе на пост-тесту. Између ставова ученика обе групе према наведеним садржајима није уочена статистички значајна разлика, односно ставови ученика експерименталне групе нису се показали позитивнијим од ставова ученика контролне групе.

Четири аутора (Hugerat и сар., 2014) испитивали су ефикасност примене когнитивне акцелерације кроз научно образовање (CASE) у односу на традиционални приступ истраживачким вештинама ученика. Истраживање је укључивало 44 ученика из два шеста разреда арапског сектора са севера Израела, који су били подељени у две групе: експерименталну – ученици су учили три лекције уз извођење експеримената, и контролну – ученици су исте три лекције учили из уџбеника. У оквиру експерименталне групе изведени су следећи експерименти: утицај светлости на количину хлорофила у листовима (мерење количине хлорофила у листовима након њиховог излагања светлости различитог интензитета); растуће тесто (упоређивање запремине теста са квасцем са запремином теста без квасца); и Редијев експеримент (посматрање различитих тегли: затворених, отворених, прекривених газом... са поквареним месом). Ученици контролне групе нису изводили експерименте, већ су исте лекције учили теоријским путем уз помоћ текста из уџбеника. Резултати пост-теста показали су да су ученици експерименталне групе остварили бољи успех, јер су наведене биолошке садржаје учили уз примену истраживачких експеримената. Аутори истраживања сугеришу да су деца попут научника, и како научници на својим истраживањима раде у научним лабораторијама, исто тако треба и ученици да раде у својим, школским лабораторијама. При том раду треба да се води рачуна да ученици, по узору на научнике, прате исти низ корака: постављање питања, формулисање хипотеза, извођење експеримента, изношење запажања и објашњења, дискутовање. Примена CASE методе подразумева све ове кораке и из тог разлога погодна је за учење научних садржаја, јер доприноси ефикасности наставног процеса. Како би то било реализовано и у пракси, наставници морају да достигну одређене вештине за његову примену, то јест морају да прођу кроз професионалну обуку ради постизања најбољих резултата.

У истраживачком раду турских аутора (Sadi и Sakiroglu, 2011) испитивао се утицај једноставних експеримената на постигнућа и ставове ученика шестог разреда према науци. У истраживању је учествовало 140 ученика из четири шеста

разреда из Анкаре. Ученици експерименталне групе учили су о *Чулним органима уз примену једноставних експеримената* и пратили су процедуре у оквиру мањих група (*Структура ока, Различити мириси, Слатко, слано и горко, Топло или хладно?, Шта је вибрација?*), док су ученици контролне групе исте те садржаје учили уз примену традиционалног приступа, односно слушали су излагање наставника и потом хватали најважније белешке. Резултати овог истраживања показали су да су ученици експерименталне групе остварили боља постигнућа на пост-тесту него ученици из контролне групе. Поред наведеног, запажено је да се ставови ученика експерименталне групе нису показали позитивнијим од ставова ученика из контролне групе на скали, која је дата ученицима након реализације третмана (пост-скала). Такође се показало да пол ученика није утицао на њихова постигнућа. Једноставни експерименти могу допринети бољем успеху ученика него традиционално учење. То су активности што се реализују уз јефтине, једноставне, лако доступне материјале и опрему, који су веома практични за извођење у настави и погодни за примену при усвајању већине научних садржаја. Аутори наводе да је ово истраживање ограничено узорком и да би било пожељно спровести још сличних истраживања у оквиру различитих садржаја, међу различитим узрастима ученика и на већем узорку.

У истраживачком раду једног аутора (Okam и Idris Zakari, 2017) испитиван је утицај лабораторијске стратегије при учењу на концептуално учење хемијских садржаја и ставове ученика. Истраживање је укључивало 160 ученика друге године из две средње школе у Нигерији. Ученици експерименталне групе (80 ученика) су наставну јединицу *Реакције киселина и база – неутрализација* учили уз примену ученичких практичних активности унутар мањих група (по четири ученика) уз надзор наставника, док су ученици контролне групе (80 ученика) исте те садржаје учили уз примену традиционалног, предавачког приступа и презентовање лекција у трајању од 40 минута (на крају лекције ученици су могли да постављају питања). Резултати су показали да су ученици коју су учили уз практичне активности остварили знатно боља постигнућа на пост-тесту од ученика из контролне групе. Поред наведеног, ученици експерименталне групе показали су и знатно позитивније ставове од ученика контролне групе. Пол није статистички значајно утицао на постигнућа ученика. Девојчице експерименталне групе показале су само веће интересовање на часу од дечака исте групе. Аутори сугеришу да је лабораторијска метода ефикаснија од обичног традиционалног учења и да из тог разлога треба да буде заступљена на часовима при обради научних садржаја. Она развија научне истраживачке вештине и не преноси готове чињенице ученицима.

Истраживање које су спровели турски аутори (Cardak, Onder, и Dikmenli, 2007) имало је за циљ да утврди утицај примене лабораторијске методе на успех ученика у оквиру садржаја *Репродукција, раст и развој живих бића* у шестом разреду основне школе. Друга сврха овог рада била је да се упореди ефикасност

лабораторијске методе у односу на традиционални приступ. У истраживању је учествовало 28 ученика из два шеста разреда једне основне школе у Турској. Студија је реализована применом лабораторијске методе у оквиру експерименталне групе (14 ученика) и традиционалне методе у оквиру контролне групе (14 ученика). Ученици експерименталне групе садржаје из биологије учили су у лабораторији уз примену експеримената. Они су пре самог третмана били упознати са важношћу извођења експеримената и потреби за учењем у лабораторији, правилима, с тим како треба да се понашају у лабораторији, корацима научне методе (путем које треба да изводе експерименте), безбедношћу у лабораторији; презентован им је лабораторијски материјал и били су упознати с писањем лабораторијског извештаја. Ученици контролне групе исте садржаје учили су уз традиционални приступ. Они су слушали директно излагање наставника, који је био активнији од ученика. Такође, поред ове директне методе примењена је и техника питање-одговор, а покренута је и дискусија међу ученицима. На основу добијених резултата уочена је уједначеност обе групе на пре-тесту и већи успех ученика експерименталне групе на пост-тесту. Ученици експерименталне групе остварили су бољи успех приликом учења наведених биолошких садржаја од ученика из контролне групе. Аутори истраживања наводе да учење и изучавање научних садржаја мора бити реализовано уз примену метода заснованих на експериментима и истраживачким научним активностима. Најпогоднија метода за то је лабораторијска метода.

У истраживачком раду турских аутора (Ergül, Şimşekli, Çaliş, Özdölek, Göçmençelebi, и Şanlı, 2011) испитиван је ефекат једноставних експеримената уз истраживачко учење на успех ученика у формирању научних вештина и ставова према науци. У студији је учествовао 241 ученик једне основне школе у Турској. Истраживање је реализовано применом једноставних експеримената уз истраживачко учење у оквиру експерименталне групе (71 ученик четвртог, петог и шестог разреда, и 50 ученика седмог и осмог разреда) и традиционалне методе у оквиру контролне групе (68 ученика четвртог, петог и шестог разреда, и 52 ученика седмог и осмог разреда). Ученици експерименталне групе изводили су одређене једноставне експерименте како би развили научне вештине, док су ученици у контролној групи учили исте садржаје из физике, хемије и биологије уз примену предавања учитеља/наставника. Истраживање је трајало два полугодишта (једна школска година), током којих је спроведено 108 једноставних активности/експеримената (50 из физике, 25 из хемије и 33 из биологије). Ученици експерименталне групе учили су у малим групама (два до четири ученика). Резултати истраживања показали су да је примена учења заснованог на истраживању врло позитивно утицала на развој научних вештина код ученика и њихове ставове према науци.

Словеначки аутори (Dolonec-Orbanić, Skribe-Dimec, и Cencič, 2016) испитивали су утицај конструктивистичког модела учења садржаја о фотосинтези (СТРМ) на разумевање теме *Фотосинтеза* у основној школи. Истраживање је обухватило 201 ученика петог разреда из четири основне школе у Словенији. Ученици експерименталне групе су наведене садржаје учили уз примену СТМ методе, уз бројне активности и експерименталан рад. Експериментални део СТМ методе реализован је у оквиру фазе реконструкције идеја, односно једне од пет фаза конструктивистичког приступа. Задатак ученика био је прво да у мањим групама раде на проблемским задацима, уз презентовање два експеримента, а затим су у другом делу изводили та два експеримента, који су били и демонстрациони и ученички. Ученици контролне групе су исте садржаје учили уз традиционалан приступ учењу. Резултати су показали да су ученици експерименталне групе показали статистички боља постигнућа (разумевање садржаја) на вишим когнитивним нивоима (анализа, синтеза и евалуација) од ученика контролне групе, који су учили уз традиционалан приступ.

Истраживачки рад америчких аутора (Turpin и Sage, 2004) испитивао је утицај интегрисаног учења заснованог на активностима (IL) на ученичка постигнућа, научне вештине и ставове према науци. У овом раду учествовало је 929 ученика седмог разреда основних школа у Луизијани. Истраживање је реализовано применом IL активног приступа у оквиру експерименталне групе (три школе, 531 ученик) и традиционалне методе у оквиру контролне група (398 ученика из четири школе). У експерименталној групи реализоване су једноставне активности – експерименти, као и друге стратегије у учењу. Резултати истраживања показали су да су ученици експерименталне групе остварили статистички боља постигнућа и да су у већој мери развили научне вештине од ученика из контролне групе. Ученици експерименталне групе посебно су били успешни у оквиру следећих научних вештина: идентификовање експерименталних питања, идентификовање варијабли, дизајнирање истраживања и тумачење података. Није уочена значајна разлика у ставовима између ученика из обе групе. Резултати истраживања сугеришу да су ставови ученика највероватније последица интеракције наставника и школског окружења – окружења за учење, а не последица *Плана и програма наставе и учења* за природне науке. Аутори наводе да је ово истраживање доказ да је активно-засновано учење вредно инструктивног времена потребног за његову реализацију, јер поспешује успех ученика и развија њихове научне вештине.

У истраживачком раду двоје аутора (Sever и Güven, 2014) циљ је био да се идентификује понашање отпора ученика седмог разреда израженог током наставе и учења предмета Наука и технологија, као и уклони идентификовано понашање отпора кроз процесе који су изграђени на основама методе истраживачког учења. У истраживању је учествовало 95 ученика седмог разреда основне школе и 14 наставника из Турске. Ученици су били подељени у две групе, експерименталну,

која је учила путем истраживачке методе, и контролну, која је учила исте садржаје путем традиционалног приступа. Наставници су били интервјуисани како би се добили подаци о понашању ученика. Резултати истраживања прикупљени од интервјуисаних наставника показали су да је идентификовано 25 ученика који испољавају отпор (не учествују у садржају предмета, не интересује их предмет, не воде рачуна о својим пријатељима, траже пажњу, не поштују наставника, дају сугестије наставнику). Резултати истраживања прикупљени са теста постигнућа показали су да постоји статистички значајна разлика између резултата са пре-тестова и резултата са пост-тестова у обе групе ученика, у корист резултата са пост-теста. Када се посматрају само резултати са пост-теста, уочава се бољи учинак ученика из експерименталне групе. Резултати интервјуа, који је спроведен с циљем да се идентификује ефекат експерименталног процеса на изражавање отпора ученика, показали су да су се наставници сложили да је учење засновано на истраживању позитивно утицало на промену понашања ученика. С друге стране, наставници су указали на чињеницу да те промене нису биле постојане у процесу учења.

2.9.1.2. Упоредни допринос примене ЛЕМ и других савремених метода учења у предметној настави

У истраживачком раду појединих аутора (Özmen, Demircioğlu, Burhan, Naseriazar, и Demircioğlu, 2012) испитиван је утицај примене лабораторијских активности (експеримената), пропраћених и оснажених видео-записима, на разумевање хемијских садржаја ученика основне школе. У овој студији учествовало је 36 ученика осмог разреда из Турске. Истраживање је реализовано применом лабораторијске методе са видео-записима у оквиру експерименталне групе (19 ученика) и применом само лабораторијске методе у оквиру контролне групе (17 ученика). Одабрана је тема *Киселине и базе*. Резултати истраживања показали су да не постоји статистички значајна разлика између ове две групе на пре-тесту, док је на пост-тесту уочен знатан напредак ученика експерименталне групе. Лабораторијске активности, које су пропраћене и оснажене видео записима, помажу ученицима да унапреде своје разумевање о проучаваном феномену.

У истраживачком раду турских аутора (Yolaş Kolçak, Moğol, и Ünsal, 2014) испитиван је утицај компјутерски заснованог учења у односу на лабораторијски приступ, у настави физике, на превазилажење ученичких мисконцепција. У истраживању је учествовало 48 ученика десетог разреда из једне средње школе у Анкари. Истраживање је реализовано применом компјутерски заснованог учења у оквиру експерименталне групе (24 ученика) и применом лабораторијског приступа раду у оквиру контролне групе (24 ученика). Ученици контролне групе учили су предвиђене садржаје уз примену лабораторијске методе и помоћ наставника, а

ученици експерименталне група учили су исте садржаје уз примену компјутерских експеримената и помоћ наставника. Одабрана је тема *Сила и кретање* из физике. Након тога, ученицима је дат исти тест, као пост-тест. Резултати истраживања на пре-тесту показали су бољи успех ученика из контролне групе (пре-тест: CG MT = 3,25, EG MT = 2,46), док су резултати на пост-тесту, након спроведених интервенција, показали знатно бољи успех ученика из експерименталне групе (пост-тест: CG MT = 5,88 EG MT = 10,58), односно статистички значајну разлику у корист употребе компјутерских експеримената у односу на конвенционалну лабораторијску методу.

У истраживачком раду двојице аутора (Benson и Nkiruka, 2013) испитиван је утицај компјутерски симулираних експеримената на ученичке резултате у учењу у практичној физици. Аутори су имали циљ да открију која метода ће највише помоћи ученицима да стекну више знања, изграде више самопоуздања и развију своје манипулативне вештине (постигну свој максимум). У истраживању је учествовало 359 ученика из шест средњих школа у Нигерији (узраста од 16 до 18 година). Истраживање је реализовано применом три различита третмана у оквиру три различите групе. У првој групи (CSE-група, 182 ученика) реализовани су само компјутерски симулирани експерименти. У другој групи (CSE+HoE-група, 105 ученика) реализовани су компјутерски симулирани експерименти са једноставним експериментима. У трећој групи (HoE-група, 126 ученика) реализовани су само једноставни експерименти. У првој CSE-групи ученици су преко интернет-виртуелне лабораторије изводили експерименте и били су подељени у групе (у свакој групи, за једним компјутером било је четири ученика). У другој CSE+HoE-групи ученици су изводили експерименте у виртуелној лабораторији, али и једноставне експерименте у школској лабораторији, и исто су били подељени у мање групе (по четири ученика). У трећој HoE-групи ученици су изводили једноставне експерименте у школској лабораторији, са практичним материјалом попут сталка са штисаљком, куглицом, жицом, вагом, теговима различите масе и штопером, и били су такође распоређени у мање групе (по четири ученика), и свака група добила је апаратуру за експерименте. У свакој групи изведена су четири различита експеримента. Третман је трајао три недеље. Резултати истраживања су показали да су ученици који су били изложени само компјутерски симулираним експериментима, као и ученици који су били изложени компјутерски симулираним експериментима заједно са једноставним експериментима, остварили знатно боље резултате од ученика који су били изложени само једноставним експериментима. Најбоље резултате су постигли ученици из друге CSE+HoE-групе, затим ученици из прве CSE-групе, с малом разликом. Најлошије резултате су остварили ученици из треће HoE-групе, с већом разликом. Резултати истраживања су показали да су ученици који су учили уз примену компјутерски симулираних експеримената остварили знатно боље концептуално разумевање физичких

садржаја од ученика који су исте те садржаје учили уз примену конвенционалне лабораторијске методе. CSE се показао бољим у односу на НоЕ. Резултати су такође показали да су ученици с просечним математичким способностима постигли најбоље резултате у све три групе. Ови подаци показују да примена компјутерски симулираних експеримената може да допринесе побољшању перформанси оних ученика који имају просечне математичке способности. Због тога би требало уложити напоре да се лабораторије за физику опреме и рачунарским софтвером, који се може користити за примену компјутерски симулираних експеримената у практичној физици.

У једном истраживачком раду (Baykar, Kanli, и Kandil, 2007) аутори су имали циљ да испитају да ли је компјутерски засновано учење физике ефикасније од лабораторијско заснованог учења физике у погледу академских постигнућа ученика деветог разреда при обради теме *Електрично коло*. У истраживању је учествовало 28 ученика из једне средње школе у Турској. Истраживање је реализовано применом компјутерског лабораторијског учења у оквиру експерименталне групе (14 ученика), и лабораторијски заснованог учења у оквиру контролне групе (14 ученика). У експерименталној групи ученици су садржаје о електричном колу учили путем компјутерског лабораторијског софтвера Едисон програм, док су ученици из контролне групе исте садржаје учили уз примену практичног материјала. Третман је трајао четири недеље, након чега је ученицима дат пост-тест. Резултати истраживања су показали да није уочена статистички значајна разлика у постигнућима између ученика обе групе. Као резултат овог истраживања може се закључити да је компјутерски засновано учење подједнако ефикасно у погледу постигнућа ученика као и лабораторијски засновано учење.

У једном истраживачком раду (Tatli и Ayas, 2013) аутори су имали циљ да испитају ефикасност виртуелне хемијске лабораторије (VCL) на ученичка постигнућа у оквиру наставних садржаја *Хемијске промене* и *Препознавање лабораторијских материјала и опреме*. У истраживању је учествовало 90 ученика деветог разреда из Турске. Истраживање је реализовано применом виртуелне лабораторије у оквиру једне експерименталне групе (EG, 30 ученика) и применом реалне, школске лабораторије у оквиру две контролне групе (1CG 30 ученика и 2CG 30 ученика). Третман је трајао шест недеља. Ученици у оквиру експерименталне групе све експерименте везане за наставни садржај *Хемијске промене* изводили су преко виртуелне лабораторије, док су ученици из контролних група исти садржај учили уз примену својих личних, конвенционалних метода, а само је наставник друге контролне групе био охрабрен да изводи све експерименте у школској лабораторији (кад год је то могуће). Искуства током извођења експеримената су посматрана и снимљена од стране једног истраживача у оквиру сваке групе, који је користио неструктурисани формулар за посматрање. Резултати истраживања показали су да постоји статистички значајна разлика између

результата са пре-теста и пост-теста, с тим да су знатно бољи били резултати на пост-тесту свих група ученика. Резултати поређења успеха са пре-теста и пост-теста показали су да су највећи напредак остварили ученици из експерименталне групе (највећа постигнућа), затим ученици из 2CG, и потом ученици из 1CG. Када се упореде резултати свих група само са пост-теста, уочава се статистички значајна разлика само између експерименталне групе и 1CG, у корист експерименталне групе. Добијени резултати указују на чињеницу да је примена методе виртуелне лабораторије бар једнако ефикасна као и примена праве хемијске лабораторије при изучавању садржаја *Хемијске промене*. Резултати са пост-теста за препознавање лабораторијског материјала и опреме показали су да постоји статистички значајна разлика између постигнућа група. 1CG постигла је најлошије резултате, који су опали за 10% у односу на резултате са пре-теста за препознавање лабораторијског материјала и опреме, док су резултати 2CG порасли за 24%, а резултати EG за чак 128%. Ови резултати показали су да је примена методе виртуелне лабораторије веома значајна за лабораторијске активности и да су виртуелне лабораторијске активности барем једнако ефикасне, за ученичка постигнућа и способност ученика да препознају лабораторијску опрему, као и права хемијска лабораторија. Предвиђа се да ће виртуелне хемијске лабораторије бити усвојене као додатни и подржавајући елементи у процесу учења хемијских садржаја у будућности. То ће обезбедити не само ефективно научно окружење, већ ће у великој мери смањити и школске трошкове, али и време проведено у тим активностима.

У истраживачком раду турских аутора (Koyunlu-Ünlü и Dökme, 2011) испитивано је да ли је комбинација методе симулације засноване на аналогiji и лабораторијских активности ефикаснија у процесу учења садржаја о електричној енергији, од примене ове две методе одвојено (посебно). У истраживању је учествовало 66 ученика седмог разреда из три основне школе у Турској. Третман је трајао три недеље. Одабрани су садржаји *Електрична енергија у нашем животу* и *Једноставно електрично коло*. У свим групама ученици су радили у оквиру мањих група, како би учење било ефикасније. Истраживање је реализовано применом правих лабораторијских активности у контролној групи бр. 1 (21 ученик), применом компјутерских симулација заснованих на аналогiji у оквиру контролне групе бр. 2 (18 ученика) и применом обих метода заједно (праве лабораторије и компјутерских аналогних симулација) у оквиру експерименталне групе (27 ученика). Ученицима је пре третмана дат пре-тест, како би се успоставила хомогеност група, затим је уследио третман, након чега је ученицима дат пост-тест, да би се утврдила ефикасност поменутих метода и њихове комбинације. Ученици из контролне групе бр. 1 учили су основне концепте о једноставном електричном колу у учионици, уз примену лабораторијске опреме у виду батерија, сијалица, жица, прекидача, амперметра, волтметра. Ученици из контролне групе бр. 2 учили су исте садржаје у учионици с компјутерима преко онлајн симулације о

електричној енергији заснованој на аналогiji под називом – Алат за симулацију електричне енергије заснован на аналогiji (EAST). Ученици из експерименталне групе су у учионици с компјутерима учили исте садржаје о једноставном електричном колу преко EAST онлајн симулације, и уз употребу лабораторијске опреме (прво је од њих тражено да ураде задатак путем аналогне симулације, затим да понове исти задатак, али уз употребу лабораторијске опреме). Резултати истраживања показали су да постоји статистички значајна разлика између постигнућа експерименталне групе и обе контролне групе, с тим да су знатно боље резултате постигли ученици из експерименталне групе, који су садржаје о једноставном електричном колу учили уз примену обе методе заједно. Супротно очекивањима истраживача, резултати су показали да између контролне групе бр. 1 и контролне групе бр. 2 није уочена статистички значајна разлика. На основу добијених података, може се закључити да метода симулације засноване на аналогiji и метода лабораторијских активности допуњују једна другу, односно не преферира се једна у односу на другу при изучавању садржаја о једноставном електричном колу.

2.9.1.3. Упоредни допринос примене ЛЕМ – ДЕ и УЕ у предметној настави

У једном истраживачком раду (McKee-Vickie и сар., 2007) аутори су испитивали утицај истраживачких демонстрационих експеримената у односу на истраживачке ученичке експерименте на знање - концептуално разумевање проуђаваних садржаја студената. Истраживање је обухватило 70 студената. Одабрана је тема *Реакције калцијума*. Истраживање је реализовано уз примену истраживачких ученичких експеримената унутар контролне групе и истраживачких демонстрационих експеримената унутар експерименталне групе. Резултати овог истраживања показали су да постоји статистички значајна разлика између концептуалног разумевања проучаваних садржаја студента у обе групе пре и после извођења експеримента. Концептуално разумевање у обе групе порасло је након самосталног извођења експеримента у контролној групи и њиховог посматрања у експерименталној групи. Међутим, у овом раду није уочена статистички значајна разлика између концептуалног разумевања проучаваних садржаја студената у обе групе након реализованих експеримената. Ови подаци указују на чињеницу да су обе ове методе допринеле стицању приближних знања, односно приближно једнаком концептуалном разумевању проучаваних садржаја.

У једном од истраживачких радова (Taeel и Erol, 2008) аутори су испитивали ефикасност експерименталних наставних секвенци (кооперативног учења и конвенционалног приступа учењу) на тему *Магнетизам*. У истраживању је учествовало 100 студената друге године физике Универзитета у Измиру у Турској. Истраживање је реализовано применом кооперативног учења у оквиру

експерименталне групе и применом конвенционалног предавачког приступа у оквиру контролне групе. Третман је трајао четири недеље, и у обе групе студената изведене су три основне секције: сесија учења, сесија вежби и лабораторијска сесија која је укључивала извођење експеримената. У оквиру експерименталне групе све сесије изведене су у мањим хетерогеним групама студената (пет студената) са кооперативним карактером учења. Студенти у оквиру контролне групе прве две сесије радили су самостално, писали су белешке, слушали су, постављали питања, решавали проблем уз наставника пред таблом и само су у оквиру лабораторијске сесије формирали групе које нису имале карактер кооперативног учења. Резултати истраживања показали су да постоји статистички значајна разлика између резултата пре-теста и пост-теста обе групе, у корист резултата са пост-теста. Када се упореде само резултати са пост-теста, такође је уочена статистички значајна разлика у корист студената из експерименталне групе. Резултати су показали да је кооперативни приступ учењу у знатној мери утицао на повећање академских постигнућа студената при учењу садржаја из наставне јединице *Магнетизам*. Резултати са ре-теста показали су да се код студената експерименталне групе не примећују значајне промене у знању, док је код студената контролне групе уочена регресија (повлачење) знања. Кооперативно учење је много ефикасније када је реч о запамћивању и задржавању научног од конвенционалног приступа учењу. На основу мишљења студената може се констатовати да кооперативно учење обезбеђује боље окружење за учење наведених садржаја, које укључује дискусију и помаже студентима да уче на лак, ефикасан и смислен начин. Обе групе студената имале су сесију која укључује лабораторијски рад (извођење експеримената) и резултати су показали да постоји статистички значајна разлика између пре-теста и пост-теста, односно обе групе студената су оствариле знатно боље резултате и побољшале су своја академска постигнућа.

У једном раду (Wachanga и Gowland Mwaangi, 2004) испитиван је утицај кооперативног приступа извођењу експеримената (CCE) на ученичка постигнућа из хемије. Одабрана је тема *Киселине, базе и индикатори*. У истраживању је учествовао 521 ученик из 12 средњих школа (четири школе за дечаке, четири за девојчице и четири мешовите) у Кенији. Истраживање је реализовано применом кооперативног приступа извођењу експеримената у оквиру две експерименталне групе и применом традиционалне методе учења у оквиру две контролне групе. Прва експериментална група (1EG, 142 ученика) добила је пре-тест, третман (CCE) и пост-тест. Друга контролна група (2CG, 129 ученика) добила је пре-тест и пост-тест. Трећа експериментална група (3EG, 120 ученика) добила је само третман (CCE) и пост-тест. Четврта контролна група (4CG, 130 ученика) добила је само пост-тест. Свака група је укључивала једну школу за дечаке, једну за девојчице и једну мешовиту школу. У свим групама су извођени експерименти, само су у

експерименталним групама, уз кооперативни приступ, ученици сами изводили експерименте, а у контролним групама наставник је ученицима демонстрирао те експерименте. Резултати истраживања су показали да је примена ССЕ методе омогућила ученицима да науче више од оних ученика који су исте садржаје учили уз примену традиционалне методе. Уочена је статистички значајна разлика између експерименталних група (1EG и 3EG) и контролних група (2CG и 4CG), у корист знатно бољих постигнућа ученика из експерименталних група. Пол ученика није имао утицаја на постигнућа у оквиру експерименталних група (1EG и 3EG) које су биле изложене ССЕ методи, али су девојчице знатно биле боље од дечака. Међутим, уочена је статистички значајна разлика између постигнућа дечака из експерименталних група и дечака из контролних група, у корист дечака из експерименталних група. Такође, уочена је статистички значајна разлика између девојчица из експерименталних група и девојчица из контролних група, у корист девојчица из експерименталних група. Када се упореде резултати између школе девојчица и мешовите школе у оквиру експерименталних група, није уочена статистички значајна разлика између њихових постигнућа, али су се девојчице из мешовите школе показале знатно боље. Када се упореде резултати између школе дечака и мешовите школе у оквиру експерименталних група, уочено је да постоји статистички значајна разлика у корист дечака из школе за дечаке. Како се ССЕ метода показала веома ефикасном, без обзира на врсту школе, образовне власти (министарство просвете) би требало да охрабре наставнике да је користе при изучавању садржаја хемије, али и наставнике-едукаторе да је уврсте у *План и програм наставе и учења*.

У истраживачком раду двоје аутора (Utibeabasi и Mbotu, 2010) испитиван је ефекат лабораторијског рада интегрисаног с теоријом на постигнућа ученика средњих школа из физике. У истраживању су учествовала 162 ученика четвртог разреда из четири средње школе у Нигерији. Истраживање је реализовано применом лабораторијског рада интегрисаног с теоријом (инструкцијама) у оквиру експерименталне групе и применом лабораторијског рада након теоријског дела и одвојено од њега. Одабрани су следећи садржаји из физике: *Еластичност, Једноставно хармонично кретање, Стање равнотеже и Рефракција на равним површинама*, који су обрађивани у периоду од осам недеља. Ученици из експерименталне групе су у оквиру обраде сваког садржаја изводили практичне активности (теорија интегрисана с лабораторијским радом). Након сваке лекције ученицима је дат тест практичних знања, а после свих лекција ученицима је дат и тест теоријских знања. Ученици контролне групе су исте те садржаје прво теоријски обрадили, затим су након теоријског дела имали посебно практичне активности, а након њих ученицима су дата оба теста. Резултати истраживања су показали да постоји статистички значајна разлика између постигнућа ученика експерименталне и ученика контролне групе, с тим да су бољи били они што су

учили садржаје из физике уз примену лабораторијског рада интегрисаног с теоријом. Ученицима из експерименталне групе било је лакше да одмах с теоријских знања пређу на практичан рад, те да надовежу стечена знања на практичне активности, које су одмах уследиле. Између постигнућа дечака и девојчица у оквиру експерименталне групе није уочена статистички значајна разлика. Наставници физике треба да усвоје методу лабораторијског рада интегрисаног с теоријом у свом раду.

Поједини аутори (Irinoye, Vamidele, Adetunji, и Awodele, 2015) су испитивали утицај вођеног истраживачког учења (GIT) и демонстрационе методе (DTM) на постигнућа и трајност знања ученика у практичној (експерименталној) хемији. Истраживање је обухватило 78 ученика из Нигерије, који су ишли у други разред средње школе. Ученици експерименталне групе учили су садржаје из области *Квалитативна анализа*, уз примену GIT методе, док су ученици контролне групе исте садржаје учили уз примену DTM. Реализација истраживања трајала је шест недеља (два сата недељно). Резултати су показали да су ученици из експерименталне групе показали статистички боља постигнућа и трајност знања него ученици из контролне групе. Аутори наводе да је GIT веома добра метода учења, јер позитивно утиче на ученичка постигнућа и доприноси трајности њихових знања о *квалитативној анализи* из хемије. Ученици уче боље када се примене стратегије које подразумевају њихово активно учешће у процесу учења.

Једно истраживање турског аутора (Bilgin, 2006) имало је циљ да утврди ефекте једноставних активности, које укључују кооперативни приступ раду, на стицање научних вештина и ставова према науци код ученика осмих разреда основне школе. У истраживању је учествовало 55 ученика осмог разреда из две основне школе у Турској. Истраживање је трајало 15 недеља. Студија је реализована применом једноставних активности са кооперативним приступом унутар експерименталне групе (28 ученика) и применом једноставних активности, које су остварене уз демонстрациони приступ од стране наставника у оквиру контролне групе (27 ученика). У истраживању су примењене активности: посматрање новчића, свећа која гори, мерење масе и запремине, мерење температуре, мистериозна путовања у животу гвожђа, стварање научног модела, предвиђање о видљивости новчића, предвиђање о папиру и пластици, размишљање о сагоревању, прича каибаб јелена, М&М експеримент у боји, померање клатна. Ученици експерименталне групе прво су подељени у мање групе (по четири ученика), наставник је затим ученицима поставио питања отвореног типа, како би подстакао њихово интересовање. Ученици су на та питања прво одговарали у пару, а затим у својим групама. Када су групе завршиле рад, наставник је тражио проверу одговора и наставио да поставља питања, све док једна од група није дала тачан одговор. Ученици су прочитали текст са информативног листа, након чега су уследиле једноставне практичне активности. Ученици су једноставне активности

изводили у пару, у оквиру сваке групе у којој је било четворо ученика, и тек након што су сви ученици једне групе добили сагласне резултате, своја запажања презентовали су пред целим разредом. У оквиру контролне групе наставник је такође прво постављао питања отвореног типа ученицима, како би их заинтересовао за тему. Након одговора ученика, наставник им је испредавао предвиђено теоријско градиво. Након предавања такође је показивао и пред целим разредом демонстрирао активности које су биле везане за одређене садржаје. Резултати истраживања показали су позитивне ефекте у корист примене једноставних експеримената са кооперативним приступом. На основу добијених резултата утврђено је да су ученици експерименталне групе показали боље перформансе на пост-тесту и пост-скали. Када се једноставне активности укомбинују с кооперативним приступом, уместо са наставниковим демонстрационим приступом, оне тада дају знатно боље резултате (развијају научне вештине ученика), али и развијају позитивне ставове ученика осмог разреда према науци.

Поједини аутори (Logar и Savac Ferik, 2011) су испитивали ефикасност примене ученичких једноставних експеримената у односу на експерименте које изводи учитељ на квалитет и трајност знања ученика. Истраживање је обухватило 106 ученика (15–16 година) основне школе у Словенији. Од укупног узорка интервјуисано је 16 ученика (осам из контролне и осам из експерименталне групе). Одабрани су садржаји *Хроматографија на папиру: теорија хроматографије, мобилна и стационарна фаза, хроматографија на папиру као метода за раздвајање смеша*. Ученици експерименталне групе учили су предвиђене садржаје уз демонстрационе експерименте од стране учитеља, док су ученици контролне групе исте те садржаје усвајали уз примену ученичких једноставних експеримената у паровима, пратећи упутства с инструктивног листића. Резултати су показали да су ученици експерименталне групе остварили статистички квалитетнија знања у односу на ученике који су самостално изводили једноставне експерименте. Поред наведеног, уочено је да су ученици остварили и статистички трајнија знања, мерећи их након 14 дана од пост-теста, и поново након пет месеци. Од интервјуисаних ученика, већина се изјаснила да више воли да експерименте изводи самостално, него да посматрају док их изводи наставник или један од ученика. Резултати интервјуа показали су да су ученици имали потешкоћа у истовременом посматрању експеримента који изводи наставник и хватању бележака, односно записивању запажања. Поред наведеног, резултати интервјуа показују да је утицај експерименталног рада на интересовање ученика изузетно велик. Аутори наводе да је улога наставника приликом демонстрирања експеримената двострука – поред тога што изводи експеримент и усмерава пажњу ученика на најважније приликом демонстрације, у исто време саопштава ученицима шта и када треба записати.

Сугестије су: демонстрационе експерименте требало би комбиновати с традиционалном методом, како би се у што већој мери подржао процес учења.

У истраживању троје аутора (Maxwell, Lambeth, и Cox, 2015) испитиван је ефекат истраживачког учења (IBL) на постигнућа, ставове и ангажованост ученика основне школе. Истраживање је обухватило 42 ученика петог разреда из североисточног округа Грузије. Ученици експерименталне групе учили су предвиђене садржаје *Физичке и хемијске промене* и *Електрицитет* уз примену IBL приступа (невођених експеримената), док су ученици контролне групе исте садржаје учили уз примену традиционалне наставе (вођених експеримената), у периоду од шест недеља. Истраживачко учење подразумевало је постављање научног проблема пред ученике и обезбеђивање материјала како би га решили. Ученици су прво читали научне уџбенике и књиге о теми истраживања да би прикупили основно знање. Потом су добили материјале потребне за решавање проблема, који су укључивали и извођење експеримената. Ученици су радили независно од наставникове инструкције. Када су их завршили, ученици су поделили своја открића с другим члановима разреда. Традиционални приступ подразумевао је употребу научног уџбеника, радних листова и недељног експеримента или демонстрације. Наставник је излагао ученицима информације из уџбеника. Ученици су на радном листу одговарали на питања о научној теми. Наставник је директно водио ученике кроз процес извођења експеримента, корак по корак, али је и моделовао експерименте за разред. Наставник је сваки концепт објаснио ученицима и одговорио је на сва њихова питања. Пост-тестом мерена су постигнућа ученика, анкетом ставови, а чек-листом ангажованост ученика. Резултати су указали на мало већа постигнућа ученика који су учили уз IBL приступ, али без постојања статистички значајне разлике у односу на ученике из контролне групе. Поред наведеног, ученици контролне групе показали су мало позитивније ставове према науци у односу на ученике експерименталне групе. Такође, резултати су показали да су ученици експерименталне групе показали веће ангажовање од ученика из контролне групе.

У једном истраживачком раду (Unal, 2008) аутор је имао циљ да развије једноставне активности ученика и испита њихов утицај на промену ученичких мисконцепција о појмовима *плута* и *тонути*. Студија је спроведена над 28 ученика осмог разреда једне школе из Трабзона у Турској. Одабрани су садржаји *Плута и тоњење*. Ученици су на почетку подељени у седам хетерогених група (у свакој четворо ученика), затим је свакој групи ученика додељен папир с активностима, на којем је требало да забележе своја предвиђања (хипотезе), разлоге, запажања и образложења, али и да прате кораке активности и упореде своје резултате с исходом експеримента. Ученици су спровели осам активности, попут: *тежина и маса објекта не одређују да ли ће он потонути или плутати; запремина објекта не одређује да ли ће он потонути или плутати; сви објекти с рупама не тону...* На

крају активности од ученика је тражено да упореде своје предвиђање - претпоставку о исходу експеримента. Резултати истраживања показали су статистички значајну разлику између постигнућа на пре-тесту и пост-тесту у корист знатно бољег успеха оствареног на пост-тесту. Закључено је да су инструкције засноване на једноставним активностима обезбедиле знатно позитивнији ефекат на ученичко разумевање појмова: *плута и тонути*.

У истраживању појединих аутора (Uside, Varchok, и Abuga, 2013) испитиван је утицај примене експерименталне методе откривањем (DEM) на постигнућа ученика. Истраживање је обухватило 240 ученика из четири основне школе у Кенији. Истраживање је реализовано применом DEM у оквиру две експерименталне групе и применом наставникове демонстрационе методе у оквиру две контролне групе. Експериментална група бр. 1 била је изложена пре-тесту, третману (DEM) и пост-тесту. Експериментална група бр. 2 била је изложена само третману и пост-тесту. Контролна група бр. 1 била је изложена пре-тесту и пост-тесту. Контролна група бр. 2 била је изложена само пост-тесту. Упоређивањем резултата експерименталне групе бр. 1 и контролне групе бр. 1 могу се открити постигнућа ученика на основу резултата пре-теста. Упоређивањем резултата експерименталне групе бр. 2 и контролне групе бр. 2 може се открити ефекат DEM на постигнућа ученика из физике. Резултати истраживања су показали да када се упореде вредности из експерименталне групе бр. 1 и контролне групе бр. 1 са пре-теста и пост-теста, не уочава се статистички значајна разлика. На пре-тесту знатно су били бољи ученици контролне групе бр. 2, а на пост-тесту су били бољи ученици експерименталне групе. Када се упореде резултати експерименталне групе бр. 2 и контролне групе бр. 2, могу се запазити знатно боља постигнућа ученика из експерименталне групе бр. 2. Резултати истраживања показали су да постоји статистички значајна разлика између експерименталних и контролних група у корист ученика из експерименталних група. Имајући у виду добијене резултате, аутори наводе да се DEM може искористити за постизање високих постигнућа ученика.

У истраживачком раду двоје аутора (Randler и Hulde, 2007) испитиван је утицај примене наставникових демонстрационих експеримената (TSE) и ученичких експеримената (LCE) на постигнућа и трајност знања ученика на биолошким садржајима о земљишту. Поред наведене варијабле испитан је успех ученика имајући у виду њихов пол, као и емоционалне варијабле: добробит, досада и интересовање. У истраживању је учествовало 123 ученика петог (63 ученика из два разреда) и шестог разреда (60 ученика из два разреда) основне школе у Немачкој, који су били подељени у две групе. Одабрана је тема *Екологија земљишта*. Иста три експеримента: *Капацитет задржавања воде маховина*, *Ерозија травњака у односу на пољопривредно земљиште*, *Капацитет воде за чишћење тла* била су реализована с истим материјалом у обе групе, од стране истог наставника. У TSE групи садржаји о земљишту реализовани су уз примену демонстрационих

експеримената које је изводио наставник, док су у LCE групи исти ти садржаји реализовани уз примену ученичких експеримената, у оквиру мањих група ученика (три до четири ученика у свакој групи). Резултати истраживања су показали да су ученици обе групе на пре-тесту и пост-тесту остварили приближно једнака знања. На тесту ретенције, који је дат ученицима четири недеље касније, ученици који су учили уз ученичке експерименте остварили су статистички значајно боља постигнућа и трајнија знања од ученика који су учили исте садржаје уз демонстрационе експерименте. Девојчице у обе групе оставиле су значајно боље резултате од дечака. У оквиру емоционалних варијабли добробит и досада, није уочена статистички значајна разлика између обе групе, док је у оквиру емоционалне варијабле интересовања уочена статистички значајна разлика у корист ученика који су учили предвиђене садржаје уз примену ученичких експеримената. Обе методе допринеле су повећању ученичких знања и обе су позитивно утицале на емоционалне варијабле ученика. Аутори сугеришу следеће: једноставне експерименте треба уводити у школску праксу корак по корак, почевши од једноставних експеримената који не захтевају од ученика превелико когнитивно оптерећење, затим треба постепено прелазити на сложеније материјале и инструменте, који воде до комплекснијих експеримената. Наставници треба да почну од једноставних експеримената у петом и шестом разреду основне школе, а комплексност експеримената треба да се повећава с ученичким искуством у практичном раду. Експерименти треба да се примењују у оквиру *Плана и програма наставе и учења*, чак и ако материјали доступни у школама могу подржати само наставников демонстрациони приступ при њиховом извођењу.

2.9.1.4. Повезаност између доприноса примене ЛЕМ и постигнућа, заинтересованости и концептуалног разумевања садржаја у предметној настави

Испитиван (Нигџа, 2013) је и однос између искустава у обављању једноставних експеримената у физици и лабораторијских физичких постигнућа будућих наставника физике и технологије. Циљ овог рада био је да се утврди да ли једноставни физички експерименти могу унапредити постизање научних вештина (SPS). У студији је учествовало 28 будућих наставника физике и технологије, који су уписани на курс за лабораторијску физику. Седам једноставних експериментата припремљено је за курс (с доступним, јефтиним материјалом). Резултати овог истраживања показали су да је утврђена значајна повезаност између једне SPS вештине са студентским лабораторијским постигнућима. Ово истраживање указује на чињеницу да физичари-инструктори могу да припреме програме за курсеве који укључују доступне и јефтине материјале за експерименте, уместо оригиналне лабораторијске опреме, како би унапредили и побољшали развој вештина код студената.

У једном истраживачком раду (Gendjove, 2007) испитиван је утицај кућних експеримената на заинтересованост ученика за хемију. У истраживању је учествовало 213 ученика седмог разреда из три основне школе у Бугарској. Контролна група изводила је експерименте на традиционалан начин у учионици, док је експериментална група изводила додатни сет експеримената код куће. Резултати ове студије показали су да су ученици експерименталне групе остварили знања на већем нивоу, да су имали позитивне ставове према раду и жељу за додатним активностима. Кућни експерименти развијају код ученика независност и подстичу отвореније врсте активности, које промовишу самоконтролу, задовољство, позитиван однос према теми која се проучава, жељу за додатним учењем и мотивацију, боље разумевање тога како своја стечена знања и вештине могу практично применити, изражавање позитивних емоција које проистичу из саме активности и њених резултата, изражену жељу за проширивањем својих хоризоната за ваннаставне и животно-оријентисане активности у хемији. Кроз примену кућних експеримената хемија се повезује са стварним животом ученика, што креира услове за повећање ученичких интересовања за овај предмет и самог учинка у њему.

У истраживачком раду троје аутора (Holstermann, Grube, и Bögeholz, 2010) испитиван је утицај једноставних активности на интересовања ученика. Аутори су желели да сазнају да ли ученици с претходним искуством у извођењу једноставних активности показују веће интересовање за те активности од ученика који немају то претходно искуство. Поред тога, испитана је и повезаност квалитета искуства с једноставним активностима и интересовања за одговарајућу активност. У истраживању је учествовао 141 ученик једанаестог разреда из пет школа у Немачкој. Примењено је 28 једноставних активности у биологији, а оне су биле разврстане у следеће категорије: експериментисање, дисекција, рад с микроскопом и класификација. Добијени резултати су показали да поједине једноставне активности утичу на повећање интересовања ученика за ове активности. Од свих категорија, експериментисање је највише утицало на повећање интересовања ученика. Седам активности позитивно је утицало на повећање интересовања, једна је негативно утицала, а остале нису изазвале никакав ефекат. Квалитет једноставних активности је у позитивној корелацији с интересовањем ученика за одговарајуће активности. На основу добијених података закључује се да је пожељно дизајнирати биолошке садржаје тако да они омогућавају примену једноставних активности, које, такође, развијају интересовање ученика за њихово извођење.

У истраживачком раду појединих аутори Obadović, Rančić, Cvjetićanin, и Segedinac (2013) испитивали су како учење уз примену једноставних експеримената утиче на формирање позитивних ученичких ставова према настави физике. У истраживању је учествовало 495 ученика шестог и седмог разреда

основних школа у Новом Саду. Ученицима је дата анкета која је садржала питања везана за извођење једноставних експеримената (демонстрационих и ученичких), путем којих су ученици учили садржаје природних наука од првог до четвртог разреда основне школе. Резултати истраживања су показали да постоји повезаност између учења путем једноставних експеримената и позитивних ученичких ставова према науци. Добијени подаци су такође показали да је двоструко више ученика који су учили наставне садржаје природних наука уз примену једноставних експеримената, те изразили позитивне ставове према науци, за разлику од ученика који су те исте садржаје учили уз примену демонстрационих експеримената, или уопште нису учили уз примену и извођење експеримената.

У истраживачком двоје раду (Sabri и Emuas, 1999) аутори су испитивали повезаност између лабораторијских експеримената који су посматрани или извођени у средњој школи, и постигнућа палестинских студената на теоријским и практичним курсевима физике, хемије и биологије. У истраживању је учествовало 120 студената прве године са Универзитета Бирзеит. Резултати истраживања су показали да постоји јака повезаност између посматраних, или изведених експеримената у средњој школи и постигнућа студената на првој години студија на теоријским и практичним курсевима физике, хемије и биологије. Јачина ове повезаности варира од 26% до 50% за неколико научних курсева. Резултати истраживања такође су показали да су изведени експерименти у средњој школи више утицали на практичне курсеве (41%) физике, хемије и биологије од теоријских курсева (33%) физике, хемије и биологије.

У истраживачком раду турских аутора (Şimşek и Kabarınar, 2010) испитиван је утицај истраживачког учења (IBL) на ученичко концептуално разумевање садржаја, научне вештине и ставове према науци. Истраживањем је обухваћено 20 ученика петог разреда основне школе у Истанбулу. Током примене IBL-а ученици су радили у малим групама у којима су делили идеје са својим вршњацима, дискутовали о својим запажањима и интерпретирали резултате из спроведених експеримената. Након интервенције IBL-а, ученицима је дат тест (пре и пост-тест), а затим и скала ставова (пре и пост-скала). Резултати истраживања указују на то да је примена IBL-а имала позитиван утицај на концептуално ученичко разумевање садржаја и формирање научних вештина, али није утицала на промену ученичких ставова према науци.

2.9.2. ЛЕМ у разредној настави

Ученици разредне наставе не залазе у школске лабораторије, већ садржаје природних наука уче у интегрисаном облику, углавном у својим школским учионицама. У наставном процесу, када то садржаји дозвољавају, они могу користити одређену безбедну лабораторијску опрему, или лако доступне,

једноставне материјале (уз надзор учитеља) у малим групама, паровима, индивидуално или фронтално, који им омогућавају практично усвајање научног знања. На овом пољу веома су ретка истраживања која обухватају примену и допринос примене једноставних демонстрационих и ученичких експеримената уз употребу претходно наведене опреме, и представљају неистражено поље у светском научном образовању. Радови о примени и доприносу примене једноставних демонстрационих и ученичких експеримената у разредној настави у оквиру когнитивног и афективног домена знатно су мање заступљени.

2.9.2.1. Упоредни допринос примене ЛЕМ (ДЕ и УЕ) и конвенционалног приступа у разредној настави

Истраживачки рад појединих аутора (Сакісі и Yavuz, 2010) имао је за циљ да испита ефекат конструктивистичког научног приступа на разумевање ученика садржаја о материји, као и то да се ефективност овог начина рада упореди са традиционалним приступом. У овом раду је учествовало 33 ученика четвртог разреда једне основне школе у Турској. Истраживање је реализовано применом конструктивистичког приступа (који је укључивао и извођење експеримената) у експерименталној групи ЕГ (17 ученика) и применом традиционалног приступа у контролној групи ЦГ (16 ученика). Добијени резултати су показали да постоји статистички значајна разлика између ученичких постигнућа. Ученици експерименталне групе остварили су знатно бољи успех од ученика из контролне групе.

У једном истраживању (Цвјетићанин, Сегединац, и Халаши, 2010) аутори су имали циљ да утврде утицај примене ученичких експеримената на квантум и квалитет знања ученика. Овај рад обухватио је 88 ученика четвртог разреда основне школе. Истраживање је реализовано применом једноставних ученичких експеримената унутар експерименталне групе (44) и традиционалног приступа учењу унутар контролне групе (44). Резултати са финалног теста и ретеста показали су боља постигнућа ученика експерименталне групе од ученика из контролне групе. Примена једноставних ученичких експеримената, као методе учења и стицања знања, повољно утиче на квантум и квалитет знања ученика разредне наставе.

Истраживачки рад ауторке Голубовић Илић (2011) имао је циљ да испита ефикасност и ставове ученика према примени ученичких експеримената, али и њихов утицај на заинтересованост и мотивацију ученика за интензивнијим проучавањем предмета *Природа и друштво*. У овој студији учествовало је 115 ученика трећег разреда основне школе. Истраживање је реализовано применом ученичких експеримената у оквиру експерименталне групе и применом традиционалног приступа у оквиру контролне групе. Резултати ове студије

показали су бољи успех ученика који су учили нове садржаје о неживој природи путем ученичких експеримената од ученика који су те исте садржаје учили на традиционалан начин. Ученици експерименталне групе били су веома мотивисани приликом извођења експеримената и изразили су додатну заинтересованост да и убудуће уче на овакав начин, што су показали резултати анкете.

2.9.2.2. Упоредни допринос примене ЛЕМ и других савремених метода учења у разредној настави

У истраживачком раду двоје аутора (Lazonder и Egberink, 2013) испитиван је утицај директне инструкције и сегментације задатка на дизајнирање незбуњујућих експеримената (користећи стратегију контроле варијабли – CVS) и знање ученика основне школе. У истраживању је учествовало 67 ученика просечне старости 11,43 година из две основне школе у Холандији. Истраживање је реализовано применом директног вођења у оквиру DI групе (директна инструкција, N = 22), структурираног задатка у оквиру TS групе (индиректна инструкција, N = 23) и применом приступа без икаквог вођења и помоћи ученицима у оквиру CG - контролне групе (N = 22). Задатак ученика био је да у компјутерској симулацији открију како која од варијабли (јачина звука – ниска, средња или висока; удаљеност до гонга – блиска, средња или удаљена; смер гледања – према или, од гонга; и унутрашњост собе – празна или намештена) утиче на време трајања одјека. Ученици су сваку варијаблу требали да истраже преко низа симулацијских експеримената. На пример, за прву варијаблу: јачина звука – кликом на старт покренуо би се анимиран интерфејс, музичар с леве стране ударио би у гонг, а тајмер, који се налази испод задатка, зауставио би се када би звук потпуно нестао. Ученицима контролне групе и групе са директном инструкцијом одмах на почетку дато је главно питање: Који су утицаји јачине (звучног сигнала), удаљености, тражења смера и просторног ентеријера на време када можете да чујете како гонг одјекује? Ученици су требали да одговоре на њега након обављеног истраживања. Пре њихових истраживања симулацијом, ученици у групи директне инструкције примила су увод у CVS. Ова 20-минутна лекција имала је циљ да ученике упозна са коришћењем CVS-а (научи их рутини и објашњавању) кроз компјутерску симулацију. Ученици групе структурираног задатка добили су рашчлањено главно питање на четири потпитања, за сваку варијаблу посебно. Поређење ова три третмана открило је да је структурисање задатака једнако директној инструкцији по ефикасности у погледу промовисања ученика да користе CVS стратегију и извлаче валидне закључке (око 70% валидних закључака, највише у групи структурираног задатка, али без статистички значајне разлике), као и то да је било који тип инструкција ефикаснији од невођеног истраживачког учења (око 50% валидних закључака). Резултати са теста знања о CVS стратегији показују да су ученици све

три групе побољшали своја знања у подједнакој мери. CVS стратегија је поступак који се користи за креирање незбуњујућих експеримената, праћењем оне варијабле чија се ефикасност утврђује, при чему вредности свих других варијабли остају под контролом, како би се утврдило да ли је тај фактор узрочни у односу на експериментални исход.

У једном истраживачком раду (Matlen и Klahr, 2012) аутори су испитивали тврдњу да *директно упутство није ни неопходан нити сувишан услов за робустно (грубо) стицање, или одржавање знања током времена* упоређивањем ефикасности (у кратком и дугорочном периоду) (1) високог нивоа вођења, у којем ученици добијају и истраживачка питања и директну инструкцију, са (2) ниским нивоом вођења, у којем ученици добијају истраживачка питања, али без директне инструкције, при учењу CVS стратегије. Други циљ је био да се испита утицај четири могуће наставне секвенце на учење и пренос (ближи и даљи) знања: ниво високих (H) и ниских (L) инструкција: (HH), (HL), (LH), и (LL). У истраживању је учествовало 57 ученика трећег разреда из две основне школе у Питсбургу (Пенсилванија, САД). Ученици су били подељени у једну од четири групе: високе смернице праћене високим смерницама (HH), високе смернице праћене ниским смерницама (HL), ниске смернице праћене високим смерницама (LH) и ниске смернице праћене ниским смерницама (LL). Високо вођење састојало се од комбинације директних инструкција и истраживачких питања, а ниско вођење укључивало је само истраживачка питања. Истраживање је обухватило две сесије. Сесија 1: Ученици у групама ниског вођења (LH) и (LL) требало је да сами дизајнирају највише два незбуњујућа експеримента (не више од тога) како би тестирали једну од четири варијабле (висина, дужина, површина и тип лопте), да би открили шта утиче на брзину кретања куглице низ стрму раван. Пре покретања експеримента истраживач је питао ученика зашто је тако поставио експеримент, а након реализованог експеримента питао је да ли се на овај начин са сигурношћу може тврдити да та варијабла утиче на брзину кретања. У групама високог вођења (HL) и (HH) истраживач је заједно с ученицима дизајнирао четири експеримента: два CVS и два збуњујућа. Истраживач је сам поставио први збуњујући експеримент, и имао два питања за ученике: Да ли се на овај начин може тестирати варијабла? Да ли се са сигурношћу може рећи да је тестирана варијабла утицала на брзину кретања куглице? Без обзира на ученичке одговоре, објаснио је да је у питању збуњујући експеримент и зашто не могу бити сигурни да је варијабла утицала на исход експеримента. Истраживач је затим заједно с учеником дизајнирао други збуњујући експеримент на исти начин, уз иста питања, а након тога и два незбуњујућа – CVS експеримента. Сесија 2: Ученици у групама (HH) и (LL) пратила су идентичну процедуру као у сесији 1, док су ученици (LH) групе добили висок ниво вођења у другом делу обуке, а ученици (HL) групе низак ниво вођења у другом делу обуке. Резултати истраживања су показали да су ученици

(LH) групе статистички напредовали са сесије 1, на сесији 2, група (LL) није, док су ученици (HL) и (HH) и ту показали статистички боља постигнућа у односу на друге групе. Између ученика (HL) и (LH) групе није уочена разлика ни на једној врсти мерења знања и трансфера, што наводи на закључак да су ученици показивали добра знања и трансфер све док су у било којој од фаза сесије имали понуђено високо вођење. Што се тиче резултата с ближег и даљег преноса знања, уочено је да су ученици (HH) надмашили ученике (LL) групе. Ученици оних група које су у било којој од фаза сесије добили високо вођење показали су задржавање знања о CVS у периоду од пет месеци, док је (HH) група надмашила (LL) групу на тесту, који је испитивао даљи пренос знања (практичном и теоријском). Додатно излагање ученика дејству високог вођења није сувишно, већ има знатан ефекат на домен знања ученика и ближи и даљи пренос знања.

2.9.2.3. Упоредни допринос примене ЛЕМ (ДЕ и УЕ) у разредној настави

Испитиван је (Cohen; 2008) и ефекат директне инструкције у односу на учење путем откривања уз индиректну инструкцију на постигнућа и пренос знања ученика основне школе при извођењу једноставних експеримената. У истраживању је учествовало 18 ученика другог разреда основне школе у Квинсу, у Њујорку. Ученици у групи директне инструкције (група А) започели су учење тако што им је учитељ објаснио зашто предмети плутају и тону. Ученицима је затим приказана када напуњена водом и торба са 10 објеката за тестирање (велика спајалица, оловка, коцка од дрвета, пластична чаша, маркер, шраф, комадић алуминијумске фолије обликован у куглу, новчић, лоптица за пинг-понг и гумена патка). Наставник је демонстрирао сваки предмет испред целог разреда, стављао га у воду и објашњавао ученицима због чега плута или је потонуо. Ученици у групи индиректне инструкције (група Б) прво су добили каду с водом и торбу с 10 истих предмета. У периоду од 15 минута требало је самостално да испробају сваки објекат и утврде да ли он плута или тоне, као и да објасне шта мисле да је разлог зашто објекат тоне, а зашто плута. Учитељ их је надгледао и питао их зашто одређени објекат није потонуо, ако јесте, зашто јесте, и благо их је усмеравао. Резултати са *плута-тоне* теста постигнућа (тест провере ученичких знања) показали су да су ученици групе А остварили боља постигнућа, али без статистички значајне разлике у односу на ученике групе Б, који су самостално експериментисали. Резултати са задатка преноса (задатак за проверу преносивости знања), у оквиру ког су ученици у периоду од 90 секунди требали да направе бродич који плута, показали су да су ученици А групе (29,44 секунде) остварили бољи пренос знања у односу на ученике Б групе (39,44 секунде), али без статистички значајне разлике. Време проведено у решавању задатка преноса није у корелацији с постигнућима на тесту. Директна инструкција утиче на побољшање

ученичких постигнућа и пренос знања, и њу би требало користити при обради основних научних појмова. Ауторка наглашава да директна инструкција у овом истраживању није била у потпуности вођена од стране учитеља, он је у ствари био у интеракцији с ученицима, а није им само излагао садржаје које уче.

У истраживачком раду аутора Цвјетићанин, Сегединац, и Николић (2012) испитиван је утицај учења путем откривања на квалитет и трајност знања ученика основне школе. У истраживању је учествовало 118 ученика из две основне школе у Кисачу и Бачком Петровцу. Истраживање је реализовано уз примену учења путем откривања у оквиру експерименталне групе и традиционалне наставе у оквиру контролне групе. Ученици експерименталне групе учили су о садржајима о животињама преко три корака. Први корак подразумевао је примену учења путем откривања на двочасу, где су ученици кроз различите активности у малим групама требали да упознају различите групе животиња, врсту њихове исхране, раст и развој. Други део подразумевао је примену учења путем откривања, где су ученици у правовима, требали кроз текст методу да се упознају с начином дисања појединих животиња. Трећи део подразумевао је примену учења путем откривања преко екскурзије, на терену. Кроз практичне активности – тражење животиња, посматрање животиња, правила понашања према животињама, требали су да упознају поједине групе животиња, њихову распрострањеност, прилагођеност условима живота и начин кретања. Ученици контролне групе су исте садржаје учили уз примену уџбеника и предавања учитеља. Резултати истраживања са пост-теста и ре-теста показали су да су ученици експерименталне групе остварили статистички квалитетнија и трајнија знања од ученика из контролне групе. Највећа разлика између квалитета знања ове две групе уочена је на нивоу анализе, синтезе и евалуације. На последња два когнитивна нивоа ученици из обе групе остварили су незадовољавајуће резултате, само су она била нешто боља код ученика из експерименталне групе. Аутори наводе да ученици постижу боља знања ако посматрају животиње у природи, решавају проблемске задатке путем извођења разних истраживачких активности, самостално долазе до знања уз помоћ различитих извора информација.

У истраживању Цвјетићанина (2013) испитиван је утицај примене ученичких и демонстрационих експеримената на квалитет и трајност знања ученика основне школе. У истраживању је учествовало 142 ученика трећег разреда основне школе. Одабрана је тема: *Физичка и хемијска својства материје*. Ученици експерименталне групе су садржаје о материји учили уз примену ученичких експеримената, док су ученици контролне групе исте садржаје учили уз примену демонстрационих експеримената које је изводио учитељ. Резултати истраживања су показали да су ученици који су самостално изводили експерименте показали квалитетнија и трајнија знања на пост-тесту и ре-тесту на вишим когнитивним

нивоима (анализа, синтеза и евалуација) од ученика који су посматрали њихово извођење од стране учитеља.

У истраживачком раду аутора Свјетићанин, Obadović, и Rančić (2015) испитан је допринос примене демонстрационих и ученичких експеримената на квалитет и трајност знања ученика. Истраживање је обухватило 136 ученика трећег разреда основне школе са територије Аутономне Покрајине Војводине. Обадрана је тема *Особине материјала*. Ученици експерименталне групе су предвиђене садржаје учили уз самостално извођење експеримената, док су ученици контролне групе исте садржаје учили уз демонстрирање тих експеримената од стране учитеља. Реализација истраживања трајала је три недеље. Ученици експерименталне групе самостално су изводили исте експерименте, али уз упутства с инструктивног листића. Упутства су посебно наглашавала на шта ученици треба да обрате пажњу приликом извођења експеримента. Инструктивни листић садржао је и питања на која је ученици требало да одговоре након сваког изведеног експеримента. На основу одговора на питања ученици су у групама изводили закључке. У контролној групи задатак ученика био је да активно посматрају извођење експеримената и након сваког изведеног експеримента, заједно с учитељем доносили су објашњења и закључке. За време демонстрирања експеримента учитељ је наглашавао ученицима на шта посебно треба да обрате пажњу и изводио је само један експеримент, водећи рачуна да не изводи друге активности које би ученицима могле одвући пажњу. Резултати истраживања са пост-теста и ре-теста показују да су ученици обе групе остварили приближна достигнућа на нивоу знања, разумевања и примене. Статистички значајна разлика између ове две групе уочена је на нивоу анализе, евалуације и синтезе. Када се посматра успех ученика у оквиру сваке групе посебно на пре-тесту, пост-тесту и ре-тесту, може се уочити статистички значајна разлика на нивоу примене, анализе, евалуације и синтезе између резултата са пре-теста, пост-теста и ре-теста. То указује на чињеницу да су експерименти знатно допринели квалитету и трајности знања ученика у оквиру сваке групе посебно. Када се упореде резултати са пост-теста и ре-теста, може се запазити да су ученици постигли већа знања на пост-тесту.

У истраживачком раду Цвјетићанина (2017а) испитиван је допринос примене лабораторијско-експерименталне методе, односно ученичких експеримената у односу на традиционалан приступ учењу – квалитету и трајности знања ученика основне школе. У истраживању је учествовало 120 ученика трећег разреда основних школа из Србије. Истраживање је реализовано применом методе ученичких експеримената уз инструктивна упутства учитеља на наставном листићу у оквиру експерименталне групе (Е), и применом традиционалног приступа учењу у оквиру контролне групе (К). Одабрани су садржаји *Ваздух: понашање ваздуха у простору, кретање, притисак, тежина ваздуха, утицај топлоте на ваздух, утицај ваздуха на процес горења, утицај ваздуха на жива бића и ваздух као изолатор*.

Ученици контролне групе су предвиђене садржаје учили уз вербално-текстуалну методу и фронтални облик рада, док су ученици експерименталне групе учили у малим групама – по три ученика уз самостално извођење девет експеримената различитог нивоа сложености, пратећи упутства с инструктивног листића. Резултати истраживања указују на чињеницу да су ученици експерименталне групе остварили квалитетнија и трајнија знања од ученика контролне групе на пост-тесту и ре-тесту. Слична знања ученици обе групе постигли су на нивоу знања, разумевања и примене, док су ученици експерименталне групе постигли статистички квалитетнија и трајнија знања на нивоу анализе, евалуације и синтезе. Аутор предлаже да би лабораторијско-експерименталну методу требало користити при обради свих оних природних садржаја који су погодни за то, уз примену једноставних ученичких експеримената.

2.9.2.4. Повезаност између доприноса примене ЛЕМ и постигнућа и мотивације за изучавање научних садржаја у разредној настави

У истраживачком раду двоје аутора (Dhanapal и Wan Zi Shan; 2014) испитиван је ефекат примене једноставних експеримената на академска постигнућа и мотивацију за изучавање научних садржаја ученика основне школе. У истраживању је учествовало 22 ученика четвртог разреда из једне интернационалне школе у Малезији. Одабрани су садржаји *Ваздух: карактеристике, компоненте и различита употреба ваздуха* и *Угљен-диоксид*. Учитељ је прво разрадио идеју о ваздуху, затим је поделио ученике у групе и доделио им задатак да читају о компонентама ваздуха: азоту, кисеонику и угљен-диоксиду. Након тога свакој групи дат је задатак да напишу где се све ваздух употребљава, својим речима, након чега је свака група презентовала свој рад. Након тога ученици су тестирани како би се проверило њихово знање о садржајима о ваздуху. После две недеље реализован је други садржај: *Угљен-диоксид*, али уз примену једноставних експеримената. Технике за прикупљање података биле су: посматрање у учионици, обрасци за рефлексију, анкетни упитник, пре-тест и пост-тест – да би се открило да ли ученици уче боље уз примену експеримената, као и да ли примена експеримената утиче на развој интересовања, уживања и самомотивације код ученика. Резултати тестирања показали су незнатно повећање знања ученика на пост-тесту у односу на пре-тест, за свега 4,32%. Једанаесторо ученика је повећало своје знање, деветоро њих је знало мање на пост-тесту, док је двоје ученика постигло исте резултате на пре-тесту и пост-тесту. Аутори сугеришу да учитељ мора обезбедити ученицима довољно јасног, директног вођења у наставном процесу, како би им се омогућило да се прилагоде различитим стилевима учења, као и да им се олакша разумевање концепата и веза у учењу садржаја природних наука. Резултати попуњеног обрасца за рефлексију и анкетног упитника показују

да су ученици након примене практичних експеримената показали више антиципације у примени практичних експеримената (са 63,89% на 69,44%), али и више уживања на часовима природних наука (са 48,61% на 68,06%). Такође, више њих се изјаснило да воли природне науке након примене експеримената (пре примене 51,39%, након примене 58,33%). Међутим, кад је реч о интересовању ученика, није уочена разлика пре и после примене експеримената (остало је 56,94%), док су истраживачи који су посматрали часове учили већа интересовања на часовима где су примењени практични експерименти (преко изражавања ученика, давања одговора и учешћа ученика). Активно учешће ученика повећало се за 9,72% (са 34,72% на 44,44%), мада је уочено да су ученици били активни и пре примене и за време примене експеримената. Дошло је до смањења процента (са 63,89% на 55,56%) када је реч о примени њиховог знања и разумевања ученог садржаја у будућности. По мишљењу истраживача, већина ученика који су се ослањали на памћење информација из уџбеника како би постигли академски бољи успех нису успели да повежу концепте научене кроз експерименте са стварним светом. Иако су спроводили експерименте, стекли су постигнућа само на нивоу знања и разумевања садржаја. Нису научили да повезују своја нова знања са претходним знањем, да примене своје знање на нове ситуације, да интерпретирају оно што уче на различите начине, као и да објасне и предвиде феномене и догађаје који се догађају у окружењу (нису развили знања на вишим когнитивним нивоима). Резултати су такође показала да су практични експерименти мотивисали ученике да предузму даље активности, као што су додатно читање о ученим садржајима код куће. Повећање од 16,67% (са 25% на 41,67%) указало је на покретање иницијативе за додатним читањем код куће о томе што су учили. Када су ученици суштински мотивисани, они се радо ангажују и активно учествују ради себе и због заинтересованости за саму активност. Ова тврдња је такође доказана у овој студији. Евидентиран је и пораст процента активних учесника у разреду на часу примене експеримената. Поред тога, ученици су такође побољшали своје вештине комуникације при испитивању и одговарању, јер су се укључили у спроведене активности. Насупрот томе, налази о иницијативи ученика при извођењу експеримената код куће показали су пад од 4,17% (са 26,39% на 22,22%). Истраживачи су веровали да би, пошто су ученици управо спровели експеримент у школи, били заинтересовани да стекну додатна знања о овој теми код куће, али то није био случај у овом истраживању.

3. МЕТОДОЛОШКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА

3.1. Проблем истраживања

Инструктивни приступи учења, који су усмерени на учитеља, често представљају неопходну врсту подршке ученицима у процесу учења, посебно онда када се они тек упознају с новим приступима у раду и непознатим садржајима (Cohen, 2008). Насупрот потпуно вођеном учењу, последњих неколико деценија почели су све више да се промовишу инструктивни приступи усмерени на ученике, који полазе од става да ученици треба што самосталније да изграђују знања, кроз активан однос с окружењем за учење (Fosnot и Perry, 2005). Ова дебата, заснована на реалним искуственим чињеницама, у науци прати појаву и развој свих инструктивних приступа који се могу поставити и сагледати с оба аспекта, те питање о врсти и количини инструктивног вођења и дан-данас остаје отворено и веома актуелно у оквиру методике наставе свих предмета (Matlen и Klahr, 2012).

Природне науке представљају најповољнији предмет за примену једноставног експерименталног кинестетичког учења (Dhanapal и Wan Zi Shan, 2014) и садржаји ових предмета се не могу употпуности правилно изучавати без примене експеримената (Holstein и Lunetta, 1982). Заступљеност и ефикасност ЛЕМ у наставном процесу испитивана је и с аспекта учења усмереног на учитеља и с аспекта учења усмереног на ученика (Alfieri и сар., 2011). Како за оба становишта постоје позитивни експериментални докази (Hofstein и Lunetta, 2003; Zimmerman, 2007), дилема о доприносу примене ДЕ и УЕ на различитим варијаблама из когнитивног и афективног домена у научном образовању и даље остаје нерешена.

Иако је ефикасност ЛЕМ доказана у многобројним истраживањима на великом броју варијабли из когнитивног и афективног домена (Badeleh, 2011; Demircioğlu и Yadigaroglu, 2011; Khan и Iqbal, 2011; Koray и Serdar Köksal, 2009; Okan и Idris Zakari, 2017; Sabri и Emuas, 1999), важно је нагласити да се у оквиру таквих радова у највећој мери испитивао допринос њене примене у односу на ТМ. Ова истраживања, рађена у оквиру **предметне** и **разредне наставе** (знатно више у предметној), потврдила су позитивне ефекте ЛЕМ на: квалитет и трајност знања, постигнућа ученика (Hugerat и сар., 2014; Kibirige и сар., 2014; Musasia и сар., 2016; Tael и Erol, 2008; Uside и сар., 2013; Utibeabas и Mboto, 2010; Uzezi и Zainab, 2017; Wachanga и Gowland Mwaangi, 2004), развој позитивних ставова према предмету и науци, развој вештина неопходних за процес истраживања, те развој креативног и логичког мишљења (Akani, 2015; Khan и Iqbal, 2011; Koray и сар., 2009; Myers и Dyer, 2006; Okan и Idris Zakari, 2017; Yadav и Mishra, 2013). Значајан је њен допринос и када је реч о заинтересованости ученика за предмет, активности, мотивацији, кооперативном приступу учењу, разумевању и успеху у оквиру одређених садржаја (Atasoy, Genc, Kadayifci, и Akkus, 2007; Cardak и сар., 2007;

Gendjova, 2007; Koyunlu-Ünlü и Dökme, 2011; Özdemir, Вађ, и Bilen, 2011; Özmen и сар., 2012; Sola и Ojo, 2007; Tatli и Ayas, 2013). ЛЕМ се показала ефикасном и при одабиру најпогодније методе за почетак обраде садржаја, постигнућу ученика с лошијим општим успехом, елиминацији мисконцепција, повезаности експерименталног рада из средње школе с постигнућима студената на теоријским и практичним курсевима из физике, хемије и биологије (Obadović и сар., 2013; Ojediran, Oludipe, и Ehindero, 2014; Özay и сар., 2009; Sabri и Emuas, 1999; Sert Çibik и сар, 2008; Stavreva-Veselinovska и сар., 2011). Поред наведеног, ова истраживања показала су позитивне ефекте на ангажованост ученика, повезаност између искуства и лабораторијског рада (Hıçça, 2013; Maxwell и сар., 2015; Sadi и Sakiroglu, 2011), истраживачке способности, њихово интересовање за ове активности (Holstermann и сар., 2010; Irinoye и сар., 2015), уклањање негативног става током наставе и учења, напредак у знању и смањење осећаја нелагодности и страха у односу на предмет истраживања - пужеве, мишеве, биљне ваши (Ateş и Eryilmaz, 2011; Prokop и Fančovičová, 2016; Randler, Hummel, и Prokop, 2012; Şen, Yılmaz, и Geban, 2016; Sever и Güven, 2014). Осим наведених, о доприносу ЛЕМ сведоче и истраживања о примени лабораторијског софтвера (или других технологија, попут видео-записа), чији су резултати потврдили позитиван ефекат виртуелне лабораторије, који је у најмањој мери једнак (Baykar и сар., 2007; Benson и Nkiruka, 2013; Hawkins и Phelps, 2013; Koyunlu-Ünlü и Dökme, 2011; Liu, 2006; Tatli и Ayas, 2013), или бољи од ефекта праве школске лабораторије (Benson и Nkiruka, 2013; Özmen и сар., 2012; Yolaş Kolçak и сар., 2014) и традиционалног приступа учењу (Tüysüz, 2010). Без обзира на потврђену ефикасност и изнете чињенице о успешности примене ЛЕМ, аутори бројних истраживања и даље позивају на проверу резултата и понављање њихових истраживања, уз сугестије да се изабере – другачији узорак истраживања (нпр. школски узраст ученика, већи број ученика) (Musasia и сар., 2016); школски предмет (нпр. биологија, хемија, геологија) (Salameh El-Rabadi, 2013); тема предмета, другачије зависне (нпр. ставови ученика, развој научних способности) и независне варијабле (Baykar и сар., 2007, Sabri и Emuas, 1999). Такође, предлаже се посматрање и праћење других ученичких вештина, неопходних за процес истраживања, уз другачије начине њихове евалуације (помоћу других метода и у оквиру других наставних грана физике и хемије), као и то да се обави компаративно истраживање са више предмета (нпр. биологија – физика – хемија) (Yadav и Mishra, 2013). Поред наведеног, предлаже се и константна провера ефикасности ЛЕМ (како би се оправдала њена употреба) кроз: упоређивање ученичких постигнућа стечених применом лабораторијског рада с ученичким постигнућима стеченим применом неке друге методе; испитивање степена до ког конкретне лабораторијске инструкције, експерименти и постојећи уџбеници одговарају очекиваним циљевима природних наука; испитивање одређених аспеката и услова

лабораторијских инструктивних метода; испитивање формирања ученичких групација и проверу задатака у лабораторијским експериментима, који утичу на истраживачке способности ученика (Sabri и Emuas, 1999: 87-88).

Када се посматра примена различитих инструктивних приступа при извођењу експеримената, може се запазити да су овакви радови ређе заступљени у научном образовању. Слабо су спровођена истраживања о испитивању доприноса примене ЛЕМ уз учење усмерено на учитеља и на ученика, односно уз примену УЕ и ДЕ. Такви радови углавном су (у највећој мери) рађени у оквиру **предметне наставе**. Резултати тих истраживања показали су:

- позитивне ефекте УЕ и ДЕ у односу на ТМ на постигнућа ученика (Sola и Ојо, 2007; Udo, 2010) и разумевање садржаја (Dolonec-Orbanić и сар., 2016);

- позитивне ефекте ТМ у односу на УЕ на постигнућа ученика (Myers и Dyer, 2006);

- позитивне ефекте ДЕ у односу на ТМ на: промену мисконцепција (Sert-Çibik и сар., 2008), истраживачке способности ученика (Udo, 2010), наставни процес, извођење експеримената и успех ученика у раду (Sola и Ојо, 2007);

- позитивне ефекте УЕ у односу на ТМ на: постигнућа ученика (Ateş и Eryilmaz, 2011; Cardak и сар., 2007; Hashim и сар., 2015; Sadi и Cakiroglu, 2011; Salameh El-Rabadi, 2013), разумевање садржаја, побољшање перформанси (Demircioğlu и Yadigaroglu, 2011; Kibirige и сар., 2014; Okam и Idris Zakari, 2017); развој научних вештина (Hugerat и сар., 2014; Myers и Dyer, 2006), ставове према науци (Okam и Idris Zakari, 2017);

- позитивне ефекте ДЕ у односу на УЕ на квалитет и трајност знања (Logar и Savec-Ferk, 2011);

- позитивне ефекте УЕ у односу на ДЕ на: постигнућа ученика (Musasia и сар, 2016; Udo, 2010; Uside и сар, 2013), успех у оквиру предмета (Wachanga и Gowland Mwaangi, 2004), квалитет и трајност наученог (Irinoye и сар, 2015; Trael и Erol, 2008), развој вештина неопходних за процес истраживања и ставове према науци и самосталном раду (Bilgin, 2006; Logar и Savec Ferk, 2011);

- подједнаку ефикасност УЕ и ТМ на непромењене ставове ученика према науци (Ateş и Eryilmaz, 2011; Sadi и Cakiroglu, 2011; Şimşek и Kabarinar, 2010);

- подједнаку ефикасност УЕ и ДЕ на постигнућа ученика (Maxwell и сар., 2015) и концептуално разумевање садржаја који се уче (McKee-Vickie и сар., 2007);

- позитивне ефекте УЕ и ДЕ под различитим инструктивним вођењем на постигнућа ученика (Utibeabasi и Mbotu, 2010), квалитет и трајност знања ученика и њихова интересовања за изучавањем тих садржаја (Randler и Hulde, 2007), ставове према науци и ангажованост (Maxwell и сар., 2015), промену мисконцепција (Unal, 2008);

- значајну повезаност између знања ученика стечених применом УЕ и ДЕ и њиховог позитивног мишљења о изучавању садржаја физике, хемије и биологије на

практичним и теоријским курсевима, као и заинтересованости ученика за изучавањем ових предмета (Gendjova, 2007; Holstermann и сар., 2010; Obadović и сар., 2013; Sabri и Emuas, 1999); повезаност између искуства у извођењу експеримената и лабораторијских постигнућа (Niçça, 2013);

- неповезаност између: ученичких постигнућа и њихових ставова према науци (Hashim и сар, 2015); искуства у извођењу експеримената и научних вештина посматрања, пружања објашњења, прогнозирања, вођења истраге, формирања логичких вештина и студентских постигнућа (Niçça, 2013).

Испитиване варијабле указују на делимично истражено поље когнитивног и минимално истражено поље афективног подручја и допринос примене ЛЕМ у предметној настави природних наука. Поред наведеног, уочен је изузетно мали број истраживања која се баве испитивањем повезаности између когнитивног и афективног домена у предметној настави природних наука, конкретно корелацији између знања ученика о природним појавама и процесима и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ (УЕ и ДЕ) при стицању тих знања.

Радови о доприносу примене УЕ и ДЕ у оквиру **разредне наставе** знатно су мање заступљени. На овом подручју испитивана је: ефикасност примене УЕ у односу на ТМ при обради садржаја о животињама, води, ваздуху, земљишту и својствима материјала (Dhanapal и Wan Zi Shan, 2014; Голубовић Илић, 2011; Цвјетићанин, 2017а; Цвјетићанин и сар., 2010; Цвјетићанин и сар., 2012), ефикасност примене УЕ у односу на ДЕ при обради садржаја о води, ваздуху и физичким и хемијским својствима материјала и материје (Cohen, 2008; Свјетићанин, 2013; Свјетићанин и сар., 2015; Свјетићанин и Мариčić, 2017); ефикасност примене УЕ при различитим врстама инструктивног вођења (Lazonder и Egberink, 2013; Matlen и Klahr, 2012).

Резултати ових истраживања показали су:

- позитиван ефекат УЕ у односу на ТМ на: квантум, квалитет и трајност знања (Цвјетићанин, 2017а; Цвјетићанин и сар., 2010; Цвјетићанин и сар., 2012), заинтересованост и мотивацију ученика за интензивнијим проучавањем садржаја предмета (Dhanapal и Wan Zi Shan, 2014; Голубовић Илић, 2011);

- позитивне ефекте УЕ у односу на ДЕ на квалитет и трајност знања ученика (Свјетићанин, 2013; Свјетићанин и сар, 2015; Свјетићанин и Мариčić, 2017);

- позитивне ефекте ДЕ у односу на УЕ на разумевање садржаја који се уче (Cohen, 2008), без постојања статистички значајне разлике у постигнућима ученика обе групе;

- позитивне ефекте УЕ под различитим инструктивним вођењем на дизајнирање незбуњујућих експеримената, знања ученика и њихов пренос – ближи и даљи (Lazonder и Egberink, 2013; Matlen и Klahr, 2012).

Важно је нагласити да један од разлога слабе заступљености истраживачких радова на ову тему у настави интегрисаних природних наука јесте то што је

савремена пракса прешла с концептног на аутентично учење, односно више се усмерила ка дизајнирању научних експеримената и испитивању њихове упоредне ефикасности с бројним варијантама мање и више понуђених смерница (Reid, Zhang, и Chen, 2003). Испитивање о врсти и количини понуђеног инструктивног вођења за време процеса учења представља једну од новијих струја на научном пољу, те се може сматрати да је недостатак радова на ову тему тренутно оправдан.

Испитиване варијабле указују на делимично истражено поље когнитивног и минимално истражено поље афективног подручја и допринос примене ЛЕМ у интегрисаним природним наукама. Из претходно наведеног може се закључити да су ретка истраживања која испитују упоредни допринос примене УЕ и ДЕ, посебно и у односу на ТМ, на варијаблама, како у оквиру когнитивног домена, тако и више у оквиру афективног домена. Поред наведеног, недостају радови о упоредном доприносу примене УЕ и ДЕ у односу на ТМ на афективној варијабли – мишљење ученика у интегрисаним природним наукама. Ову чињеницу могу да потврде и подаци о томе да је пронађен изузетно мали број истраживања која су испитивала мишљење ученика о упоредном доприносу примене УЕ у односу на ТМ при стицању њихових знања, док радови о мишљењу ученика о примени ДЕ, као и о упоредној анализи мишљења ученика о примени УЕ и ДЕ при стицању њихових знања у интегрисаним природним наукама – нису пронађени.

Уочено је и да недостају истраживања која се баве испитивањем повезаности између когнитивног и афективног домена у настави интегрисаних природних наука, конкретно истраживања о корелацији између стечених знања ученика о природним појавама и процесима и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ (УЕ и ДЕ) при стицању тих знања.

3.2. Предмет истраживања

На основу прегледа резултата досадашњих доступних домаћих и страних истраживања на тему упоредне анализе о доприносу примене ЛЕМ (УЕ и ДЕ) на различитим варијаблама из когнитивног и афективног домена у интегрисаним природним наукама, може се запазити да је број ових радова изузетно мали.

Веома су ретка истраживања која испитују упоредни допринос примене УЕ и ДЕ у односу на ТМ на варијабли из когнитивног домена – постигнућа (квалитет и трајност знања) ученика на шест когнитивних нивоа у интегрисаним природним наукама. Како је ревидирана верзија почетне Блумове таксономије знатно касније разрађена и описана, радови о доприносу примене УЕ и ДЕ у односу на ТМ када је реч о квалитету и трајности знања, сагледани преко шест когнитивних нивоа ревидиране верзије Блумове таксономије при обради садржаја интегрисаних природних наука – нису пронађени. Ови подаци указују и на недовољно испитан допринос примене УЕ и ДЕ у односу на ТМ квалитету и трајности знања ученика на различитим когнитивним нивоима ревидиране Блумове таксономије, при обради

садржаја интегрисаних природних наука. Из наведеног произилази чињеница да се не може са сигурношћу тврдити када (при обради којих садржаја) је препоручљиво применити УЕ, а када ДЕ у односу на ТМ на часовима интегрисаних природних наука.

Ученици разредне наставе садржаје о кретању и особинама материјала уче у сва четири разреда (вертикално повезивање садржаја). Обим ових садржаја се знатно проширује и усложњава у трећем разреду. Садржаје о кретању и особинама материјала са ученицима трећег разреда непоходно је феноменолошки обрадити. При њиховој реализацији препоручује се примена следећих активности: истраживање, експериментисање (извођење експеримената), праћење, процењивање, посматрање, описивање и бележење. Проширени и усложњени садржаји представљају добру подлогу и основу за испитивање и утврђивање доприноса примене различитих инструктивних метода, а по свом карактеру садржаји о кретању и особинама материјала изузетно су погодни за примену и испитивање доприноса примене ЛЕМ (УЕ и ДЕ) у односу на ТМ.

Истраживања у којима је извршена компаративна анализа доприноса примене УЕ и ДЕ у односу на ТМ квалитету и трајности знања ученика трећег разреда о кретању и особинама материјала у интегрисаним природним наукама – нису пронађена. Такође, нису пронађени ни радови у којима је извршена компаративна анализа доприноса примене УЕ и ДЕ у односу на ТМ квалитету и трајности знања ученика трећег разреда о кретању и особинама материјала на различитим когнитивним нивоима ревидиране Блумове таксономије. Због тога су у овој дисертацији одабрани ови садржаји за утврђивање доприноса примене УЕ и ДЕ у односу на ТМ квалитету и трајности знања ученика трећег разреда о кретању и особинама материјала на различитим когнитивним нивоима у интегрисаним природним наукама. Нивои учења поређани су тако да чине когнитивну скалу која преко шест когнитивних нивоа испитује знања ученика и обухвата најједноставније менталне операције те води до оних најсложенијих. Сваким когнитивним нивоом испитује се и проверава одређена когнитивна сложеност, односно тежина задатка: знати, односно знање – присећање, или позивање на меморисане садржаје; разумети, односно разумевање – способност објашњавања суштине проучаваног појма, појаве или процеса; применити, односно примена – проналажење или развијање решења неког проблема; анализирати, односно анализа – детаљно испитивање неког појма, појаве или процеса растављањем на његове саставе делове; евалуирати, односно евалуација – процењивање вредности, квалитета, значаја, услова; стварати или креирати, односно синтеза – стварање нечег новог од саставних делова.

На основу прегледа резултата досадашњих доступних домаћих и страних истраживања, може се запазити да су још ређе заступљени радови који испитују допринос примене УЕ и ДЕ на варијабли из афективног домена – мишљење

ученика у интегрисаним природним наукама. Мишљење ученика о доприносу примене УЕ и ДЕ стицању њихових знања у интегрисаним природним наукама веома је слабо истражено. Нису пронађени радови у којима се испитује мишљење ученика трећег разреда о доприносу примене УЕ и ДЕ при стицању њиховог знања о кретању и особинама материјала.

Поред наведеног, истраживања о корелацији између когнитивног и афективног домена, односно између квалитета и трајности знања ученика о природним појавама и процесима те њиховог мишљења о доприносу примене УЕ и ДЕ при стицању тих знања у интегрисаним природним наукама – нису пронађена. Имајући наведено у виду, истраживања о повезаности између квалитета и трајности знања ученика о кретању и особинама материјала и њиховог мишљења о доприносу примене УЕ и ДЕ при стицању тих знања – нису пронађена.

Како би се унапредила настава интегрисаних природних наука при реализацији садржаја о кретању и особинама материјала у трећем разреду, неопходно је извршити сва наведена истраживања. Из тог разлога у оквиру ове дисертације желе се добити одговори на следећа истраживачка питања (ИП):

ИП1 Да ли примена ЛЕМ у односу на ТМ, и у којој мери, доприноси стицању квалитетнијих знања ученика трећег разреда о кретању и особинама материјала (у даљем тексту: одабрани садржаји интегрисаних природних наука) на свим, а посебно на вишим когнитивним нивоима (анализа, евалуација и синтеза) на пост-тесту?

ИП2 Да ли УЕ доприносе више него ТМ стицању квалитетнијих знања ученика трећег разреда о кретању и особинама материјала на свим, а посебно на вишим когнитивним нивоима на пост-тесту?

ИП3 Да ли ДЕ доприносе више него ТМ стицању квалитетнијих знања ученика трећег разреда о кретању и особинама материјала на свим, а посебно на вишим когнитивним нивоима на пост-тесту?

ИП4 Да ли УЕ доприносе више него ДЕ стицању квалитетнијих знања ученика трећег разреда о кретању и особинама материјала на свим, а посебно на вишим когнитивним нивоима на пост-тесту?

ИП5 Да ли примена ЛЕМ у односу на ТМ, и у којој мери, доприноси стицању трајнијих знања ученика трећег разреда о кретању и особинама материјала на свим, а посебно на вишим когнитивним нивоима (анализа, евалуација и синтеза) на ре-тесту?

ИП6 Да ли УЕ доприносе више него ТМ стицању трајнијих знања ученика трећег разреда о кретању и особинама материјала на свим, а посебно на вишим когнитивним нивоима на ре-тесту?

ИП7 Да ли ДЕ доприносе више него ТМ стицању трајнијих знања ученика трећег разреда о кретању и особинама материјала на свим, а посебно на вишим когнитивним нивоима на ре-тесту?

ИП8 Да ли УЕ доприносе више него ДЕ стицању трајнијих знања ученика трећег разреда о кретању и особинама материјала на свим, а посебно на вишим когнитивним нивоима на ре-тесту?

ИП9 Да ли ученици трећег разреда имају позитивно мишљење о доприносу примене ЛЕМ у стицању њихових знања о кретању и особинама материјала?

ИП10 Да ли ученици трећег разреда, који су самостално изводили експерименте (УЕ), имају позитивније мишљење од ученика којима су ти експерименти демонстрирани (ДЕ) о доприносу примене експеримената у стицању њихових знања о кретању и особинама материјала?

ИП11 Да ли постоји позитивна корелација између квалитета знања ученика о кретању и особинама материјала на пост-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ (УЕ и ДЕ) при стицању тих знања?

ИП12 Да ли постоји позитивна корелација између трајности знања ученика о кретању и особинама материјала на ре-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ (УЕ и ДЕ) при стицању тих знања?

3.3. Циљ истраживања

Из изнетог проблема, постављеног предмета и дефинисаних истраживачких питања, произилази главни циљ истраживања (ГЦ):

ГЦ1 Утврдити допринос примене ЛЕМ квалитету и трајности знања ученика трећег разреда о одабраним садржајима интегрисаних природних наука у односу на ТМ. Испитати мишљење ученика о доприносу примене ЛЕМ при стицању њихових знања о одабраним садржајима интегрисаних природних наука. Утврдити везу између квалитета и трајности знања ученика о одабраним садржајима интегрисаних природних наука и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ (УЕ и ДЕ) при стицању тих знања.

Да би се остварио главни циљ, неопходно је остварити потциљеве (ПЦ) који произилазе из њега:

ПЦ1 Утврдити разлику између доприноса примене УЕ и доприноса примене ТМ квалитету и трајности знања ученика трећег разреда о одабраним садржајима на свим, а посебно на вишим когнитивним нивоима;

ПЦ2 Утврдити разлику између доприноса примене ДЕ и доприноса примене ТМ квалитету и трајности знања ученика трећег разреда о одабраним садржајима на свим, а посебно на вишим когнитивним нивоима;

ПЦ3 Утврдити разлику између доприноса примене УЕ и доприноса примене ДЕ квалитету и трајности знања ученика трећег разреда о одабраним садржајима на свим, а посебно на вишим когнитивним нивоима;

ПЦ4 Утврдити сличности и разлике у мишљењима ученика који су самостално изводили експерименте и ученика којима су ти исти експерименти демонстрирани о доприносу примене ЛЕМ при стицању њихових знања о одабраним садржајима;

ПЦ5 Утврдити врсту корелације између квалитета и трајности знања ученика о одабраним садржајима и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ (УЕ и ДЕ) при стицању тих знања.

3.4. Задаци истраживања

Из постављених циљева произилазе следећи истраживачки задаци (ИЗ):

ИЗ1 Испитати и анализирати да ли постоји статистички значајна разлика у квалитету знања између ученика који су одабране садржаје интегрисаних природних наука учили уз примену УЕ (група Е1), ученика који су те садржаје учили уз примену ДЕ (група Е2) и ученика који су исте садржаје учили уз примену ТМ (група К) на свим, а посебно на вишим когнитивним нивоима, на основу резултата са пост-теста;

ИЗ2 Испитати и анализирати да ли постоји статистички значајна разлика у квалитету знања о одабраним садржајима (на свим, а посебно на вишим когнитивним нивоима) између ученика Е1 групе и К групе, на основу резултата са пост-теста;

ИЗ3 Испитати и анализирати да ли постоји статистички значајна разлика у квалитету знања о одабраним садржајима (на свим, а посебно на вишим когнитивним нивоима) између ученика Е2 групе и К групе, на основу резултата са пост-теста;

ИЗ4 Испитати и анализирати да ли постоји статистички значајна разлика у квалитету знања о одабраним садржајима (на свим, а посебно на вишим когнитивним нивоима) између ученика Е1 групе и Е2 групе, на основу резултата са пост-теста;

ИЗ5 Испитати и анализирати да ли постоји статистички значајна разлика у трајности знања о одабраним садржајима (на свим, а посебно на вишим когнитивним нивоима) између ученика Е1 групе, Е2 групе и К групе, на основу резултата са ре-теста;

ИЗ6 Испитати и анализирати да ли постоји статистички значајна разлика у трајности знања о одабраним садржајима (на свим, а посебно на вишим когнитивним нивоима) између ученика Е1 групе и К групе, на основу резултата са ре-теста;

ИЗ7 Испитати и анализирати да ли постоји статистички значајна разлика у трајности знања о одабраним садржајима (на свим, а посебно на вишим когнитивним нивоима) између ученика Е2 групе и К групе, на основу резултата са ре-теста;

ИЗ8 Испитати и анализирати да ли постоји статистички значајна разлика у трајности знања о одабраним садржајима (на свим, а посебно на вишим когнитивним нивоима) између ученика Е1 групе и Е2 групе, на основу резултата са ре-теста;

ИЗ9 Испитати и анализирати да ли постоји статистички значајна разлика у квалитету и трајности знања ученика унутар сваке групе (Е1, Е2 и К) о одабраним садржајима на сваком когнитивном нивоу (посебно на вишим) на пре-тесту, пост-тесту и ре-тесту;

ИЗ10 Испитати и анализирати мишљење ученика Е1 групе о доприносу примене експеримената при стицању њихових знања о одабраним садржајима;

ИЗ11 Испитати и анализирати мишљење ученика Е2 групе о доприносу примене експеримената при стицању њихових знања о одабраним садржајима;

ИЗ12 Испитати и анализирати да ли постоји статистички значајна разлика између мишљења ученика Е1 групе о доприносу примене експеримената при стицању њихових знања о одабраним садржајима, на основу упоредне анализе резултата са анкете реализоване пре увођења експерименталног фактора (пре-анкете) и са анкете реализоване после увођења експерименталног фактора (пост-анкете);

ИЗ13 Испитати и анализирати да ли постоји статистички значајна разлика између мишљења ученика Е2 групе о доприносу примене експеримената при стицању њихових знања о одабраним садржајима на основу упоредне анализе резултата са пре-анкете и пост-анкете;

ИЗ14 Испитати и анализирати да ли постоји статистички значајна разлика између мишљења ученика Е1 групе и Е2 групе о доприносу примене експеримената при стицању њихових знања о одабраним садржајима на основу упоредне анализе резултата са пре-анкете и пост-анкете;

ИЗ15 Испитати и анализирати да ли постоји позитивна корелација између квалитета знања ученика Е1 групе о одабраним садржајима на пост-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ (УЕ) при стицању тих знања (пост-анкета);

ИЗ16 Испитати и анализирати да ли постоји позитивна корелације између трајности знања ученика Е1 групе о одабраним садржајима на ре-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ (УЕ) при стицању тих знања (пост-анкета);

ИЗ17 Испитати и анализирати да ли постоји позитивна корелација између квалитета знања ученика Е2 групе о одабраним садржајима на пост-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ (ДЕ) при стицању тих знања (пост-анкета);

ИЗ18 Испитати и анализирати да ли постоји позитивна корелација између трајности знања ученика Е2 групе о одабраним садржајима на ре-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ (ДЕ) при стицању тих знања (пост-анкета).

3.5. Хипотезе истраживања

Из постављених задатака произилазе следеће хипотезе истраживања:

3.5.1. Нулта хипотеза

- **Х₀** Не постоје статистички значајне разлике између доприноса примене ЛЕМ и ТМ, као ни између доприноса примене УЕ и ДЕ у квалитету и трајности знања ученика трећег разреда о одабраним садржајима интегрисаних природних наука. Ученици немају позитивно мишљење о доприносу примене ЛЕМ при стицању њихових знања о одабраним садржајима интегрисаних природних наука. Не постоји позитивна корелација између квалитета и трајности знања ученика о одабраним садржајима интегрисаних природних наука и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ (УЕ и ДЕ) при стицању тих знања.

3.5.2. Алтернативне хипотезе

- **Х₁** Постоје статистички значајне разлике између доприноса примене ЛЕМ и доприноса примене ТМ у квалитету знања ученика трећег разреда о одабраним садржајима;
- **Х₂** Постоје статистички значајне разлике између доприноса примене ЛЕМ и доприноса примене ТМ у трајности знања ученика трећег разреда о одабраним садржајима
- **Х₃** Постоје статистички значајне разлике између доприноса примене УЕ и доприноса примене ДЕ у квалитету знања ученика трећег разреда о одабраним садржајима;

- **X4** Постоје статистички значајне разлике између доприноса примене УЕ и доприноса примене ДЕ у трајности знања ученика трећег разреда о одабраним садржајима;
- **X5** Ученици имају позитивно мишљење о доприносу примене ЛЕМ при стицању њихових знања о одабраним садржајима;
- **X6** Постоји позитивна корелација између квалитета знања ученика о одабраним садржајима и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ (УЕ и ДЕ) при стицању тих знања;
- **X7** Постоји позитивна корелација између трајности знања ученика о одабраним садржајима и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ (УЕ и ДЕ) при стицању тих знања.

3.5.2.1. *Алтернативне потхипотезе*

- **X1A** Постоји статистички значајна разлика у квалитету знања о одабраним садржајима на вишим когнитивним нивоима (анализа, евалуација и синтеза) између ученика Е1, Е2 и К групе на основу резултата на пост-тесту;
- **X1B** Постоји статистички значајна разлика у квалитету знања о одабраним садржајима на вишим когнитивним нивоима (анализа, евалуација и синтеза) између ученика Е1 и К групе на основу резултата на пост-тесту;
- **X1B** Постоји статистички значајна разлика у квалитету знања о одабраним садржајима на вишим когнитивним нивоима између ученика Е2 и К групе на основу резултата на пост-тесту;
- **X3A** Постоји статистички значајна разлика у квалитету знања о одабраним садржајима на вишим когнитивним нивоима (анализа, евалуација и синтеза) између ученика Е1 и Е2 групе на основу резултата на пост-тесту;
- **X2A** Постоји статистички значајна разлика у трајности знања о одабраним садржајима на вишим когнитивним нивоима (анализа, евалуација и синтеза) између ученика Е1, Е2 и К групе на основу резултата на ре-тесту;
- **X2B** Постоји статистички значајна разлика у трајности знања о одабраним садржајима на вишим когнитивним нивоима (анализа, евалуација и синтеза) између ученика Е1 и К групе на основу резултата на ре-тесту;
- **X2B** Постоји статистички значајна разлика у трајности знања о одабраним садржајима на вишим когнитивним нивоима (анализа, евалуација и синтеза) између ученика Е2 и К групе на основу резултата на ре-тесту;
- **X4A** Постоји статистички значајна разлика у трајности знања о одабраним садржајима на вишим когнитивним нивоима (анализа, евалуација и синтеза) између ученика Е1 и Е2 групе на основу резултата на ре-тесту;
- **X1Г** Постоји статистички значајна разлика у квалитету знања о одабраним садржајима између ученика у оквиру сваке групе (Е1, Е2 и К) на вишим

когнитивним нивоима (анализа, евалуација и синтеза) на пре-тесту, пост-тесту и ре-тесту;

- **X_{2Г}** Постоји статистички значајна разлика у трајности знања о одабраним садржајима између ученика у оквиру сваке групе (Е1, Е2 и К) на вишим когнитивним нивоима (анализа, евалуација и синтеза) на пре-тесту, пост-тесту и ре-тесту;
- **X_{5А}** Постоји статистички значајна разлика између мишљења ученика Е1 и Е2 групе о доприносу примене експеримената у стицању њихових знања о одабраним садржајима на пре-анкети;
- **X_{5Б}** Постоји статистички значајна разлика између мишљења ученика Е1 и Е2 групе о доприносу примене експеримената при стицању њихових знања о одабраним садржајима на пост-анкети;
- **X_{5В}** Постоји статистички значајна разлика између мишљења ученика Е1 групе о доприносу примене експеримената при стицању њихових знања о одабраним садржајима пре увођења експерименталног фактора (пре-анкете) и после увођења експерименталног фактора (пост-анкете);
- **X_{5Г}** Постоји статистички значајна разлика између мишљења ученика Е2 групе о доприносу примене експеримената при стицању њихових знања о одабраним садржајима пре увођења експерименталног фактора (пре-анкете) и после увођења експерименталног фактора (пост-анкете);
- **X_{5Д}** Постоји статистички значајна разлика између мишљења ученика Е1 и Е2 групе о доприносу примене експеримената при стицању њихових знања о одабраним садржајима пре увођења експерименталног фактора (пре-анкете) и после увођења експерименталног фактора (пост-анкете);
- **X_{6А}** Постоји позитивна корелације између квалитета знања ученика Е1 групе о одабраним садржајима на пост-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ (УЕ) при стицању тих знања на пост-анкети;
- **X_{7А}** Постоји позитивна корелације између трајности знања ученика Е1 групе о одабраним садржајима на ре-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ (УЕ) при стицању тих знања на пост-анкети;
- **X_{6Б}** Постоји позитивна корелација између квалитета знања ученика Е2 групе о одабраним садржајима на пост-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ (ДЕ) при стицању тих знања на пост-анкети;
- **X_{7Б}** Постоји позитивна корелација између трајности знања ученика Е2 групе о одабраним садржајима на ре-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ (ДЕ) при стицању тих знања на пост-анкети.

3.6. Варијабле истраживања

Основни подаци о варијаблама које су тестиране у овом истраживању приказани су у табели (Табела 2).

Табела 2 Варијабле истраживања

Зависне варијабле	<ul style="list-style-type: none">• постигнућа (квалитет и трајност знања) ученика трећег разреда о одабраним садржајима;• мишљење ученика трећег разреда о доприносу примене експеримената при стицању њихових знања о одабраним садржајима.
Независне варијабле	<ul style="list-style-type: none">• примена ЛЕМ (ДЕ и УЕ) и ТМ.

3.7. Методе, технике и инструменти истраживања

Методe: За потребе овог истраживања коришћен је комбиновани методолошки приступ, у оквиру ког су примењене: метода теоријске анализе, експериментална метода, дескриптивна (неекспериментална, емпиријска) метода и статистичка метода. *Метода теоријске анализе* користила се за проучавање: досадашње педагошке теорије о ЛЕМ, *Плана и програма наставе и учења* и наставног садржаја у уџбеницима за први, други и трећи разред; као и школског успеха ученика на крају другог разреда и из предмета *Свет око нас* на крају другог разреда. *Експериментална метода* примењена је по нацрту експеримента с паралелним групама. По овом нацрту организоване су две експерименталне (Е1 и Е2) и једна контролна група (К), с намером да се утврди узрочно-последична (каузална) повезаност између независне и зависних варијабли истраживања. *Дескриптивна или неекспериментална, емпиријска метода* користила се за прикупљање, сређивање, упоређивање, анализу и интерпретацију (опис) података о доприносу примене УЕ, ДЕ и ТМ квалитету и трајности знања ученика о одабраним садржајима, њиховог мишљења о стицању тих знања, као и корелацији између квалитета и трајности знања ученика о одабраним садржајима и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања у интегрисаним природним наукама.

Технике и инструменти: У истраживању су примењене следеће технике: анализа садржаја (рад на педагошкој документацији), тестирање и анкетање.

- *Анализа садржаја* – реализована је посредством инструмента педагошке документације, односно анализом: педагошке литературе (књига и чланака у часописима о ЛЕМ), персоналних докумената просветних радника (*План и програм наставе и учења* за први, други и трећи разред), уџбеничке домаће и стране литературе (методички уџбеници и приручници, уџбеници *Свет око нас* и *Природа*

и друштво) и интерних докумената школе (дневника – како би се утврдио успех ученика на крају другог разреда и из предмета *Свет око нас* на крају другог разреда).

- *Тестирање* – реализовано је посредством тестова провере знања. За потребе овог истраживања коришћени су: пре-тест, пост-тест и ре-тест. Тестови су креирани од стране истраживача (аутора ове докторске дисертације), јер у Републици Србији не постоје стандардизовани тестови којима се утврђује квалитет и трајност знања ученика трећег разреда на свим когнитивним нивоима о садржајима који су укључени у ово истраживање. Сваки тест садржао је 12 задатака отвореног типа, креираних на основу Андерсон–Кретвол–Блум таксономије (Anderson, Krathwohl, и Bloom, 2001), која представља ревидирану Блумову таксономију. Задаци на сваком тесту обликовани су преко шест когнитивних нивоа, уз праћење основне структуре за сваки ниво предложене у збирци: *Паметни тестови: Тестови направљени од стране наставника који помажу ученицима да науче* (Walker и Schmidt, 2004). Преко првих шест задатака на сваком тесту обухваћена су знања о садржајима о кретању, док су преко преосталих шест задатака обухваћена знања о садржајима о особинама материјала. За потребе овог истраживања састављен је један тест, јер су садржаји о кретању и особинама материјала повезани, и у већини уџбеника за трећи разред спојени у једну тематску целину. Целокупна структура програма планирана за реализацију у трећем разреду основне школе указује на континуитет између одабраних садржаја и усмерена је на појачано развијање знања код ученика. Иако су у питању интегрисани садржаји природних наука, програм сугерише да је потребно обезбедити додатну интеграцију, која се остварује кроз удруживање различитих садржаја природних наука, друге предмете и реално животно искуство. Запажање основних својстава природних објеката, појава и процеса, треба да буде стављено у контекст уочавања повезаности између њих, а то се најбоље остварује кроз додатну интеграцију градива удруживањем различитих садржаја природних наука (Раљић Жежељ, 2015). Сви тестови имали су исту спољашњу и унутрашњу структуру.

Спољашња структура задатака на тестовима – сваки тест садржао је задатке на шест когнитивних нивоа: знање, разумевање, примена, анализа, евалуација и синтеза.

Унутрашња структура задатака на тестовима – сваки когнитивни ниво: знање, разумевање, примена, анализа, евалуација и синтеза, на сваком тесту разликовао се по сложености задатка. Сложеност задатака расла је с порастом когнитивног нивоа. Нижи когнитивни нивои (знање, разумевање и примена) обухватили су задатке у оквиру којих су ученици требали да користе једноставније мисаоне операције, попут: именована, дефинисања, идентификовања,

класификовања, интерпретације, повезивања и слично, док су виши когнитивни нивои знања (анализа, евалуација и синтеза) обухватили задатке у оквиру којих су ученици требали да примењују сложеније мисаоне операције, попут издвајања, разврставања, аргументованог мишљења, критичког просуђивања, предвиђања, закључивања и слично. Сваки когнитивни ниво на сваком тесту испитан је посредством два задатка исте структуре (структура за одређени когнитивни ниво), али различитог садржаја (први задатак на одређеном когнитивном нивоу о садржајима о кретању, други задатак на истом том нивоу о садржајима о особинама материјала). Основни подаци о структури задатака на свим нивоима знања приказани су у табели (Табела 3).

Табела 3 Структура задатака на различитим когнитивним нивоима на пре-тесту, пост-тесту и ре-тесту

Когнитивни ниво	Тип задатака	Активности ученика
Знање	дефинисање основних појмова и обележавање цртежа	препознавање, подсећање, дефинисање, именовање...
Разумевање	прављење редоследа, цртање и попуњавање празних поља	идентификовање, показивање, разликовање, класификовање...
Примена	повезивање знања с личним искуством, примена знања ради промене постојаћег стања, употреба других извора информација, проналажење грешака	интерпретирање, показивање, повезивање...
Анализа	проналажење сличности и разлика, одређивање особина, разврставање и исказивање става	издвајање, категорисање, разврставање...
Евалуација	тумачење цртежа	аргументовање мишљења, бирање опције, оцењивање, критичко просуђивање, предвиђање могућих последица...
Синтеза	препознавање предности и мана, задаци типа „шта би било кад би било”... и закључивања	закључивање...

Пре-тестом су обухваћени садржаји о кретању и особинама материјала из претходних разреда (првог и другог), док су пост-тестом и ре-тестом обухваћени садржаји о кретању и особинама материјала из трећег разреда. Задаци на тестовима припремљени су у складу с постављеним циљевима и задацима предмета *Свет око*

нас и Природа и друштво, који су прописани *Планом и програмом наставе и учења*.

- *Пре-тест* – креиран је како би се испитала претходно стечена знања ученика о одабраним садржајима. Пре-тест је садржао задатке смишљене по узору на моделе аутора (Благданић, Ковачевић, и Јовић, 2016а, 2016б; Кукић и Аћимовић, 2016; Стокановић и Лукић, 2016; Тадијин, 2006; Животић, 2016) из различитих радних свезака за први и други разред из предмета *Свет око нас*. Поред наведеног, пре-тест је креиран с намером да обезбеди последњи критеријум за уједначавање група на основу упоредне анализе квалитета претходног знања ученика на свим когнитивним нивоима о одабраним садржајима. На основу резултата пре-теста, истраживач је стекао увид у то да ли су ученици усвојили основне појмове о кретању и особинама материјала у претходним разредима. Поновно активирање тих знања представља важан предуслов, односно неопходну основу за надоградњу, проширивање и усвајање нових знања о наведеним садржајима. Ученици су за потребе пре-теста поновили и присетили се претходно усвојеног знања о садржајима о кретању и особинама материјала и на тај начин су остварили неопходну припрему за даље учење.
- *Пост-тест и ре-тест* – пост-тест је креиран како би се испитала нова знања ученика о одабраним садржајима, стечена након реализације експерименталног фактора, а ре-тест је креиран како би се испитала трајност новостечених знања ученика о одабраним садржајима. Пост-тест и ре-тест садржали су задатке креиране по узору на моделе аутора (Анђелић, Ерић, и Вићентијевић, 2010; Благданић, Јовић, Ковачевић, и Петровић, 2016а, 2016б; Маринковић и Марковић, 2006, 2011; Матановић, Влаховић, Јоксимовић, и Ђурђевић, 2015; Мунитлак и Шикл Ерски, 2017; Ралић Жежељ, 2016) из наведених радних свезака за трећи разред из предмета *Природа и друштво*. На оба теста испитан је исти квалитет и квантитет знања ученика о кретању и особинама материјала.

Вредновање задатака – Приликом вредновања задатака на сваком тесту, примењено је правило да задаци на вишим когнитивним нивоима носе већи број бодова. Распоред бодова приказан је у табели (Табела 4).

Табела 4 Распоред бодова на пре-тесту, пост-тесту и ре-тесту

Когнитивни ниво	Задатак 1	Задатак 2	Тестови	Σ бодова на сваком тесту
Знање	1	1		
Разумевање	3	3		
Примена	5	5	пре-тест, пост-тест, ре-тест	72
Анализа	7	7		
Евалуација	9	9		
Синтеза	11	11		

* Како је сваки когнитивни ниво испитан са по два задатка, укупан број бодова на сваком тесту (пре-тест, пост-тест и ре-тест) износио је 72 бода

- *Анкетирање* – реализовано је посредством инструмента анкете. За потребе овог истраживања креиране су: пре-анкета и пост-анкете. Свака анкета садржала је 10 питања затвореног типа. Свако питање креирано је према скали *Ликертовог типа*, која се састоји од пет тврдњи (1. у потпуности се слажем, 2. делимично се слажем, 3. нисам сигуран/сигурна, 4. делимично се не слажем, 5. у потпуности се не слажем).

- *Пре-анкета* – Истим питањима испитано је мишљење ученика експерименталних група (Е1 и Е2) о начину стицања претходних знања о садржајима предмета *Свет око нас*, која су они усвојили у првом и другом разреду. Пре-анкетом се желело утврдити да ли су ученици знања из претходних разреда усвајали уз примену ЛЕМ (УЕ и ДЕ). Пре-анкета се састојала из три блока питања. Први блок анкете садржао је четири питања, којима се желела испитати примена ЛЕМ на часовима предмета *Свет око нас* у претходним разредима. Други блок анкете садржао је три питања, којима се желело утврдити да ли су ученици претходна знања усвајали уз примену УЕ, као и њихов утицај на разумевање, заинтересованост за изучавање садржаја предмета *Свет око нас* и активност. Трећи блок анкете садржао је три питања, којима се желело утврдити да ли су ученици претходна знања усвајали уз примену ДЕ, као и њихов утицај на разумевање, заинтересованост за изучавање садржаја предмета *Свет око нас* и активност. Основна структура пре-анкете приказана је у табели (Табела 5).

Табела 5 Основна структура пре-анкете

Блокови пост-анкети	Питања	Мишљење ученика
Пре-анкета		
Први блок	4	О претходној примени ЛЕМ
Други блок	3	О претходној примени УЕ
Трећи блок	3	О претходној примени ДЕ

- *Пост-анкете* – За потребе овог истраживања креиране су две пост-анкете, које су се разликовале само по питањима преко којих су ученици требали да искажу своје мишљење о доприносу примене врсте експеримената (оној која је примењена у њиховој групи, УЕ или ДЕ) при стицању њихових знања. Обе анкете су се састојале из три блока питања. Први блок анкете садржао је три питања, којим се желело утврдити мишљење ученика о њиховом разумевању садржаја, упутстава за рад и заинтересованости на часовима приликом примене УЕ у Е1 групи и ДЕ у Е2 групи. Други блок анкете садржао је пет питања, којима се желело утврдити мишљење ученика о кооперативности у раду приликом примене УЕ у Е1 групи и ДЕ у Е2 групи. Трећи блок анкете садржао је два питања, којима се желело утврдити мишљење ученика о њиховој активности на часу приликом примене УЕ у Е1 групи и ДЕ у Е2 групи. Основна структура Е1 пост-анкете и Е2 пост-анкете приказана је у табели (Табела 6).

Табела 6 Основна структура Е1 пост-анкете и Е2 пост-анкете

Блокови пост-анкети	Питања	Мишљење ученика
Е1 пост-анкета (УЕ)		
Први блок	3	О разумевању и заинтересованости при раду
Други блок	5	О кооперативности у раду
Трећи блок	2	О активности на часу
Е2 пост-анкета (ДЕ)		
Први блок	3	О разумевању и заинтересованости на часу
Други блок	5	О кооперативности у раду
Трећи блок	2	О активности на часу

3.8. Популација и узорак истраживања

Популацију овог истраживања чинили су ученици трећег разреда основних школа са територије општине Темерин (Аутономна Покрајина Војводина, Република Србија), школске 2017/2018 године. Истраживање је одобрено од стране руководиоца школе – директора, уз сагласност педагога, психолога и учитеља одабраних одељења. Из скупа популације одабран је подскуп, односно генерални узорак истраживања (који није заснован на теорији вероватноће) од 141 ученика ($N = 141$) трећег разреда просечне старости 9 – 10 година, из шест одељења три основне школе. Минимална величина узорка одређена је програмом Раософт, пратећи следеће вредности: $\text{margin of error} = 5\%$, $\text{confidence level} = 95\%$, $\text{population size} = 200$, $\text{response distribution} = 50\%$. На основу резултата овог програма, одређено је да је минимална величина узорка препоручена за ово истраживање $R = 132$. Коначна величина узорка одређена је на основу следећих критеријума: резултата

Раософт програма; претходних истраживања која су испитивала ефикасност примене ЛЕМ; броја ученика трећег разреда, који су желели добровољно да учествују у истраживању; као и општих препорука за величину узорка у образовним истраживањима (Cohen, Manion, и Morrison, 2008). Имајући у виду чињеницу да се у сваком одељењу налазило од 22 до 26 ученика, групе су формиране тако да у свакој буде 47 ученика, то јест поред свих наведених критеријума, испоштовао се и критеријум о бројчаној уједначености (у свакој групи $N = 47$). Одабрани узорак је пригодног карактера, односно одабрани су ученици који су истраживачу били на располагању. Основни подаци приказани су у табели (Табела 7).

Табела 7 Узорак истраживања

Назив школе	Место	N	Број одељења
Петар Кочић	Темерин	$23 + 22 + 21 = 66$	3
Славко Родић	Бачки Јарак	$26 + 25 = 51$	2
Данило Зеленовић	Сириг	24	1
Σ		141	6

Подаци о броју ученика у свакој групи (E1, E2 и K) приказани су у табели (Табела 8).

Табела 8 Број ученика унутар сваке групе

Група	N
K	47
E1	47
E2	47
Σ	141

Поред ових критеријума, тежило се да одабрана одељења имају приближне просечне оцене на крају другог разреда, просечне оцене из предмета *Свет око нас* на крају другог разреда, као и приближна знања о одабраним садржајима из првог и другог разреда (резултати са пре-теста).

Одабрани су ученици трећег разреда због тога што се садржаји о кретању и особинама материјала знатно усложњавају по структури и обиму у том разреду у односу на претходне године. Ученици трећег разреда већ поседују претходно стечена знања о кретању и особинама материјала, на која се надовезују и продубљују нови, сложенији садржаји о кретању и особинама материјала. Тако усложњени садржаји веома су погодни за примену, али и утврђивање доприноса примене методе која се испитује, јер пружају широке могућности за обликовање, усвајање и испитивање стечених знања помоћу различитих методичких приступа учењу (ЛЕМ у овом истраживању). Ученици трећег разреда требало би да имају развијеније експерименталне вештине за самостално изођење експеримената, али и

способности праћења и посматрања најважнијих појединости и одлика демонстрационих експеримената, бележења и закључивања на основу добијених резултата, у односу на ученике првог и другог разреда.

3.9. Организација и ток истраживања

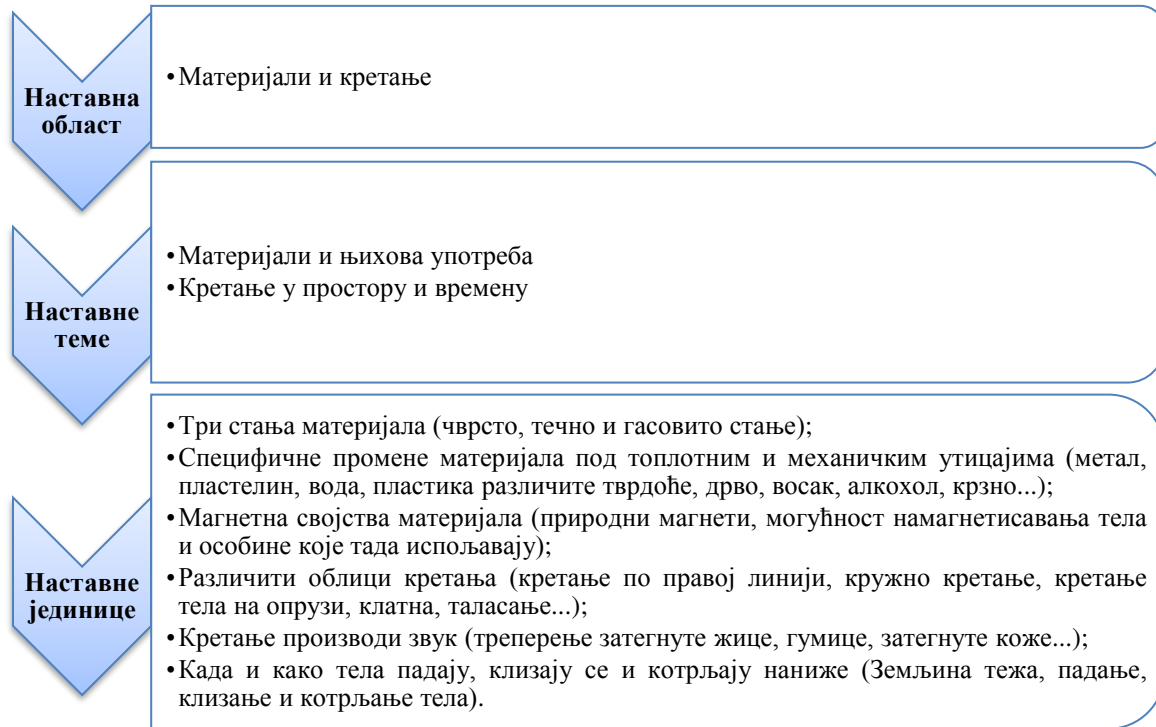
Истраживање је квазиексперименталног карактера и реализовано је школске 2017/2018. године (у периоду од четири месеца), кроз следећих једанаест фаза приказаних у табели (Табела 9). Фазе истраживања су описане испод табеле.

Табела 9 Дизајн истраживања

Фазе	Трајање	Структура фаза	Е1	Е2	К
1	3 недеље	Анализа документације и обликовање припрема	Анализа персоналних докумената просветних радника, интерних докумената школе и уџбеничко-методичке литературе		
2	1 школски час	Понављање претходних знања	Претходна знања о кретању и особинама материјала		
3	1 школски час	Пре-тест	Исти пре-тест		
4	1 недеља	Креирање група	Е1	Е2	К
5	1 школски час	Пре-анкета	Иста пре-анкета /		
6	4 недеље	Третмани	УЕ	ДЕ	ТМ
7	1 школски час	Понављање новог стеченог знања	Нова стечена знања о кретању и особинама материјала		
8	1 школски час	Пост-тест	Исти пост-тест		
9	1 школски час	Пост-анкета	Е1 пост-анкета	Е2 пост-анкета	/
10	1 школски час	Ре-тест	Исти ре-тест		
11	1 недеља	Упоредна анализа резултата	Упоредна анализа резултата ученика свиг група са свих тестова и анкети		

1. *Припремна (почетна) фаза.* У овој фази истраживања прво су анализирани персонални документи просветних радника – *План и програм наставе и учења* за први, други и трећи разред основне школе. Након тога приступило се анализи уџбеничко-методичке домаће и стране литературе – методичких уџбеника и приручника (*Методика интегрисаних природних наука*, Цвјетићанин, 2009, 2010, 2017б; *Наука у секундама за децу*, Potter, 1995; *Мали кућни огледи 1, 2, 3 и 4* –

Сенђански, 2001а, 2001б, 2007, 2015; и слично) и уџбеника *Свет око нас* за први и други разред, те књига из *Природе и друштва* за трећи разред. Ова анализа извршена је како би се одабрали најпогоднији садржаји за реализацију третмана, смислили нацрти за креирање наставних припрема те да би се одабрали експерименти који ће бити реализовани у оквиру експерименталних група. Након детаљне анализе уследила је практична припрема и обликовање наставних садржаја, који су приказани преко графикона (Графикон 1).



Графикон 1 Наставни садржаји

Након осмишљених наставних припрема за одабране садржаје (припреме за понављање претходних знања, обраду нових знања и понављање нових стечених знања), према циљевима и задацима који су прописани *Планом и програмом наставе и учења* за предмет *Свет око нас* (први и други разред) и *Природа и друштво* (трећи разред), креирани су прво пре-тест и пре-анкета (пре-анкета за ученике експерименталних група), а затим и пост-тест, пост-анкета (пост-анкета за ученике експерименталних група) и на крају – ре-тест. Затим су припремљени неопходна опрема и материјал за извођење одабраних експеримената и састављена су инструктивна упутства у виду наставних листића за ученике свих група. За сваку групу креирани су наставни листићи у складу с инструктивном методом која се планирала применити у тој групи (К група – ТМ, Е1 група – УЕ, Е2 група – ДЕ). У расположивим основним школама (школе које су истраживачу биле на располагању) одабрано је шест одељења ученика трећег разреда. У одабраним

школама извршена је анализа интерних докумената (дневника), како би се добили подаци о успеху ученика на крају другог разреда и конкретно из предмета *Свет око нас* на крају другог разреда. Наведени подаци су потом статистички обрађени, како би се утврдило да ли постоје статистички значајне разлике између прикупљених просечних оцена свих одељења. Тек након обезбеђивања овог, једног од основних критеријума о уједначености ученика свих одељења – према просечним оценама на крају другог разреда и просечним оценама из предмета *Свет око нас* на крају другог разреда – прешло се на наредну фазу истраживања.

2. *Фаза понављања претходно стечених знања.* На основу обликованих припрема са ученицима обављено је понављање претходно стечених знања о кретању и особинама материјала, које су они усвојили у претходним разредима (првом и другом). Поновљени наставни садржаји приказани су у табели (Табела 10).

Табела 10 Наставни садржај из првог и другог разреда из наставних тема кретање и особине материјала

Разред	Кретање	Материјали
I	Кретање свуда око нас (кретање на различите начине: трчи, шета, скаче, лети, плива...); Покретање и заустављање предмета: гура, вуче, подиже; Кретање у различитим срединама и по различитим подлогама (брзина и правац кретања); Утицај облика предмета на његово кретање – клизање и котрљање.	Материјали, њихова својства (тврдо–меко, провидно–непровидно, храпаво–глатко) и понашање у води (плива–тоне, растворљиво–нерастворљиво); Понашање материјала под различитим спољашњим механичким и топлотним утицајима: истезање, сабијање, савијање, увртање, промене при загревању и хлађењу; Својства материјала одређују њихову употребу и унапређују културу живљења.
II	Шта све утиче на брзину кретања тела (облик и величина тела, материјал од ког је начињено, подлога, средина, јачина деловања).	Исти материјал – различити производи, различити материјали за исти производ, комбиновање материјала; Разноврсност материјала (дрво, камен, метал, стакло, разне врсте пластике, гума, папир, картон, пластелин...); Основна својства материјала (тврдоћа, еластичност, пластичност...) и њихов значај за људску делатност; Понашање материјала под механичким утицајима;

Топлотна проводљивост и наелектрисање материјала;
Електрична проводљивост материјала (провера помоћу струјног кола с батеријом и малом сијалицом).

Понављањем претходно стечених знања о одабраним садржајима остварена је припрема ученика за иницијално тестирање.

3. *Фаза мерења почетног (иницијалног) стања.* У овој фази, предвиђеним материјалом у облику пре-теста проверена су претходно стечена знања ученика о одабраним садржајима. Ова фаза реализована је на једном часу, у периоду од 45 минута. Ученици свих одељења попунили су исти пре-тест. Након реализације пре-теста прикупљени су подаци, који су потом статистички обрађени. Тек након увида у статистички обрађене податке свих ученика и обезбеђивање једног од основних критеријума, оном о уједначености претходно стечених знања ученика свих одељења, прешло се на наредну фазу истраживања.

4. *Фаза креирања група.* На основу стеченог увида у прикупљене податке и статистичке резултате о уједначености ученика свих одељења према просечним оценама на крају другог разреда и из предмета *Свет око нас* на крају другог разреда, као и резултатима са пре-теста – формиране су три групе ученика: E1, E2 и K, које су и бројчано уједначене (E1 $N = 47$, E2 $N = 47$, K $N = 47$).

5. *Фаза утврђивања мишљења ученика експерименталних група пре увођења експерименталног фактора.* У овој фази ученицима експерименталних група (два одељења E1 и два одељења E2 групе) подељен је предвиђен материјал у облику пре-анкете, како би се утврдило њихово мишљење о начинима стицања претходних знања о природним појавама и процесима.

6. *Фаза реализације експерименталног фактора.* У овој фази, на основу предвиђеног материјала у облику припрема за обраду нових садржаја о кретању и особинама материјала, неопходне опреме за извођење експеримента и инструктивних листића за све ученике, реализоване су инструктивне методе у групама (K група – ТМ, E1 група – УЕ, E2 група – ДЕ). За потребе овог истраживања, уз примену ТМ, УЕ и ДЕ реализовани су наставни садржаји о кретању и особинама материјала, прописани *Планом и програмом наставе и учења Републике Србије за трећи разред основне школе*, приказани у оквиру табеле (Табела 11).

Табела 11 Наставни садржаји за трећи разред основне школе из наставних тема кретање и особине материјала

Разред	Кретање	Особине материјала
III	Различити облици кретања и њихове карактеристике: кретање по правој, кривој линији, кружно кретање, кретање тела по опрузи, кретање клатна, таласање, узрок настанка, периодично кретање; Када и како тела падају, клизају се и котрљају наниже; Кретање тела производи звук: извор звука, треперење тела, настанак звучних таласа, простирање таласа кроз различите средине, пријем звука (треперење затегнуте жице, гуме, затегнуте коже).	Три стања материјала: чврсто, течно, гасовито; разлике и сличности (облик, запремина, понашање, под механичким и топлотним утицајима); Специфичне промене материјала: повратне (испаривање, кондензовање, еластичност), неповратне (сагоревање, рђање); Магнетна својства материјала: природни магнети, полови магнета, могућност намагнетисавања и особине које тада испољавају.

Реализација третмана. У свим групама требало је да ученици у оквиру сваког часа усвоје исти квалитет и квантитет знања (једнак број појмова и слично). Третман у свакој групи подразумевао је реализацију одабраних садржаја на другачији начин: ученици Е1 групе усвајали су нова знања о одабраним садржајима уз примену експеримената које су самостално изводили; ученици Е2 групе усвајали су нова знања о одабраним садржајима уз примену експеримената које је демонстрирао истраживач (аутор ове докторске дисертације); и ученици К групе усвајали су иста та знања о одабраним садржајима уз примену традиционалног приступа учењу. У свим групама наставу је реализовао истраживач (аутор ове докторске дисертације). Ученици свих група учили су одабране садржаје уз примену:

- *групног облика рада* – мање хетерогене групе (четворо ученика у свакој), састављене од ученика различитих нивоа знања (добрим, просечним и лошим), али тако да све хетерогене групе буду приближно уједначене. Ученици свих група били су подељени у ове мање групе пре почетка реализације третмана, то јест пре почетка првог часа. Ове формиране групе нису се мењале до краја истраживања;
- *одговарајуће организације простора, неопходног извора знања за учење* – У свим групама, пре почетка реализације третмана, то јест пре првог часа, истраживач је опремио радни простор – редовне школске учионице одабраних одељења – потребним прибором и материјалом и формирао је одговарајући распоред столова како би се наведени садржаји реализовали на најбољи могући начин, уз понуђено инструктивно вођење на инструктивним

- листићима и предвиђене изворе знања у свакој групи посебно. У свим групама ученици су користили свој редовни школски уџбеник, који користе на часовима предмета *Природа и друштво*. Поред уџбеника, ученици експерименталних група, као основни извор знања користили су експерименте (УЕ у Е1 групи и ДЕ у Е2 групи). Пре почетка сваког часа прибор и материјал за реализацију експеримената био је припремљен и постављен на одговарајуће место у учионици: у оквиру Е1 групе – на сваком столу, сваке хетерогене групе; у оквиру Е2 групе – на столу који се налазио на челу ученичких клупа формираних у облику ћириличног слова П, тако да је сваки ученик могао да види демонстрирани експеримент;
- *инструктивних листића* – који су садржали прилагођене смернице за сваког ученика у свим групама. Ученици експерименталних група (Е1 и Е2) радили су уз инструктивни листић који је садржао упутства за извођење експеримената. Ови инструктивни листићи садржали су: увод у наставни садржај кроз истраживачки задатак, прибор и материјал за експерименте, истраживачка питања и поља за претпоставке, опис извођења експеримената, поља за запажања и питања на која је ученици требало да одговоре (после изведеног експеримента), поља за тестирање претпоставки и поље за закључак. Инструктивни листић за ученике К групе садржао је: увод у наставни садржај кроз истраживачки задатак (исти увод и истраживачки задатак као за Е1 и Е2 групу), поља за уношење запажања о сваком презентованом појму, питања (иста питања као у инструктивном листићу за Е1, односно Е2 групу) на која је ученици требало да одговоре (после сваког презентованог појма), и поље за закључак. Пре почетка сваког часа, истраживач (аутор ове докторске дисертације) је сваком ученику, сваке мање хетерогене групе у оквиру К, Е1 и Е2 групе доделио инструктивни листић.

Третман у групама

Одабрани експерименти. У оквиру овог истраживања одабрани су експерименти који се примењују у настави *Природе и друштва* у трећем разреду (Благданић и сар., 2016а, Кукић и Аћимовић, 2016, Маринковић и Марковић, 2006, Ралић-Жежељ, 2016). Реализовани експерименти приказани су у табели (Табела 12).

Табела 12 Списак реализованих експеримената у Е1 и Е2 групи

Наставни садржаји	Експерименти
Различити облици кретања	Експеримент 1: Траг на папиру – каква је путања по којој се тело креће? Експеримент 2: Скочица-лоптица – да ли нека тела понављају кретање? Експеримент 3: Таласање – како плеше канап, како плеше вода?
Падање, клизање и котрљање тела наниже	Експеримент 1: Шта ће брже доле – зашто тела падају наниже? Експеримент 2: Ко ће брже низбрдо – шта клиза, а шта се котрља наниже?
Кретање тела може да произведе звук	Експеримент 1: Шта могу наше гласне жице и гумица на посуди? Експеримент 2: Да ли звук може да се простире кроз дрво, воду и ваздух?
Три стања материјала	Експеримент 1: Истражимо о материјалима – шта је чврсто, шта је течно, а шта гасовито? Експеримент 2: Да ли заузимају простор, да ли имају сталан облик, да ли се могу држати у руци?
Повратне и неповратне промене материјала	Експеримент 1: Чуда с балоном – сад га видиш, сад га не видиш. Експеримент 2: Магија враћања у првобитни облик. Експеримент 3: Материјали који трајно губе нека своја својства.
Магнетна својства материјала	Експеримент 1: Магнетна привлачност – шта све магнет воли? Експеримент 2: Снага магнета – где је магнет најјачи? Експеримент 3: Да ли ми то можемо – направи свој магнет!

Пре реализације сваког часа (на којем су извођени експерименти) истраживач је у школском кабинету извео сваки експеримент, како би се уверио у његову валидност и поузданост. У обе групе (Е1 и Е2) на једном часу изведени су исти експерименти. У обе експерименталне групе ученика (Е1 и Е2), на сваком часу изведена су максимално три експеримента, уз поштовање принципа систематичности и поступности: од ближег ка даљем, од простијег ка сложенијем, од лакшег ка тежем, од познатог ка мање познатом – како би ученици на што приступачнији начин усвајали нова знања о одабраним садржајима уз примену експеримената. Експерименти који су коришћени за потребе овог истраживања испунили су одређене методичке критеријуме, то јест били су једноставни, безбедни за ученике, организовани за извођење са безбедним супстанцама (вода,

уље, шећер и слично), прилагођени менталним, когнитивним и физичким карактеристикама ученика. Одабрани експерименти, поред наведеног, били су и: *методски добри* – ученици су уз помоћ њих могли доћи до правилних закључака, то јест до јасних појмова; *методски исправни* – били су довољно разумљиви, прегледни и уверљиви за ученике; и *методски потребни* – омогућавали су ученицима неопходно расуђивање, размишљање и закључивање.

Експериментална група 1 (E1). На почетку часа истраживач је ученицима усменим путем објаснио да пре извођења експеримента треба пажљиво, у себи, да прочитају неколико пута упутства са инструктивног листића, а затим да један ученик из групе прочита упутства наглас. У оквиру сваке хетерогене групе ученици су доносили заједничке претпоставке, одговоре на свако истраживачко питање у оквиру инструктивног листића, односно договарали су се око начина заједничког рада. У истраживачким питањима (у зависности од броја експеримената на одређеном часу) која су се односила на знања што произилазе из изведеног експеримента, требало је да ученици прво напишу своје претпоставке о томе шта очекују да ће бити резултат експеримента. Тек након тога приступили би извођењу експеримената. После сваког изведеног експеримента, написаних запажања о експерименту и анализе резултата, ученици су доносили заједнички закључак, који је представљао одговор на питања која су се односила на тај експеримент. Након изведених свих експеримената, датих одговора на сва питања са инструктивног листића, ученици су се договарали о начину представљања својих резултата пред целим одељењем. Вођа сваке групе пажљиво је презентовао резултате рада своје групе, као и сам поступак доласка до њих, пред целим одељењем. Након излагања свих група истраживач је у одељењу покренуо дискусију међу ученицима, како би заједно донели исправне закључке (одговоре) на свако постављено питање са инструктивног листића. Истраживач је на табли записивао тачне одговоре на свако питање, а ученици су их бележили у своје свеске.

Експериментална група 2 (E2). На почетку часа истраживач је усменим путем ученицима објаснио како да посматрају експеримент и како да попуњавају инструктивни листић после демонстрације сваког експеримента. Сваки ученик требало је пажљиво у себи да прочита неколико пута упутства са инструктивног листића, а затим да један ученик из групе прочита упутства наглас. У оквиру сваке хетерогене групе ученици су доносили заједничке претпоставке, одговоре на свако истраживачко питање у оквиру инструктивног листића, односно договарали су се око начина заједничког рада. Требало је да прво напишу своје претпоставке о томе шта очекују да ће бити резултат експеримента који ће посматрати. Истраживач је, када се уверио да је свака хетерогена група написала претпоставке, приступио демонстрирању експеримента. Пре саме демонстрације, истраживач је објаснио ученицима који су прибор и материјал потребни за експеримент, уз подизање и показивање сваког предмета посебно и пажљиво описивање начина извођења

експеримента. После демонстрираног експеримента, требало је да ученици у групама напишу уочена запажања и да одговоре на питања везана за тај експеримент. Након демонстрираног сваког појединачног експеримента, написаних запажања о експерименту и анализе резултата експеримента, ученици су донели заједнички закључак, који је престављао одговор на питања која су се односила на тај експеримент. Истраживач је прелазео на демонстрирање следећег експеримента када би се уверио да су све хетерогене групе донеле заједнички закључак и дале одговоре на питања (што су се односила на демонстрирани експеримент). Након демонстрираних свих експеримената, датих одговора на сва питања са инструктивног листића, ученици у свакој хетерогеној групи договарали су се о начину представљања својих одговора пред целим одељењем. Вођа сваке групе презентовао је резултате рада своје групе пред целим одељењем, уз опис поступка доласка до њих. Након завршеног излагања, истраживач је покренуо дискусију међу ученицима како би заједно проверили написане и донели исправне закључке (одговоре) на сва постављена питања са инструктивног листића. Истраживач је на табли записивао тачне одговоре на свако питање, а ученици су их бележили у своје свеске.

Контролна група (К). На почетку часа истраживач је ученицима усмено објаснио да треба пажљиво да слушају и прате његово излагање о сваком појму (који на том часу уче), као и то како да попуњавају инструктивни листић. Затим је, уз фронтални начин рада, обрадио сваки појам посебно, пратећи материјал о наставној јединици из уџбеника. Након сваког обрађеног појма, ученици су у хетерогеним групама, уз договор, одговарали на истраживачка питања са инструктивног листића (на основу излагања истраживача и користећи материјал из уџбеника). Након датих одговора на сва питања са инструктивног листића и написаних закључака, вођа сваке групе презентовао је резултате рада своје групе (уз помоћ истраживача и уз технику питање–одговор). Истраживач је затим покренуо дискусију међу ученицима како би заједно проверили написане и донели исправне закључке (одговоре) на сва постављена питања са инструктивног листића. Истраживач је на табли записивао тачне одговоре на свако питање, а ученици су их бележили у своје свеске.

7. *Фаза понављања нових стечених знања.* У овој фази, на основу предвиђеног материјала у облику припрема за утврђивање знања, обављено је понављање свих новоусвојених знања о кретању и особинама материјала. Пажљиво су пређени сви појмови у оквиру свих наставних јединица, при чему се водило рачуна о сложености постављених питања, односно редоследу когнитивних нивоа. Поновљени су наставни садржаји приказани у табели (Табела 13).

Табела 13 Наставни садржај трећег разреда из наставне теме: кретање и особине материјала

Разред	Кретање	Материјали
III	Различити облици кретања и њихове карактеристике: кретање по правој, кривој линији, кружно кретање, кретање тела по опрузи, кретање клатна, таласање, узрок настанка, периодично кретање; Када и како тела падају, клизају се и котрљају наниже; Кретање тела производи звук: извор звука, треперење тела, настанак звучних таласа, простирање таласа кроз различите средине, пријем звука (треперење затегнуте жице, гуме, затегнуте коже).	Три стања материјала: чврсто, течно, гасовито, разлике и сличности (облик, запремина, понашање, под механичким и топлотним утицајима); Специфичне промене материјала: повратне (испаривање, кондензовање, еластичност), неповратне (сагоревање, рђање); Магнетна својства материјала: природни магнети, полови магнета, могућност намагнетисавања и особине које тада испољавају.

Понављањем новостечених знања о одабраним садржајима остварена је припрема ученика за финално тестирање.

8. *Фаза мерења завршног (финалног) стања.* У овој фази, на основу предвиђеног материјала у облику пост-теста, проверен је квалитет новостечених знања о одабраним садржајима. Фаза мерења новостечених знања реализована је на једном часу, у периоду од 45 минута. Ученици свих одељења попунили су исти пост-тест.

9. *Фаза утврђивања мишљења ученика експерименталних група након увођења експерименталног фактора.* У овој фази, ученицима експерименталне групе (два одељења Е1 и два одељења Е2 групе) подељен је предвиђен материјал у облику пост-анкете, како би се проверило њихово мишљење о доприносу примене УЕ (у Е1 групи) и ДЕ (у Е2 групи) при стицању нових знања о одабраним садржајима.

10. *Фаза мерења трајности знања.* У овој фази, ученицима свих одељења подељен је предвиђен материјал у облику ре-теста, како би се утврдила трајност новостечених знања о одабраним садржајима. Фаза мерења трајности новостечених знања реализована је на једном часу, у периоду од 45 минута. Ученици свих одељења попунили су исти ре-тест.

11. *Завршна фаза истраживања.* У овој фази истраживања извршени су упоређивање и анализа стања зависних варијабли пре увођења експерименталног фактора и након његовог увођења, на основу резултата ученика свих група са пре-теста, пост-теста, ре-теста (на свим когнитивним нивоима), пре-анкете и пост-анкете. Поред наведеног, утврђена је и врста повезаности између зависних

варијабли истраживања (квалитета и трајности знања ученика о одабраним садржајима и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ при стицању тих знања) на основу резултата са пост-теста, ре-теста и пост-анкете.

3.10. Статистичке методе истраживања

За потребе овог истраживања у циљу статистичке обраде и анализе прикупљених података коришћен је *Статистички пакет за друштвене науке (SPSS)* верзија 23. Минимална количина узорка, потреба за ово истраживање израчуната је помоћу *Раософт програма*. Валидност и евалуација тестова знања (пре-теста, пост-теста и ре-теста) и анкета (пре-анкете и пост-анкете) извршена је усклађивањем питања са задацима истраживања, као и провером и потврдом од стране неколико методичара природних наука, стручњака за ову област, и неколико учитеља са радним стажом преко 10 година. Релијабилност тестова и унутрашња поузданост анкета утврђена је уз примену *Кромбах алфа коефицијента*. Спољашња релијабилност анкета одређена је *Факторском анализом главних компоненти са квартимакс ротацијом*. *Једнофакторска анализа варијансе* примењена је како би се утврдило да ли постоје разлике између просечних оцена ученика на крају другог разреда, просечних оцена из предмета *Свет око нас* на крају другог разреда и претходних знања о одабраним садржајима ученика свих група (Е1, Е2 и К) на пре-тесту. Анализа квалитета и трајности нових знања ученика о одабраним садржајима, која су стечена применом УЕ, ДЕ и ТМ, добијена је израчунавањем и упоређивањем средњих вредности и броја бодова ученика остварених на пост-тесту и ре-тесту на сваком когнитивном нивоу. Како би се упоредиле (процениле) разлике између знања ученика о одбраним садржајима свих група (Е1, Е2 и К) на пост-тесту и ре-тесту, примењена је *Једнофакторска анализа варијансе*. Како би се утврдила уједначеност у знању ученика о одабраним садржајима сваке групе посебно и свих група међусобно на пост-тесту и ре-тесту, примењен је *Коефицијент варијације (CV)*. Ради утврђивања ефикасности свих метода и одређења најефикасније (УЕ, ДЕ и ТМ) поређењем знања ученика сваке две групе о одабраним садржајима на пре-тесту, пост-тесту и ре-тесту, коришћен је *Шефе пост-хок тест*. *Анализа варијансе поновљених мерења* и *Вилкоксонов тест* коришћени су за утврђивање разлике између знања ученика са пре-теста и пост-теста, пост-теста и ре-теста и пре-теста и ре-теста у оквиру сваке групе. У циљу провере да ли је скуп података са анкета погодан за факторску анализу, израчунат је *Каусер Мајер Олкинов тест* адекватности узорка (КМО) и *Барлетов тест сферичности*. Уз примену и поштовање *Гутман–Кајсеровог критеријума*, одабрана је карактеристична факторска структура за анкете. Разлике између мишљења ученика Е1 и Е2 групе о доприносу примене ЛЕМ при стицању њихових знања о одабраним садржајима на пре-анкети и пост-анкети, утврђене су израчунавањем *независног t-теста*. *Анализа варијансе поновљених мерења* и

*Вилкоксон*ов тест коришћени су за утврђивање разлике између мишљења ученика Е1 и Е2 групе о доприносу примене ЛЕМ при стицању њихових знања о одабраним садржајима на пре-анкети и пост-анкети. Како би се утврдила корелација између знања ученика Е1 и Е2 групе о одабраним садржајима на пост-тесту и ре-тесту, уопштено и на сваком когнитивном нивоу, те њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ при стицању тих знања на пост-анкети, примењен је *Спирманов* коефицијент корелације.

4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

4.1. Поузданост тестова

Поузданост сваког теста утврђена је путем *Кромбах алфа коефицијента*. Резултати *Кромбах алфа коефицијента* приказани у табели (Табела 14), указују на добру поузданост сва три теста, која су коришћена за потребе овог истраживања, јер α коефицијент није испод вредности .700. Вредност *Кромбах алфа коефицијента* за пре-тест износи $\alpha = .740$; за пост-тест $\alpha = .867$, и за ре-тест $\alpha = .811$.

Табела 14 Вредности *Кромбах алфа коефицијента* за сваки тест

Кромбах алфа коефицијент		
Пре-тест	Пост-тест	Ре-тест
.740	.867	.811

* Идеалне вредности за *Кромбах алфа коефицијент* се крећу од .700 (Clark и Watson, 1995; Pallant, 2009)

4.2. Уједначеност група

Уједначеност група утврђена је путем *Једнофакторске анализе варијансе* упоређивањем просечних оцена ученика (ПО) на крају другог разреда (ПОДР), просечних оцена ученика из предмета *Свет око нас* на крају другог разреда (ПОСОН) и њихових резултата са пре-теста.

Резултати приказани у табели (Табела 15), показују да ученици све три групе имају приближно једнаке просечне оцене на крају другог разреда и из предмета *Свет око нас* на крају другог разреда. Како су сваку групу ученика чинила два одељења, у табели (Табела 15) приказане су просечне вредности на крају другог разреда и из предмета *Свет око нас* на крају другог разреда за свако одељење унутар сваке групе ученика.

Табела 15 Просечне оцене ученика све три групе на крају другог разреда и из предмета *Свет око нас* на крају другог разреда

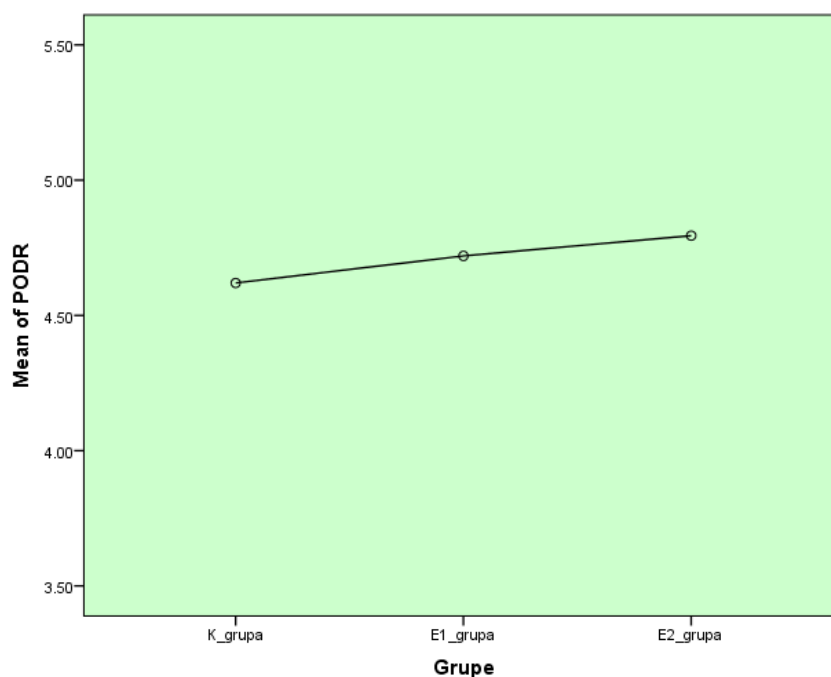
ПО	К		Е1		Е2	
ПОДР	4,71	4,53	4,77	4,67	4,87	4,72
ПОСОН	4,65	4,31	4,66	4,20	4,73	4,63

Резултати *Једнофакторске анализе варијансе*, приказани у табели (Табела 16), показали су да не постоји статистички значајна разлика између просечних оцена ученика К, Е1 и Е2 групе на крају другог разреда ($F(2,3) = 1.425, p = .367, p > .05$).

Табела 16 Разлике између просечних оцена ученика све три групе на крају другог разреда - *Једнофакторска анализа варијансе*

Дескриптивна статистика					АНОВА				
ПО	Групе	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SE</i>	Групе	Сума квадрата	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
	К	4.620	.127	.090	Између група	.031	2		
ПОДР	Е1	4.720	.071	.050	Унутар група	.032	3	.425	.367
	Е2	4.795	.106	.075	Укупно	.063	5		

Резултати приказани преко графикана (Графикон 2), показују да су просечне оцене ученика свих група на крају другог разреда приближно једнаке.



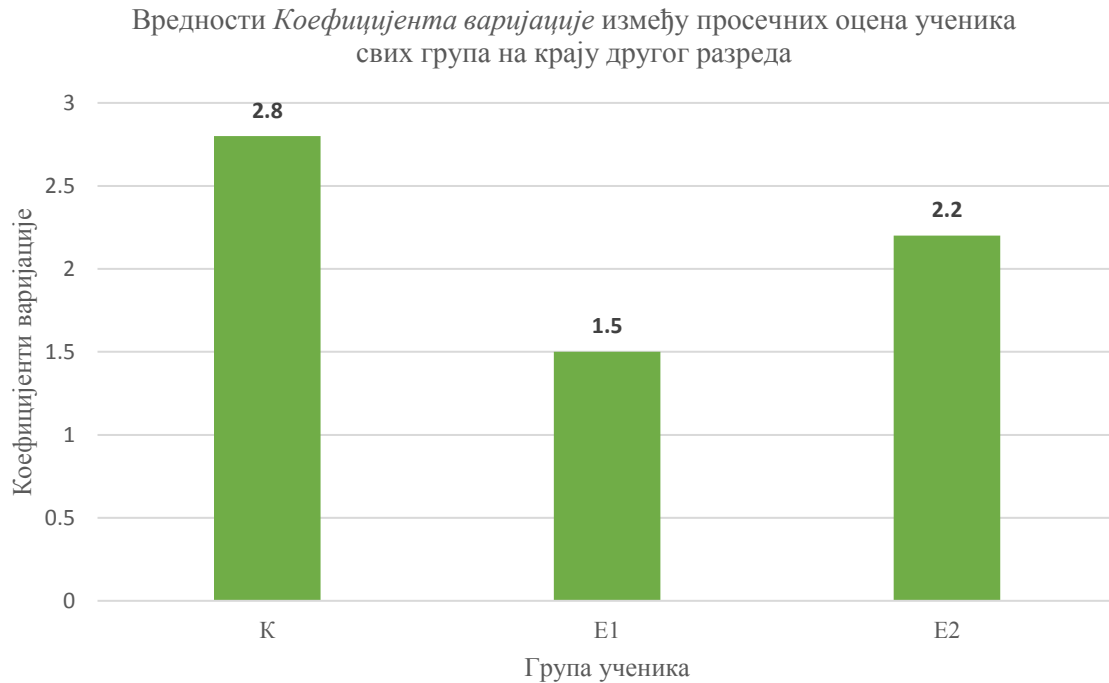
Графикон 2 Разлике између просечних оцена ученика све три групе на крају другог разреда

Варијације између просечних оцена ученика свих група на крају другог разреда, утврђене су уз примену *Коефицијента варијације*.

Резултати *Коефицијента варијације*, приказани у табели (Табела 17) и графикону (Графикон 3), показали су уједначене вредности, односно то да су ученици свих група имали приближно једнаке просечне оцене на крају другог разреда.

Табела 17 Вредности *Коефицијента варијације* између просечних оцена на крају другог разреда ученика свих група

Коефицијент варијације (%)			
Група	К	Е1	Е2
ПОДР	2.8	1.5	2.2



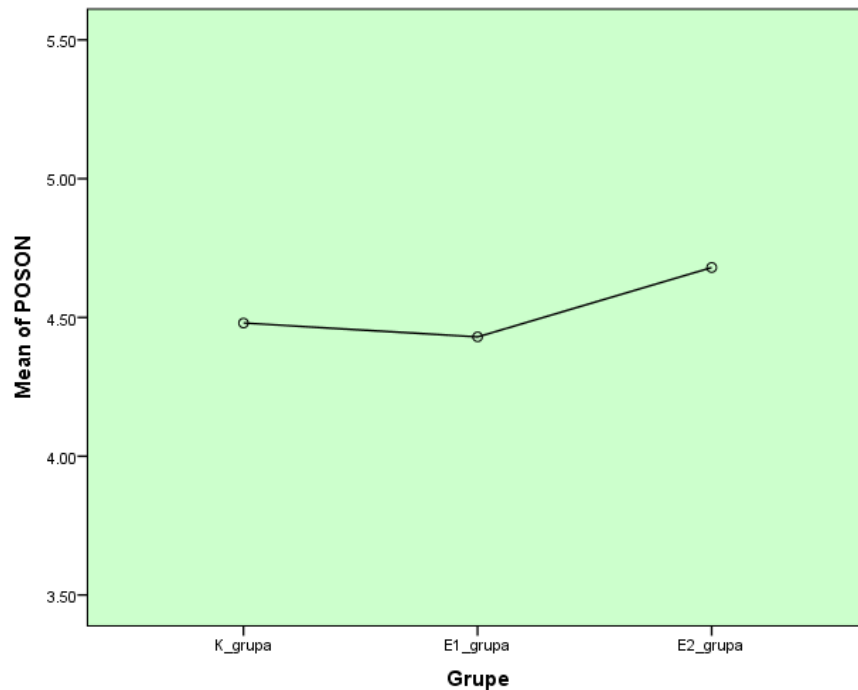
Графикон 3 Вредности *Коефицијента варијације* између просечних оцена ученика на крају другог разреда ученика К, Е1 и Е2 групе

Резултати *Једнофакторске анализе варијансе*, приказани у табели (Табела 18), показали су да не постоји статистички значајна разлика између просечних оцена ученика К, Е1 и Е2 групе из предмета *Свет око нас* на крају другог разреда ($F(2,3) = .623, p = .594, p > .05$).

Табела 18 Разлике између просечних оцена ученика све три групе на крају другог разреда из предмета *Свет око нас* - *Једнофакторска анализа варијансе*

Дескриптивна статистика					АНОВА				
ПО	Групе	M	SD	SE	Групе	Сума квадрата	df	F	p
	К	4.480	.240	.170	Између група Унутар група Укупно	.070	2	.623	.594
ПОСОН	Е1	4.430	.325	.230		.169	3		
	Е2	4.680	.071	.050		.239	5		

Резултати приказани преко графикана (Графикон 4), показују да су просечне оцене ученика свих група из предмета *Свет око нас* на крају другог разреда приближно једнаке.



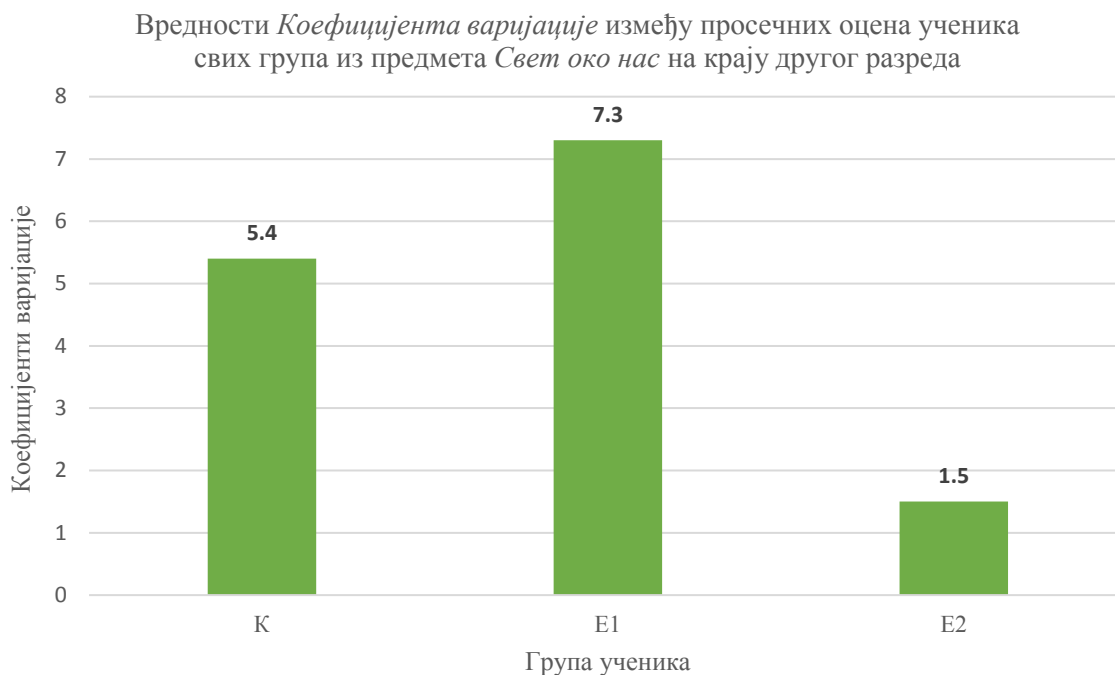
Графикон 4 Разлике између просечних оцена ученика све три групе из предмета *Свет око нас* на крају другог разреда

Варијације између просечних оцена ученика свих група из предмета *Свет око нас* на крају другог разреда утврђене су уз примену *Коефицијента варијације*.

Резултати *Коефицијента варијације*, приказани у табели (Табела 19) и графикону (Графикон 5), показали су уједначене вредности, односно то да су ученици свих група имали приближно једнаке просечне оцене из предмета *Свет око нас* на крају другог разреда.

Табела 19 Вредности *Коефицијента варијације* између просечних оцена из предмета *Свет око нас* на крају другог разреда ученика свих група

Коефицијент варијације (%)			
Група	К	Е1	Е2
ПОСОН	5.4	7.3	1.5



Графикон 5 Вредности *Коефицијента варијације* између просечних оцена ученика из предмета *Свет око нас* на крају другог разреда ученика К, Е1 и Е2 групе

4.3. Анализа знања ученика

4.3.1. Разлике у знању ученика на основу укупног броја остварених бодова на пре-тесту, пост-тесту и ре-тесту

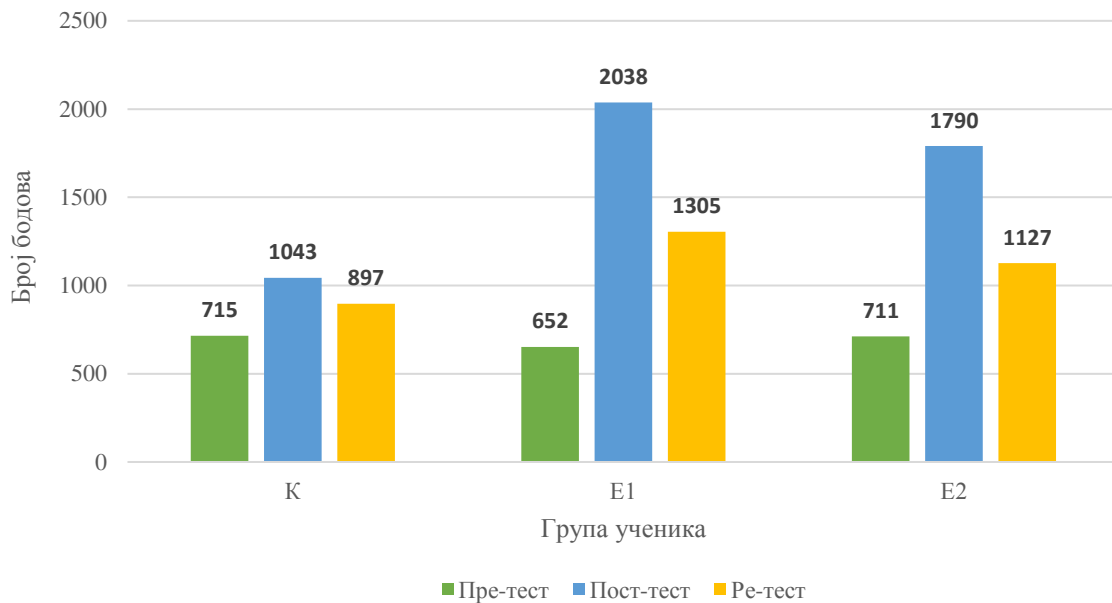
Разлике између остварених резултата ученика К, Е1 и Е2 групе на пре-тесту, пост-тесту и ре-тесту утврђене су путем упоређивања укупног броја остварених бодова ученика сваке групе на сваком тесту посебно.

Резултати приказани у табели (Табела 20) и графикону (Графикон 6), показују да су ученици све три групе на пре-тесту остварили најмањи број бодова. Нешто боље резултате су остварили на ре-тесту, а најбоље на пост-тесту.

Табела 20 Укупан број бодова ученика свих група (К, Е1 и Е2) на пре-тесту, пост-тесту и ре-тесту

Групе	Пре-тест	Пост-тест	Ре-тест
К	715	1043	897
Е1	652	2038	1305
Е2	711	1790	1127

Укупан број бодова ученика свих група на свим тестовима



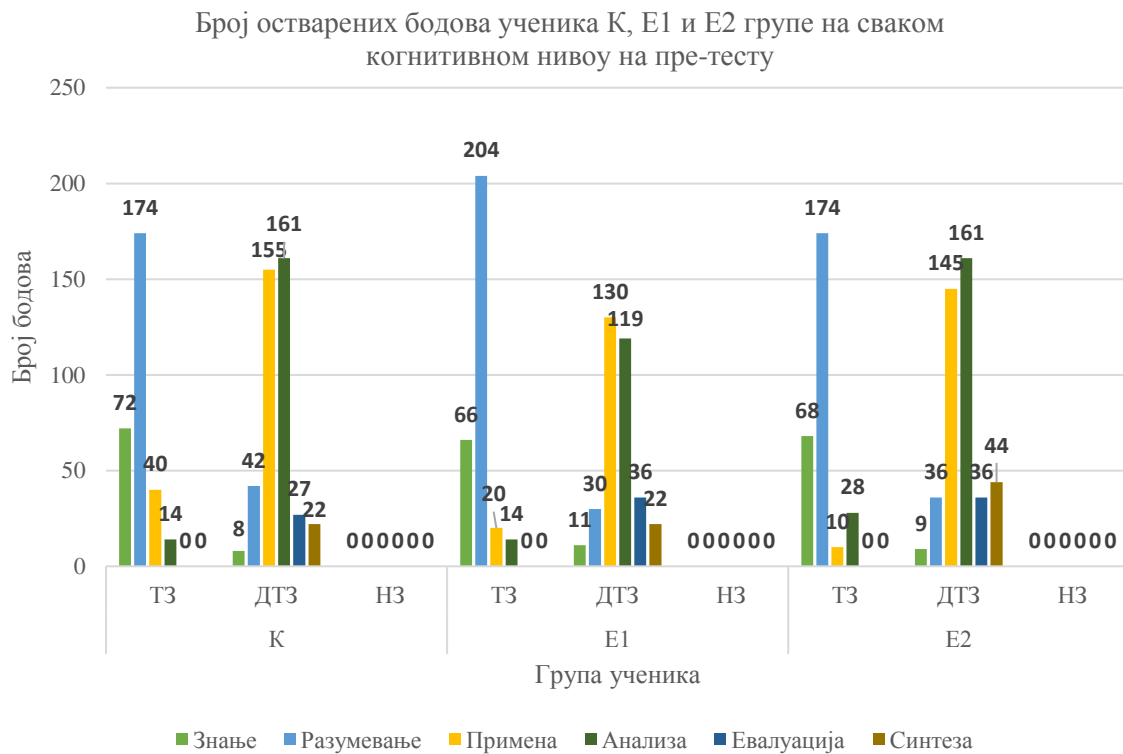
Графикон 6 Укупан број остварених бодова ученика К, Е1 и Е2 групе на пре-тесту, пост-тесту и ре-тесту

Резултати приказани у табели (Табела 21) и графикону (Графикон 7 и Графикон 8), показују да су ученици К групе остварили највећи број бодова на пре-тесту, затим ученици Е2 групе и на крају ученици Е1 групе. На основу ових података, одабрана одељења распоређена су у одређене групе. Одељења са највећим бројем бодова на пре-тесту формирана су као К група, одељења са нешто мањим бројем бодова на пре-тесту формирана су као Е2 група и одељења са најмањим бројем бодова формирана су као Е1 група.

Табела 21 Разлике у броју остварених бодова ученика К, Е1 и Е2 групе на пре-тесту на сваком когнитивном нивоу

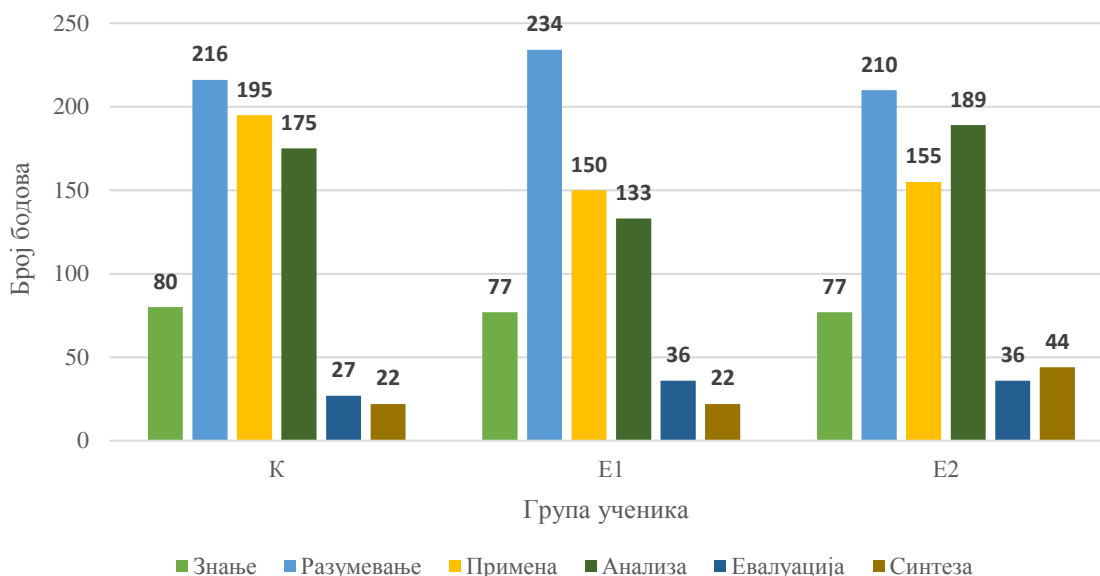
Пре-тест		К			Е1			Е2		
Когнитивни ниво		ТЗ	ДТЗ	НЗ	ТЗ	ДТЗ	НЗ	ТЗ	ДТЗ	НЗ
Знање	<i>N</i>	36	8	3	33	11	3	34	9	4
	Σ	72	8	0	66	11	0	68	9	0
Разумевање	<i>N</i>	29	14	4	34	10	3	29	12	6
	Σ	174	42	0	204	30	0	174	36	0
Примена	<i>N</i>	4	31	12	2	26	19	1	29	17
	Σ	40	155	0	20	130	0	10	145	0
Анализа	<i>N</i>	1	23	23	1	17	29	2	23	22
	Σ	14	161	0	14	119	0	28	161	0
Евалуација	<i>N</i>	0	3	44	0	4	43	0	4	43
	Σ	0	27	0	0	36	0	0	36	0
Синтеза	<i>N</i>	0	2	45	0	2	45	0	4	43
	Σ	0	22	0	0	22	0	0	44	0
Укупно	<i>N</i>	47			47			47		
	Σ	715			652			711		

* ТЗ – тачна оба задатка на когнитивном нивоу, ДТЗ – тачан један задатак на когнитивном нивоу, НЗ – нетачна оба задатка на когнитивном нивоу



Графикон 7 Разлике у броју остварених бодова ученика К, Е1 и Е2 групе на пре-тесту на сваком когнитивном нивоу

Укупан број остварених бодова ученика К, Е1 и Е2 групе на пре-тесту

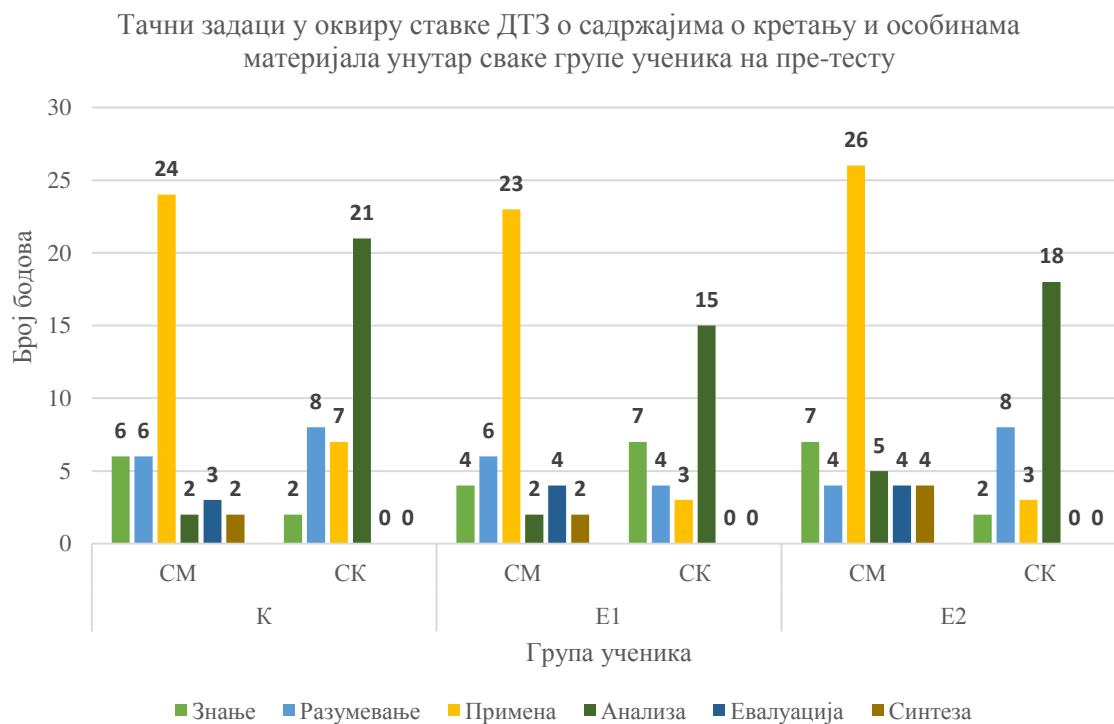


Графикон 8 Укупан број бодова ученика К, Е1 и Е2 групе на сваком когнитивном нивоу на пре-тесту

У оквиру ставке ДТЗ (тачан један задатак на когнитивном нивоу), разврстани су тачни задаци по садржајима на пре-тесту: СМ – садржаји о особинама материјала, СК – садржаји о кретању, у оквиру сваке групе ученика, и приказани су у табели (Табела 22) и графикону (Графикон 9).

Табела 22 Тачни задаци у оквиру ставке ДТЗ о кретању и особинама материјала унутар сваке групе на пре-тесту

Пре-тест	К		Е1		Е2	
	СМ	СК	СМ	СК	СМ	СК
Знање	6	2	4	7	7	2
Разумевање	6	8	6	4	4	8
Примена	24	7	23	3	26	3
Анализа	2	21	2	15	5	18
Евалуација	3	0	4	0	4	0
Синтеза	2	0	2	0	4	0



Графикон 9 Тачни задаци у оквиру ставке ДТЗ о садржајима о кретању и особинама материјала унутар К, Е1 и Е2 групе ученика на пре-тесту

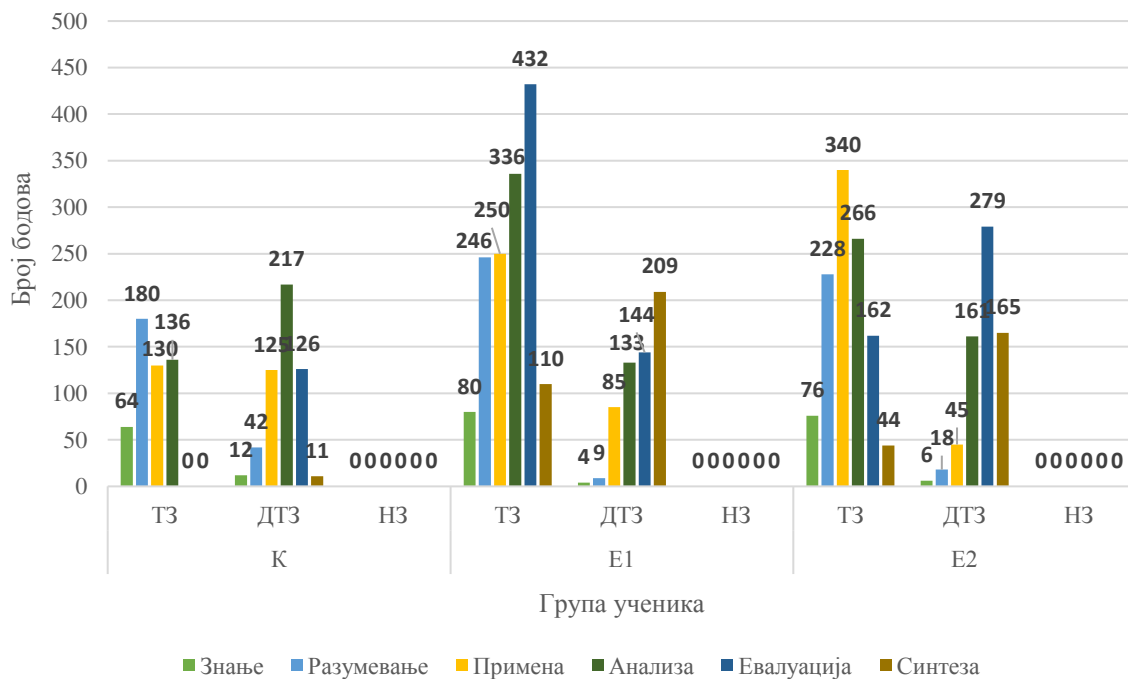
Укупан број остварених бодова ученика свих група на пост-тесту, који су приказани у табели (Табела 23) и графикону (Графикон 10 и Графикон 11), показује резултате обрнутог редоследа, односно највећи број бодова остварили су ученици Е1 групе, затим ученици Е2 групе и на крају ученици К групе.

Табела 23 Разлике у броју остварених бодова између ученика К, Е1 и Е2 групе на пост-тесту на сваком когнитивном нивоу

Пост-тест		К			Е1			Е2		
Когнитивни ниво		ТЗ	ДТЗ	НЗ	ТЗ	ДТЗ	НЗ	ТЗ	ДТЗ	НЗ
Знање	<i>N</i>	32	12	3	40	4	3	38	6	3
	Σ	64	12	0	80	4	0	76	6	0
Разумевање	<i>N</i>	30	14	3	41	3	3	38	6	3
	Σ	180	42	0	246	9	0	228	18	0
Примена	<i>N</i>	13	25	9	25	17	5	34	9	4
	Σ	130	125	0	250	85	0	340	45	0
Анализа	<i>N</i>	8	31	8	24	19	4	19	23	5
	Σ	136	217	0	336	133	0	266	161	0
Евалуација	<i>N</i>	0	14	33	24	16	7	9	31	7
	Σ	0	126	0	432	144	0	162	279	0
Синтеза	<i>N</i>	0	1	46	5	19	23	2	15	30
	Σ	0	11	0	110	209	0	44	165	0
Укупно	<i>N</i>		47			47			47	
	Σ		1043			2038			1790	

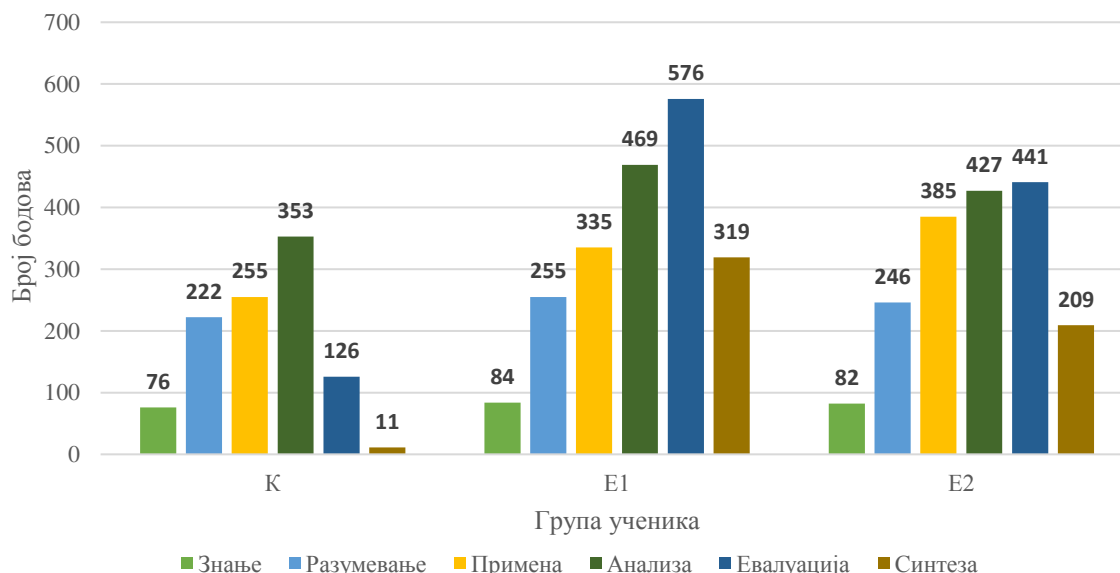
* ТЗ – тачна оба задатка на когнитивном нивоу, ДТЗ – тачан један задатак на когнитивном нивоу, НЗ – нетачна оба задатка на когнитивном нивоу

Број остварених бодова ученика К, Е1 и Е2 групе на сваком когнитивном нивоу на пост-тесту



Графикон 10 Разлике у броју остварених бодова између ученика К, Е1 и Е2 групе на пост-тесту на сваком когнитивном нивоу

Укупан број остварених бодова ученика К, Е1 и Е2 групе на сваком когнитивном нивоу на пост-тесту



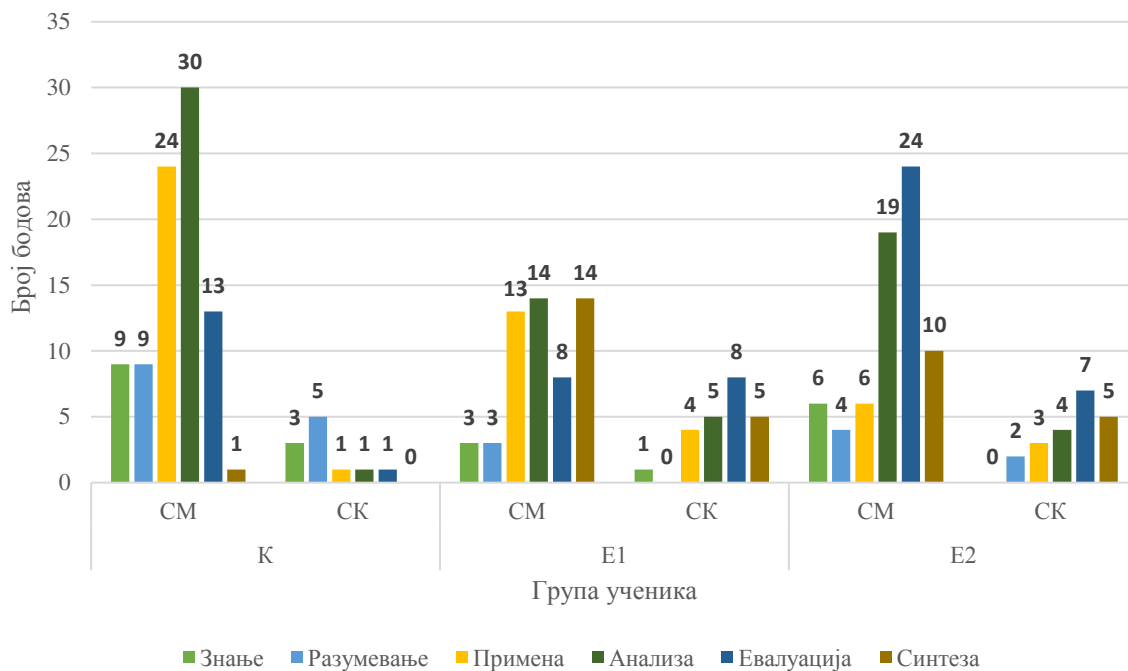
Графикон 11 Укупан број бодова ученика К, Е1 и Е2 групе на сваком когнитивном нивоу на пост-тесту

У оквиру ставке ДТЗ (тачан један задатак на когнитивном нивоу), разврстани су тачни задаци по садржајима на пост-тесту: СМ – садржаји о особинама материјала, СК – садржаји о кретању, у оквиру сваке групе ученика, и приказани су у табели (Табела 24) и графикону (Графикон 12).

Табела 24 Тачни задаци у оквиру ставке ДТЗ о кретању и особинама материјала унутар сваке групе на пост-тесту

Пост-тест	К		Е1		Е2	
	СМ	СК	СМ	СК	СМ	СК
ДТЗ						
Знање	9	3	3	1	6	0
Разумевање	9	5	3	0	4	2
Примена	24	1	13	4	6	3
Анализа	30	1	14	5	19	4
Евалуација	13	1	8	8	24	7
Синтеза	1	0	14	5	10	5

Тачни задаци у оквиру ставке ДТЗ о садржајима о кретању и особинама материјала унутар сваке групе ученика на пост-тесту



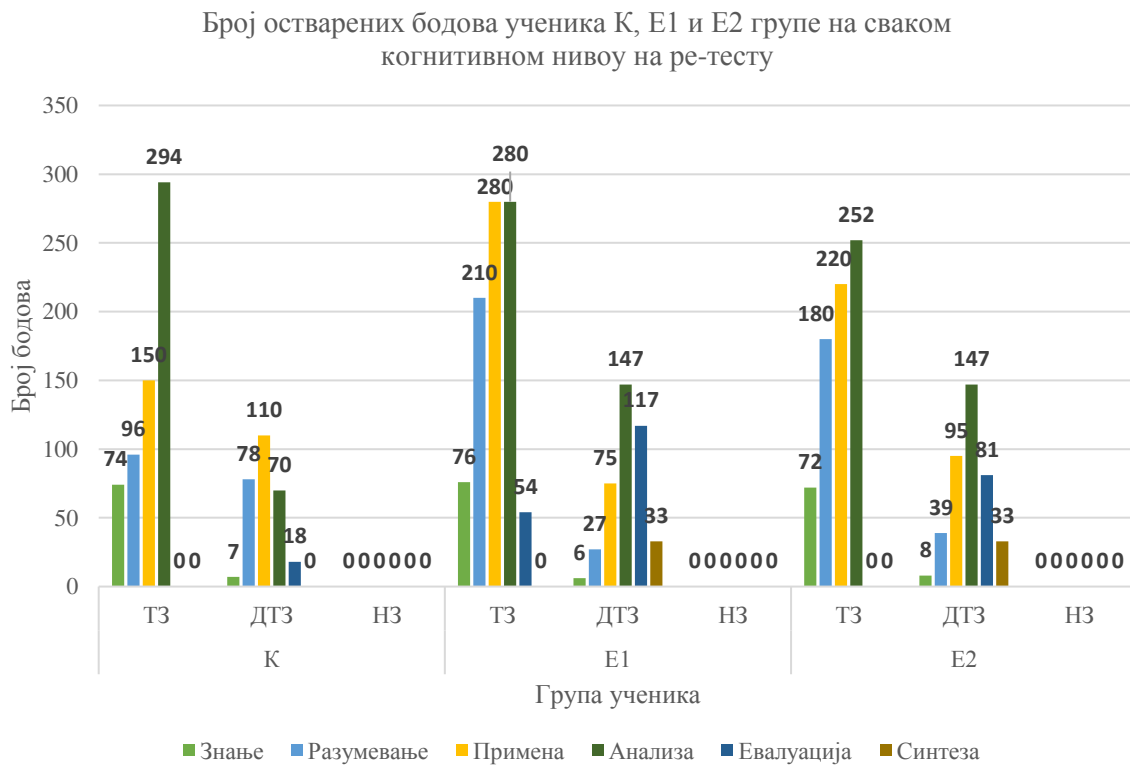
Графикон 12 Тачни задаци у оквиру ставке ДТЗ о садржајима о кретању и особинама материјала унутар К, Е1 и Е2 групе ученика на пост-тесту

Укупан број бодова, који су ученици остварили на ре-тесту на сваком когнитивном нивоу, приказан у табели (Табела 25) и графикону (Графикон 13 и Графикон 14), прати овај редослед група, али са знатно нижим бројем остварених бодова ученика свих група.

Табела 25 Разлике у броју остварених бодова између ученика К, Е1 и Е2 групе на ре-тесту на сваком когнитивном нивоу

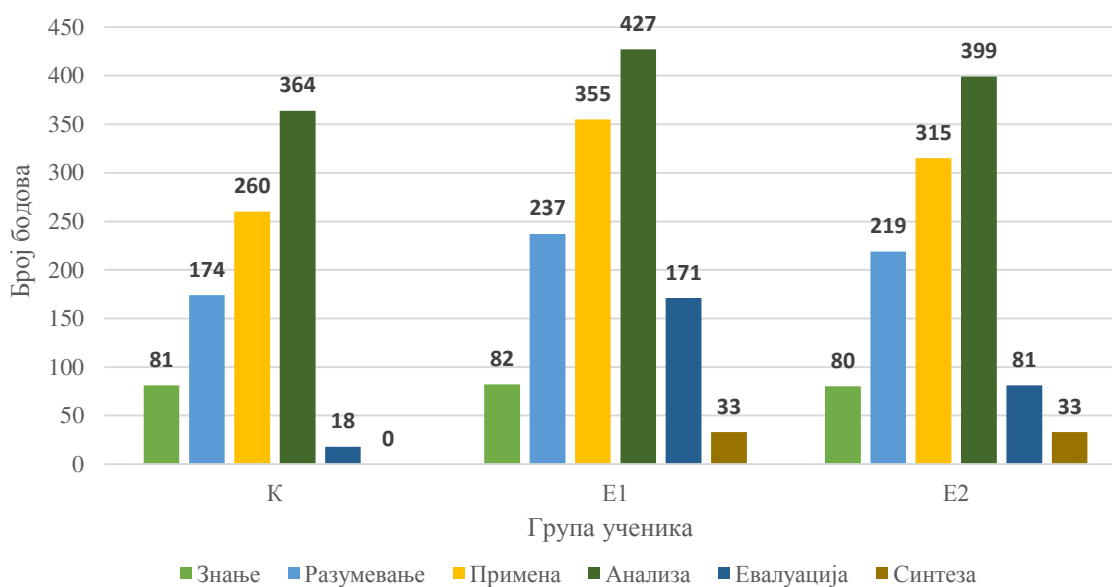
Ре-тест		К			Е1			Е2		
Когнитивни ниво		ТЗ	ДТЗ	НЗ	ТЗ	ДТЗ	НЗ	ТЗ	ДТЗ	НЗ
Знање	<i>N</i>	37	7	3	38	6	3	36	8	3
	Σ	74	7	0	76	6	0	72	8	0
Разумевање	<i>N</i>	16	26	5	35	9	3	30	13	4
	Σ	96	78	0	210	27	0	180	39	0
Примена	<i>N</i>	15	22	10	28	15	4	22	19	6
	Σ	150	110	0	280	75	0	220	95	0
Анализа	<i>N</i>	21	10	16	20	21	6	18	21	8
	Σ	294	70	0	280	147	0	252	147	0
Евалуација	<i>N</i>	0	2	45	3	13	31	0	9	38
	Σ	0	18	0	54	117	0	0	81	0
Синтеза	<i>N</i>	0	0	47	0	3	44	0	3	44
	Σ	0	0	0	0	33	0	0	33	0
Укупно	<i>N</i>		47			47			47	
	Σ		897			1305			1127	

* ТЗ – тачна оба задатка на когнитивном нивоу, ДТЗ – тачан један задатак на когнитивном нивоу, НЗ – нетачна оба задатка на когнитивном нивоу



Графикон 13 Разлике у броју остварених бодова између ученика К, Е1 и Е2 групе на ре-тесту на сваком когнитивном нивоу

Укупан број остварених бодова ученика К, Е1 и Е2 групе на сваком когнитивном нивоу на ре-тесту



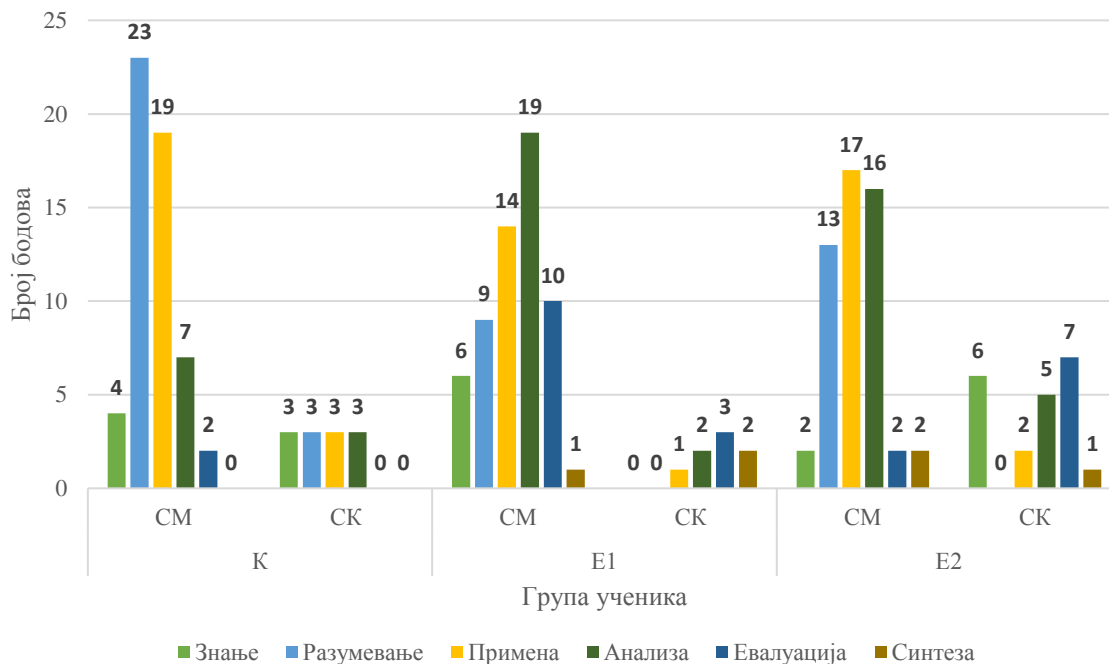
Графикон 14 Укупан број бодова ученика К, Е1 и Е2 групе на сваком когнитивном нивоу на ре-тесту

У оквиру ставке ДТЗ (тачан један задатак на когнитивном нивоу), разврстани су тачни задаци по садржајима на ре-тесту: СМ – садржаји о особинама материјала, СК – садржаји о кретању, у оквиру сваке групе ученика, и приказани су у табели (Табела 26) и графикону (Графикон 15).

Табела 26 Тачни задаци у оквиру ставке ДТЗ о особинама материјала и кретању унутар сваке групе на ре-тесту

Ре-тест	К		Е1		Е2	
	СМ	СК	СМ	СК	СМ	СК
Знање	4	3	6	0	2	6
Разумевање	23	3	9	0	13	0
Примена	19	3	14	1	17	2
Анализа	7	3	19	2	16	5
Евалуација	2	0	10	3	2	7
Синтеза	0	0	1	2	2	1

Тачни задаци у оквиру ставке ДТЗ о садржајима о кретању и особинама материјала унутар сваке групе ученика на ре-тесту



Графикон 15 Тачни задаци у оквиру ставке ДТЗ о садржајима о кретању и особинама материјала унутар К, Е1 и Е2 групе ученика на ре-тесту

4.3.2. Знање ученика на пре-тесту

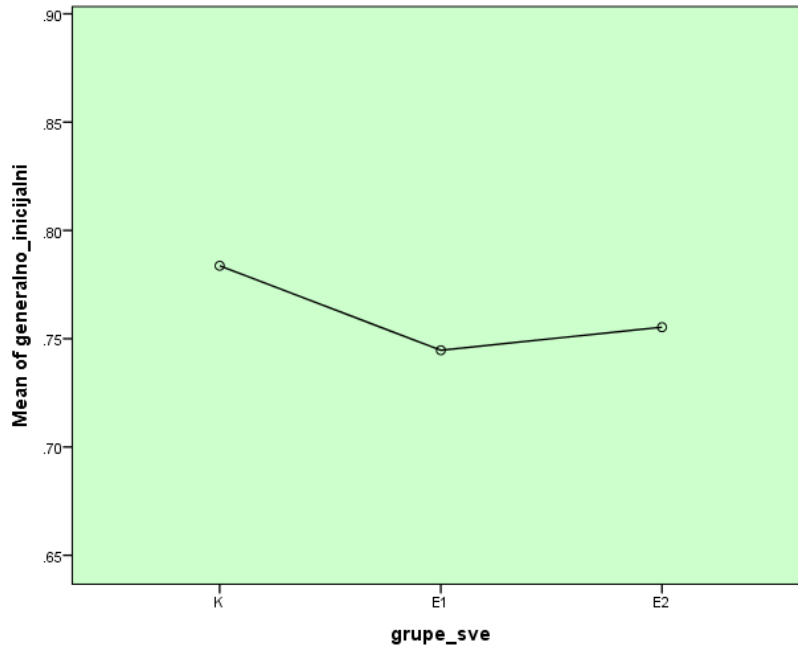
Разлике у квалитету знања између ученика К, Е1 и Е2 групе на пре-тесту утврђене су помоћу *Једнофакторске анализе варијансе*.

Резултати *Једнофакторске анализе варијансе*, приказани у табели (Табела 27), показали су да не постоји статистички значајна разлика у квалитету знања између све три групе ученика на пре-тесту ($F(2,138) = .169, p = .845, p > .05$).

Табела 27 Разлике у квалитету знања ученика К, Е1 и Е2 групе на пре-тесту – *Једнофакторска анализа варијансе*

Тест	Дескриптивна статистика				Групе	АНОВА			
	Групе	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SE</i>		Сума квадрата	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Пре-тест	К	.784	.329	.048	Између група Унутар група Укупно	.038	2	.169	.845
	Е1	.745	.316	.046					
	Е2	.755	.363	.053					

Резултати приказани преко графикана (Графикон 16), показују да су ученици К групе остварили најквалитетнија знања на пре-тесту (највиша тачка на графикону 16), затим ученици Е2 групе (средња тачка на графикону 16) и на крају ученици Е1 групе (најнижа тачка на графикону 16).



Графикон 16 Разлике у квалитету знања ученика К, Е1 и Е2 групе на пре-тесту – *Једнофакторска анализа варијансе – Ознака (дијаграм) за средњу вредност*

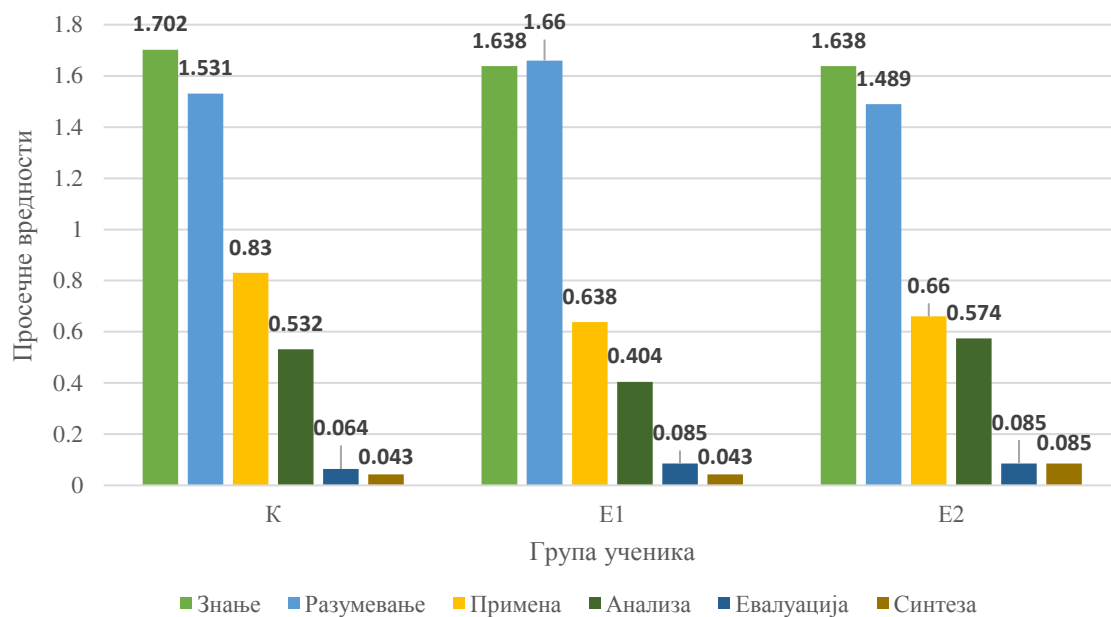
Резултати *Једнофакторске анализе варијансе*, приказани у табели (Табела 28), показали су да не постоји статистички значајна разлика у квалитету знања све три групе ученика на пре-тесту на сваком когнитивном нивоу ($p > .05$).

Табела 28 Разлике у квалитету знања ученика К, Е1 и Е2 групе на пре-тесту на свим когнитивним нивоима – *Једнофакторска анализа варијансе*

Дескриптивна статистика					АНОВА				
Пре-тест	Групе	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SE</i>	Групе	Сума квадрата	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Знање	К	1.702	.587	.086	Између група	.128	2	.171	.843
	Е1	1.638	.605	.088	Унутар група	51.532	138		
	Е2	1.638	.640	.093	Укупно	51.660	140		
Разумевање	К	1.531	.654	.095	Између група	.738	2	.848	.430
	Е1	1.660	.600	.087	Унутар група	60.000	138		
	Е2	1.489	.718	.055	Укупно	60.738	140		
Примена	К	.830	.564	.082	Између група	1.035	2	1.699	.187
	Е1	.638	.568	.083	Унутар група	42.043	138		
	Е2	.660	.522	.076	Укупно	43.078	140		
Анализа	К	.532	.546	.080	Између група	.738	2	1.197	.305
	Е1	.404	.538	.078	Унутар група	42.511	138		
	Е2	.574	.580	.085	Укупно	43.248	140		
Евалуација	К	.064	.247	.036	Између група	.014	2	.097	.908
	Е1	.085	.282	.041	Унутар група	10.128	138		
	Е2	.085	.282	.041	Укупно	10.142	140		
Синтеза	К	.043	.204	.030	Између група	.057	2	.523	.594
	Е1	.043	.204	.030	Унутар група	7.489	138		
	Е2	.085	.282	.041	Укупно	7.546	140		

Када се погледају просечне вредности оствареног знања ученика К, Е1 и Е2 групе, приказане преко графикана (Графикон 17) на сваком когнитивном нивоу на пре-тесту, може се запазити да су оне приближно једнаке.

Разлике у знању ученика К, Е1 и Е2 групе на сваком когнитивном нивоу на пре-тесту



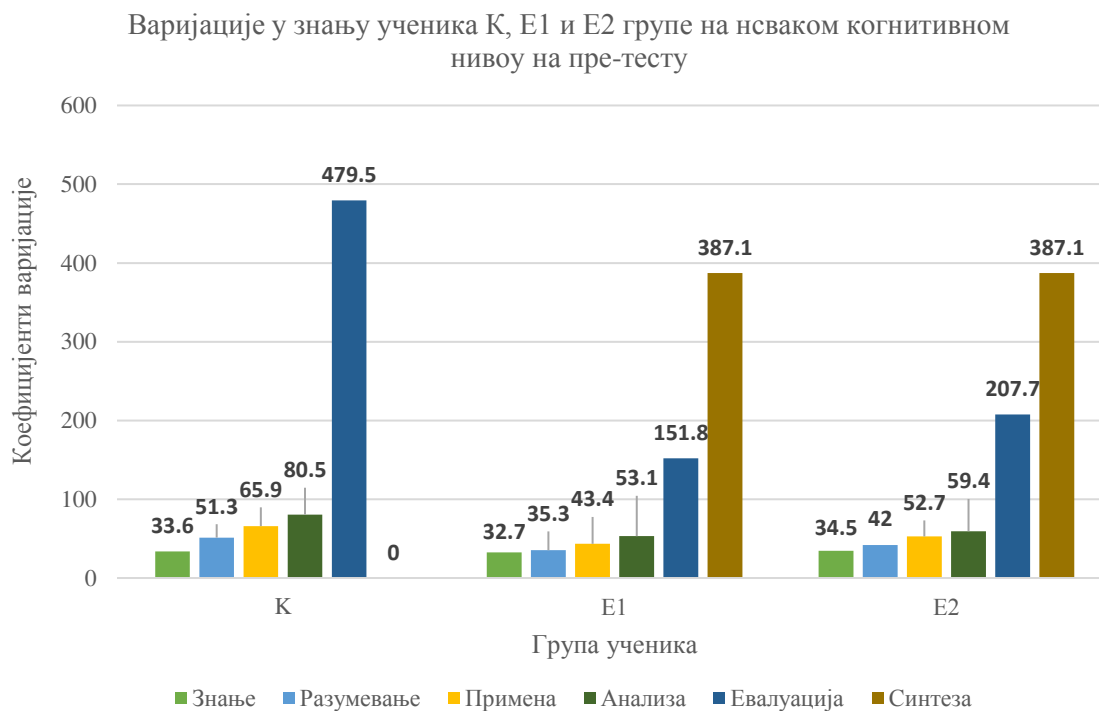
Графикон 17 Разлике у квалитету знања ученика К, Е1 и Е2 групе на пре-тесту на свим когнитивним нивоима

Варијације у знању ученика на сваком когнитивном нивоу на пре-тесту унутар сваке групе, утврђене су уз примену *Коефицијента варијације*.

Резултати *Коефицијента варијације*, приказани у табели (Табела 29) и графикону (Графикон 18) указују на неуједначена знања ученика К, Е1 и Е2 групе на пре-тесту. Када се погледају сви когнитивни нивои, ова неуједначеност посебно је запажена на вишим когнитивним нивоима унутар сваке групе, односно на нивоу евалуације и синтезе.

Табела 29 Вредности *Коефицијента варијације* унутар све три групе ученика на свим когнитивним нивоима на пре-тесту

Пре-тест	Коефицијент варијације (%)		
	К	Е1	Е2
Знање	33.6	32.7	34.5
Разумевање	51.3	35.3	42.0
Примена	65.9	43.4	52.7
Анализа	80.5	53.1	59.4
Евалуација	479.5	151.8	207.7
Синтеза	.0	387.1	387.1



Графикон 18 Варијације у знању ученика К, Е1 и Е2 групе на пре-тесту на сваком когнитивном нивоу

4.3.3. Знање ученика на пост-тесту

4.3.3.1. *Разлике у доприносу примене ЛЕМ у односу на ТМ квалитету знања ученика трећег разреда о кретању и особинама материјала на свим когнитивним нивоима*

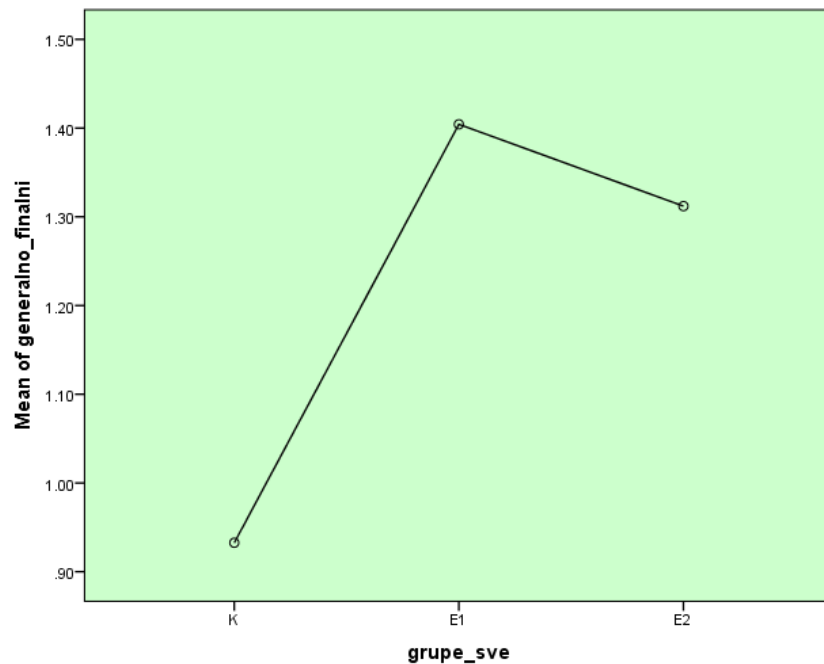
Разлике у квалитету знања ученика К, Е1 и Е2 групе на пост-тесту утврђене су помоћу *Једнофакторске анализе варијансе*.

Резултати *Једнофакторске анализе варијансе*, приказани у табели (Табела 30), показали су да постоји статистички значајна разлика у квалитету знања између ученика све три група на пост-тесту ($F(2,138) = 14.028, p = .000$).

Табела 30 Разлике у квалитету знања ученика К, Е1 и Е2 групе на пост-тесту – *Једнофакторска анализа варијансе*

Дескриптивна статистика					АНОВА				
Тест	Групе	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SE</i>	Групе	Сума квадрата	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Пост-тест	К	.932	.385	.056	Између група	5.874	2	14.028	.000
	Е1	1.404	.512	.075	Унутар група	28.890	138		
	Е2	1.312	.467	.068	Укупно	34.764	140		

Резултати приказани преко графикана (Графикон 19), показују да су ученици Е1 групе остварили најквалитетнија знања на пост-тесту (највиша тачка на графикону 19), затим ученици Е2 групе (средња тачка на графикону 19) и на крају ученици К групе (најнижа тачка на графикону 19).



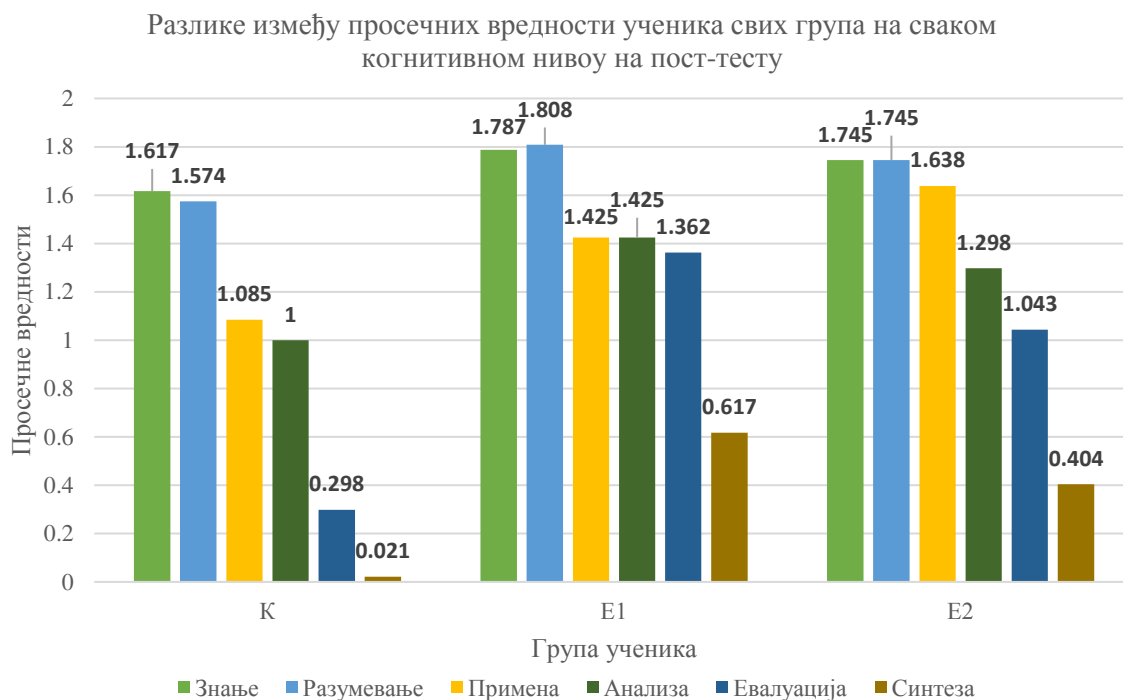
Графикон 19 Разлике у квалитету знања ученика К, Е1 и Е2 групе на пост-тесту – *Једнофакторска анализа варијансе – Ознака (дијаграм) за средњу вредност*

Резултати *Једнофакторске анализе варијансе*, приказани у табели (Табела 31), показали су да постоји статистички значајна разлика у квалитету знања између ученика све три група на пост-тесту на когнитивном нивоу: примене: ($F(2,138) = 8.146, p = .000$), анализе: ($F(2,138) = 5.591, p = .005$), евалуације: ($F(2,138) = 38.204, p = .000$): и синтезе: ($F(2,138) = 15.804, p = .000$).

Табела 31 Разлике у квалитету знања ученика К, Е1 и Е2 групе на пост-тесту на свим когнитивним нивоима – *Једнофакторска анализа варијансе*

Пост-тест	Дескриптивна статистика				АНОВА				
	Групе	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SE</i>	Групе	Сума квадрата	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Знање	К	1.617	.610	.089	Између група	.738	2	1.108	.333
	Е1	1.787	.549	.080	Унутар група	45.915	138		
	Е2	1.745	.570	.083	Укупно	46.652	140		
Разумевање	К	1.574	.617	.090	Између група	1.376	2	2.077	.129
	Е1	1.808	.537	.078	Унутар група	45.702	138		
	Е2	1.745	.570	.083	Укупно	47.078	140		
Примена	К	1.085	.686	.100	Између група	7.319	2	8.146	.000
	Е1	1.425	.683	.100	Унутар група	62.000	138		
	Е2	1.638	.640	.093	Укупно	69.319	140		
Анализа	К	1.000	.590	.086	Између група	4.482	2	5.591	.005
	Е1	1.425	.651	.095	Унутар група	55.319	138		
	Е2	1.298	.657	.096	Укупно	59.801	140		
Евалуација	К	.298	.462	.067	Између група	28.014	2	38.204	.000
	Е1	1.362	.735	.107	Унутар група	50.596	138		
	Е2	1.043	.588	.086	Укупно	78.610	140		
Синтеза	К	.021	.146	.021	Између група	8.567	2	15.804	.000
	Е1	.617	.677	.099	Унутар група	37.404	138		
	Е2	.404	.577	.084	Укупно	45.972	140		

Када се погледају просечне вредности оствареног знања ученика К, Е1 и Е2 групе, приказане преко графикана (Графикон 20) на сваком когнитивном нивоу на пост-тесту, може се запазити да на нивоу примене, анализе, евалуације и синтезе оне нису приближно једнаке.



Графикон 20 Разлике у квалитету знања ученика К, Е1 и Е2 групе на пост-тесту на свим когнитивним нивоима

Варијације у знању ученика на сваком когнитивном нивоу унутар сваке групе посебно, утврђене су уз примену *Коефицијента варијације*.

Резултати *Коефицијента варијације*, приказани у табели (Табела 32), показали су знатно ниже вредности, односно уједначенија знања ученика Е1 и Е2 групе на пост-тесту у односу на ученике К групе.

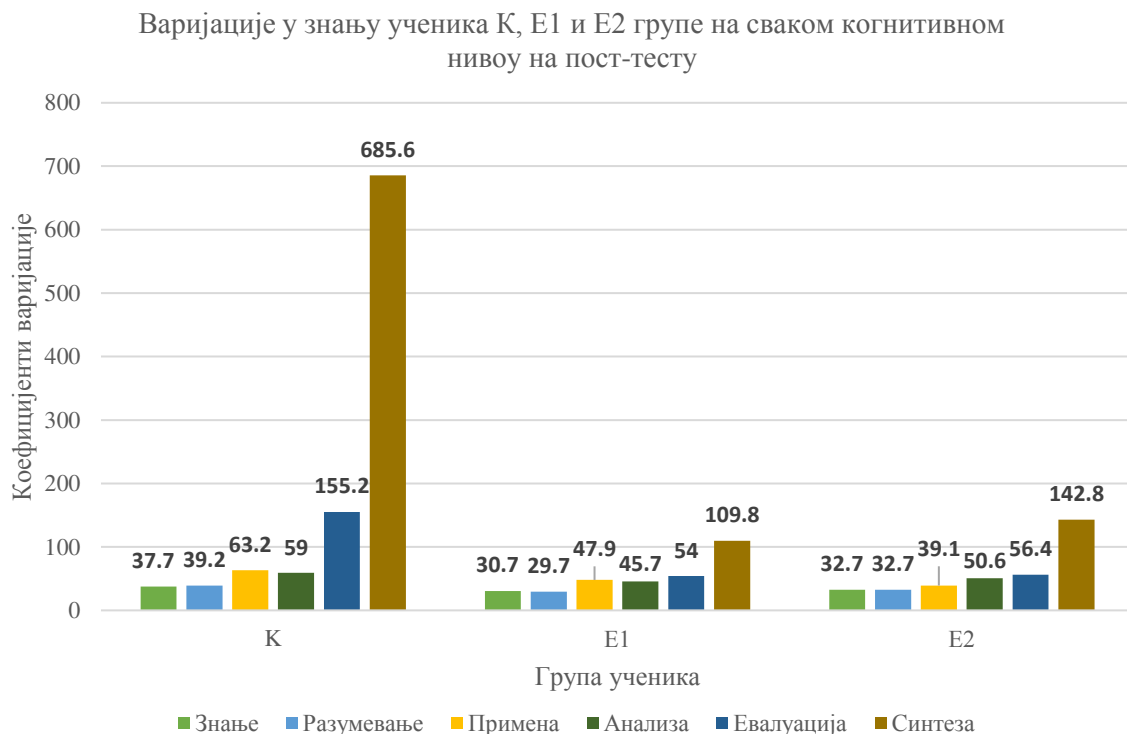
Табела 32 Вредности *Коефицијента варијације* унутар све три групе ученика на пост-тесту

Група	Коефицијент варијације (%)		
	К	Е1	Е2
Пост-тест	41.3	36.4	35.6

Резултати *Коефицијента варијације*, приказани у табели (Табела 33) и графикону (Графикон 21) показали су знатно ниже вредности, односно уједначенија знања ученика Е1 и Е2 групе на свим когнитивним нивоима на пост-тесту у односу на ученике К групе. Најуједначенија знања, односно најниже вредности коефицијента варијације уочене су унутар Е1 групе, затим унутар Е2 групе и на крају унутар К групе.

Табела 33 Вредности *Коефицијента варијације* унутар све три групе ученика на свим когнитивним нивоима на пост-тесту

Пост-тест	Коефицијент варијације (%)		
	К	Е1	Е2
Знање	37.7	30.7	32.7
Разумевање	39.2	29.7	32.7
Примена	63.2	47.9	39.1
Анализа	59.0	45.7	50.6
Евалуација	155.2	54.0	56.4
Синтеза	685.6	109.8	142.8



Графикон 21 Варијације у знању ученика К, Е1 и Е2 групе на пост-тесту на сваком когнитивном нивоу

4.3.3.2. *Разлике у доприносу примене УЕ у односу на ТМ квалитету знања ученика трећег разреда о кретању и особинама материјала на свим когнитивним нивоима*

Разлике у квалитету знања ученика К и Е1 групе међусобно на пост-тесту на свим когнитивним нивоима утврђене су уз примену *Шефе пост-хок теста*.

Резултати *Шефе пост-хок теста*, приказани у табели (Табела 34), показали су да постоји статистички значајна разлика у квалитету знања ученика К и Е1 групе пост-тесту ($p < .05$).

Табела 34 Разлике у квалитету знања ученика К и Е1 групе на пост-тесту - *Шефе пост-хок тест*

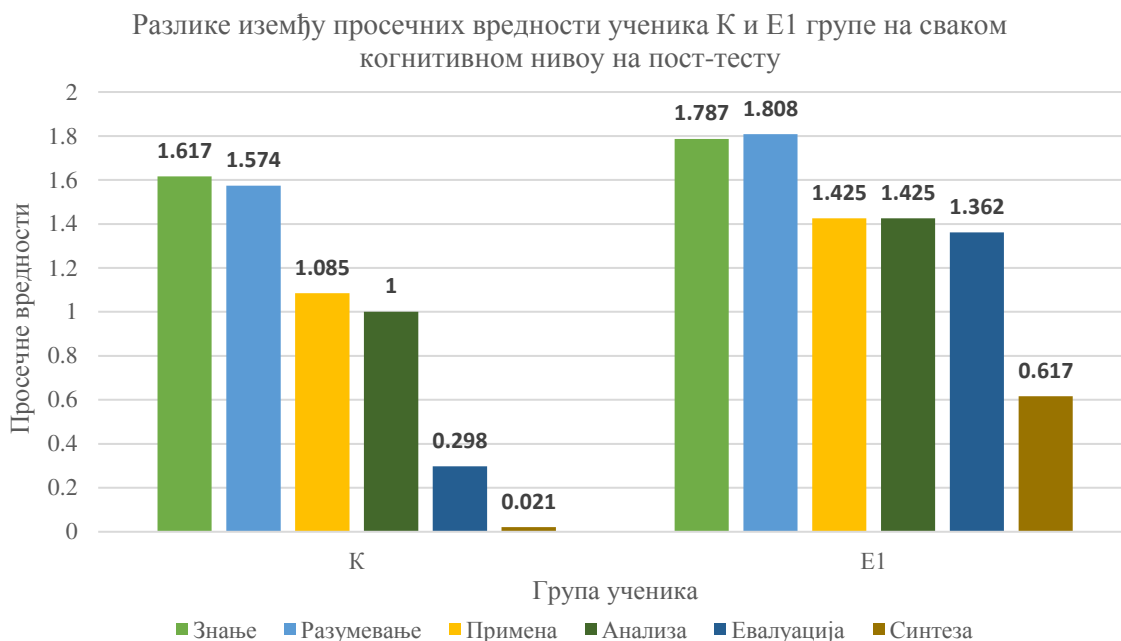
Тест	(I)група	(J)група	Средња разлика (I-J)	SE	p
Пост-тест	E1	K	.472*	.094	.000

Резултати *Шефе пост-хок теста*, приказани у табели (Табела 35), показали су да постоји статистички значајна разлика у квалитету знања ученика К и Е1 групе на нивоу: анализе, евалуације и синтезе ($p < .05$).

Табела 35 Разлике у квалитету знања ученика К и Е1 групе на свим когнитивним нивоима на пост-тесту – *Шефе пост-хок тест*

Пост-тест	(I)група	(J)група	Средња разлика (I-J)	SE	p
Знање	E1	K	.170	.119	.362
Разумевање	E1	K	.234	.119	.147
Примена	E1	K	.340	.138	.051
Анализа	E1	K	.425	.131	.006
Евалуација	E1	K	1.064	.125	.000
Синтеза	E1	K	.596	.107	.000

Резултати који показују разлике између просечних вредности ученика К и Е1 групе на сваком когнитивном нивоу на пост-тесту, приказани су преко графикана (Графикон 22).



Графикон 22 Разлике између просечних вредности ученика К и Е1 групе на сваком когнитивном нивоу на пост-тесту

Резултати који показују колико износи остварена разлика између просечних вредности ученика К и Е1 групе на сваком когнитивном нивоу на пост-тесту, приказани су преко графикана (Графикон 23).



Графикон 23 Остварена разлика између просечних вредности ученика К и Е1 групе на сваком когнитивном нивоу на пост-тесту

4.3.3.3. Разлике у доприносу примене ДЕ у односу на ТМ квалитету знања ученика трећег разреда о кретању и особинама материјала на свим когнитивним нивоима

Разлике у квалитету знања ученика К и Е2 групе међусобно на пост-тесту на свим когнитивним нивоима утврђене су уз примену *Шефе пост-хок теста*.

Резултати *Шефе пост-хок теста*, приказани у табели (Табела 36), показали су да постоји статистички значајна разлика у квалитету знања ученика К и Е2 групе на пост-тесту ($p < .05$).

Табела 36 Разлике у квалитету знања ученика К и Е2 групе на пост-тесту - *Шефе пост-хок тест*

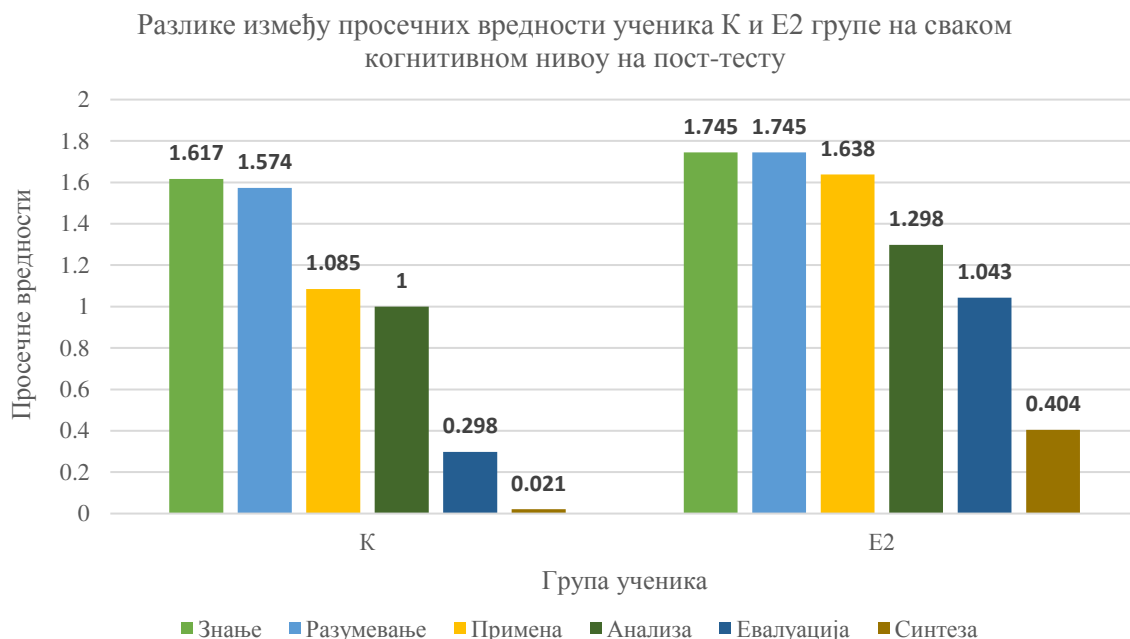
Тест	(I)група	(J)група	Средња разлика (I-J)	SE	p
Пост-тест	Е2	К	.379*	.094	.000

Резултати *Шефе пост-хок теста*, приказани у табели (Табела 37), показали су да постоји статистички значајна разлика у квалитету знања ученика К и Е2 групе на нивоу: примене, евалуације и синтезе ($p < .05$).

Табела 37 Разлике у квалитету знања ученика К и Е2 групе на свим когнитивним нивоима на пост-тесту – *Шефе пост-хок тест*

Пост-тест	(I)група	(J)група	Средња разлика (I-J)	SE	p
Знање	Е2	К	.128	.119	.564
Разумевање	Е2	К	.170	.119	.360
Примена	Е2	К	.553	.138	.001
Анализа	Е2	К	.298	.131	.078
Евалуација	Е2	К	.745	.125	.000
Синтеза	Е2	К	.383	.107	.002

Резултати који показују разлике између просечних вредности ученика К и Е2 групе на сваком когнитивном нивоу на пост-тесту, приказани су преко графикана (Графикон 24).



Графикон 24 Разлике између просечних вредности ученика К и Е2 групе на сваком когнитивном нивоу

Резултати који показују колико износи остварена разлика између просечних вредности ученика К и Е2 групе на сваком когнитивном нивоу на пост-тесту, приказани су преко графикана (Графикон 25).



Графикон 25 Остварена разлика између просечних вредности ученика К и Е2 групе на сваком когнитивном нивоу на пост-тесту

4.3.3.4. Разлике у доприносу примене УЕ у односу на ДЕ квалитету знања ученика трећег разреда о кретању и особинама материјала на свим когнитивним нивоима

Разлике у квалитету знања ученика Е1 и Е2 групе на пост-тесту на свим когнитивним нивоима утврђене су уз примену *Шефе пост-хок теста*.

Резултати *Шефе пост-хок теста*, приказани у табели (Табела 38), показали су да не постоји статистички значајна разлика у квалитету знања ученика Е1 и Е2 групе на пост-тесту ($p > .05$).

Табела 38 Разлике у квалитету знања ученика Е1 и Е2 групе на пост-тесту - *Шефе пост-хок тест*

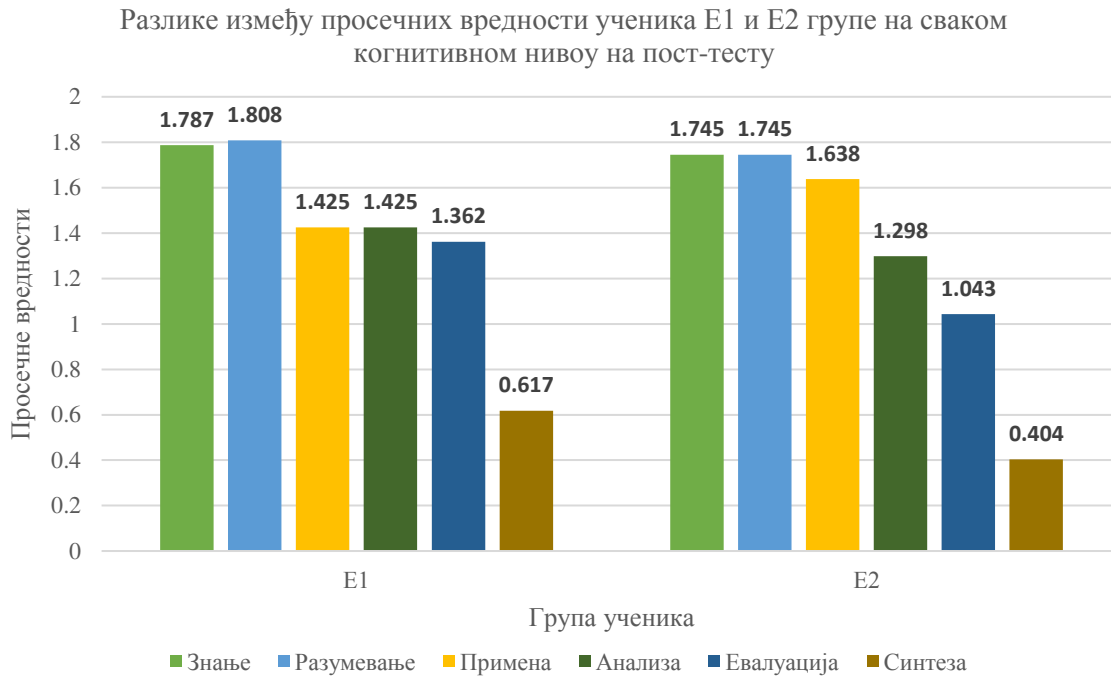
Тест	(I)група	(J)група	Средња разлика (I-J)	SE	p
Пост-тест	E1	E2	.092	.094	.622

Резултати *Шефе пост-хок теста*, приказани у табели (Табела 39), показали су да постоји статистички значајна разлика у квалитету знања ученика Е1 и Е2 групе на нивоу евалуације ($p < .05$).

Табела 39 Разлике у квалитету знања ученика Е1 и Е2 групе на свим когнитивним нивоима на пост-тесту – *Шефе пост-хок тест*

Пост-тест	(I)група	(J)група	Средња разлика (I-J)	SE	p
Знање	E1	E2	.042	.119	.938
Разумевање	E1	E2	.064	.119	.866
Примена	E1	E2	.213	.138	.309
Анализа	E1	E2	.128	.131	.621
Евалуација	E1	E2	.319	.125	.041
Синтеза	E1	E2	.213	.107	.144

Резултати који показују разлике између просечних вредности ученика Е1 и Е2 групе на сваком когнитивном нивоу на пост-тесту, приказани су преко графикана (Графикон 26).



Графикон 26 Разлике између просечних вредности ученика E1 и E2 групе на сваком когнитивном нивоу на пост-тесту

Резултати који показују колико износи остварена разлика између просечних вредности ученика E1 и E2 групе на сваком когнитивном нивоу на пост-тесту, приказани су преко графикана (Графикон 27).



Графикон 27 Остварена разлика између просечних вредности ученика E1 и E2 групе по когнитивним нивоима на пост-тесту

Резултати који показују остварене разлике између просечних вредности ученика сваке две групе: К и Е1, К и Е2 и Е1 и Е2 по когнитивним нивоима на пост-тесту, приказани су преко графикана (Графикон 28). На основу изложених података, може се запазити да су највеће разлике у квалитету знања ученика о одабраним садржајима уочене између К и Е1 групе, затим између К и Е2 групе и на крају између Е1 и Е2 групе.



Графикон 28 Остварене разлике између просечних вредности ученика сваке две групе: К и Е1, К и Е2 и Е1 и Е2 по когнитивним нивоима на пост-тесту

4.3.4. Знање ученика на ре-тесту

4.3.4.1. *Разлике у доприносу примене ЛЕМ у односу на ТМ трајности знања ученика трећег разреда о кретању и особинама материјала на свим когнитивним нивоима*

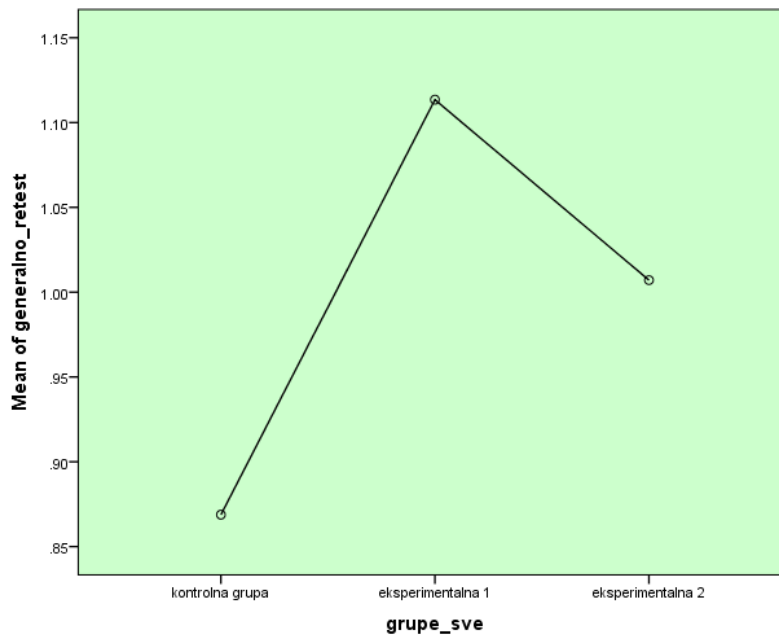
Разлике у трајности знања ученика К, Е1 и Е2 групе на ре-тесту утврђене су помоћу *Једнофакторске анализе варијансе*.

Резултати *Једнофакторске анализе варијансе*, приказани у табели (Табела 40), показали су да постоји статистички значајна разлика у трајности знања ученика све три група на ре-тесту ($F(2,138) = 4.135, p = .018$).

Табела 40 Разлике у трајности знања ученика К, Е1 и Е2 групе на ре-тесту – *Једнофакторска анализа варијансе*

Дескриптивна статистика					АНОВА				
Тест	Групе	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SE</i>	Групе	Сума квадрата	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Ре-тест	К	.869	.388	.057	Између група	1.415	2	4.135	.018
	Е1	1.113	.423	.062	Унутар група	23.611	138		
	Е2	1.007	.428	.062	Укупно	25.026	140		

На графикону (Графикон 29) може се запазити да су ученици Е1 групе показали најтрајнија знања на ре-тесту (највиша тачка на графикону 29), затим ученици Е2 групе (средња тачка на графикону 29) и на крају ученици К групе (најнижа тачка на графикону 29).



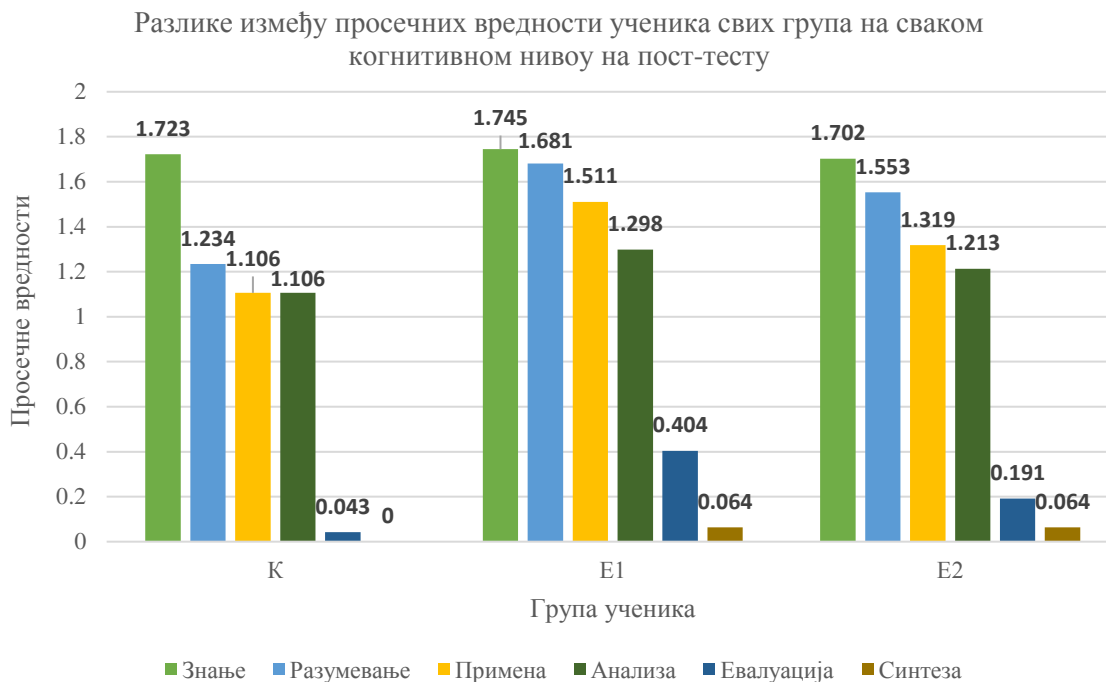
Графикон 29 Разлике у трајности знања ученика К, Е1 и Е2 групе на ре-тесту – *Једнофакторска анализа варијансе – Ознака (дијаграм) за средњу вредност*

Резултати *Једнофакторске анализе варијансе*, приказани у табели (Табела 41), показали су да постоји статистички значајна разлика у трајности знања ученика све три група на ре-тесту на когнитивном нивоу: разумевања $F(2,138) = 6.332, p = .002$; примене: $F(2,138) = 3.993, p = .021$ и евалуације: $F(2,138) = 8.085, p = .000$.

Табела 41 Разлике у трајности знања ученика К, Е1 и Е2 групе на свим когнитивним нивоима на ре-тесту – *Једнофакторска анализа варијансе*

Дескриптивна статистика					АНОВА				
Ре-тест	Групе	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SE</i>	Групе	Сума квадрата	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Знање	К	1.723	.579	.084	Између група	.043	2	.064	.938
	Е1	1.745	.570	.083	Унутар група	46.170	138		
	Е2	1.702	.587	.086	Укупно	46.213	140		
Разумевање	К	1.234	.633	.092	Између група	4.979	2	6.332	.002
	Е1	1.681	.594	.087	Унутар група	54.255	138		
	Е2	1.553	.653	.095	Укупно	59.234	140		
Примена	К	1.106	.729	.106	Између група	3.844	2	3.993	.021
	Е1	1.511	.655	.096	Унутар група	66.426	138		
	Е2	1.319	.695	.101	Укупно	70.270	140		
Анализа	К	1.106	.890	.130	Између група	.865	2	.727	.485
	Е1	1.298	.689	.100	Унутар група	82.170	138		
	Е2	1.213	.720	.105	Укупно	83.035	140		
Евалуација	К	.043	.204	.030	Између група	3.106	2	8.085	.000
	Е1	.404	.614	.089	Унутар група	26.511	138		
	Е2	.191	.398	.058	Укупно	29.617	140		
Синтеза	К	.000	.000	.000	Између група	.128	2	1.568	.212
	Е1	.064	.247	.036	Унутар група	5.617	138		
	Е2	.064	.247	.036	Укупно	5.745	140		

Када се погледају просечне вредности оствареног знања ученика К, Е1 и Е2 групе, приказане преко графикана (Графикон 30) на сваком когнитивном нивоу на ре-тесту, може се запазити да на нивоу разумевања, примене и евалуације оне нису приближно једнаке.



Графикон 30 Разлике у квалитету трајности знања ученика К, Е1 и Е2 групе на ре-тесту на свим когнитивним нивоима

Варијације у знању ученика на сваком когнитивном нивоу унутар сваке групе посебно на ре-тесту, утврђене су уз примену *Коефицијента варијације*.

Резултати *Коефицијента варијације*, приказани у табели (Табела 42), показали су знатно ниже вредности, односно уједначенија знања ученика Е1 и Е2 групе на ре-тесту у односу на ученике К групе.

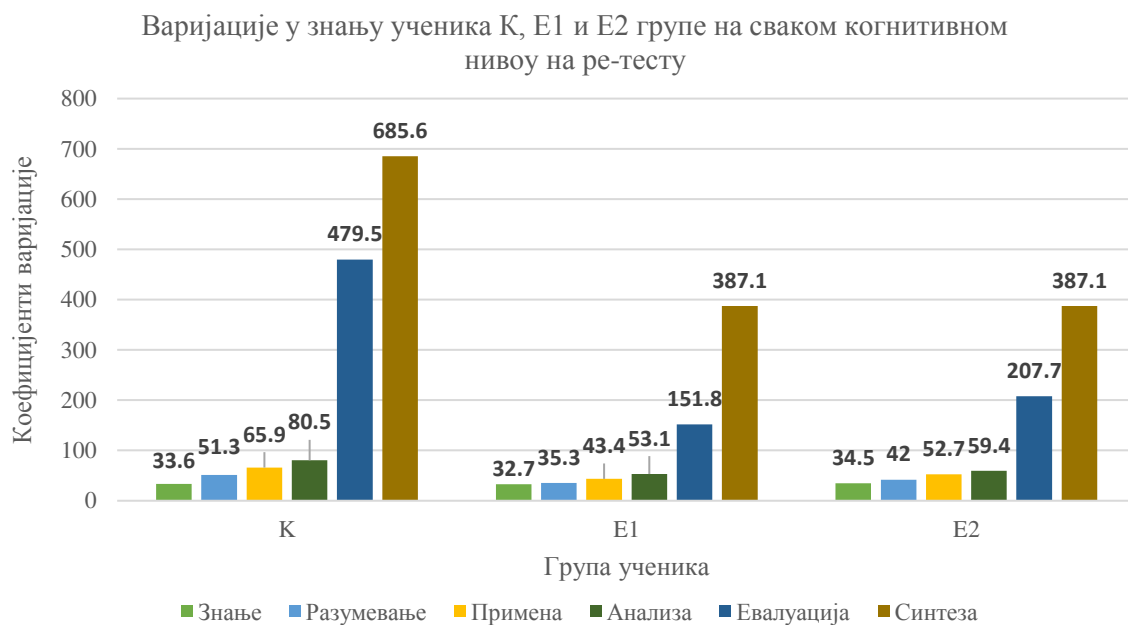
Табела 42 Вредности *Коефицијента варијације* унутар све три групе ученика на ре-тесту

Коефицијент варијације (%)			
Група	К	Е1	Е2
Ре-тест	44.7	38.0	42.5

Резултати *Коефицијента варијације*, приказани у табели (Табела 43) и графикону (Графикон 31), показали су знатно ниже вредности, односно уједначенија знања ученика Е1 и Е2 групе на свим когнитивним нивоима на ре-тесту у односу на ученике К групе. Најуједначенија знања, односно најниже вредности коефицијента варијације уочене су унутар Е1 групе, затим унутар Е2 групе и на крају унутар К групе.

Табела 43 Вредности *Коефицијента варијације* унутар све три групе ученика на свим когнитивним нивоима на ре-тесту

Ре-тест	Коефицијент варијације (%)		
	К	Е1	Е2
Знање	33.6	32.7	34.5
Разумевање	51.3	35.3	42.0
Примена	65.9	43.4	52.7
Анализа	80.5	53.1	59.4
Евалуација	479.5	151.8	207.7
Синтеза	685.6	387.1	387.1



Графикон 31 Варијације у знању ученика К, Е1 и Е2 групе на ре-тесту на сваком когнитивном нивоу

4.3.4.2. *Разлике у доприносу примене УЕ у односу на ТМ трајности знања ученика трећег разреда о кретању и особинама материјала на свим когнитивним нивоима*

Разлике у трајности знања ученика К и Е1 групе на ре-тесту на свим когнитивним нивоима утврђене су уз примену *Шефе пост-хок теста*.

Резултати *Шефе пост-хок теста*, приказани у табели (Табела 44), показали су да постоји статистички значајна разлика у трајности знања ученика К и Е1 групе на ре-тесту ($p < .05$).

Табела 44 Разлике у трајности знања ученика К и Е1 групе на ре-тесту - *Шефе пост-хок тест*

Тест	(I)група	(J)група	Средња разлика (I-J)	SE	p
Ре-тест	E1	K	.245*	.085	.018

Резултати *Шефе пост-хок теста*, приказани у табели (Табела 45), показали су да постоји статистички значајна разлика у трајности знања ученика К и Е1 групе на нивоу: разумевања, примене и евалуације ($p < .05$).

Табела 45 Разлике у трајности знања ученика К и Е1 групе на свим когнитивним нивоима на ре-тесту - *Шефе пост-хок тест*

Ре-тест	(I)група	(J)група	Средња разлика (I-J)	SE	p
Знање	E1	K	.021	.119	.984
Разумевање	E1	K	.447	.129	.003
Примена	E1	K	.404	.143	.021
Анализа	E1	K	.191	.159	.487
Евалуација	E1	K	.362	.090	.001
Синтеза	E1	K	.064	.042	.312

Резултати који показују разлике између просечних вредности ученика К и Е1 групе на сваком когнитивном нивоу на ре-тесту, приказани су преко графикана (Графикон 32).



Графикон 32 Разлике између просечних вредности ученика К и Е1 групе на сваком когнитивном нивоу на ре-тесту

Резултати који показују колико износи остварена разлика између просечних вредности ученика К и Е1 групе на сваком когнитивном нивоу на ре-тесту, приказани су преко графикана (Графикон 33).



Графикон 33 Остварена разлика између просечних вредности ученика К и Е1 групе по когнитивним нивоима на ре-тесту

4.3.4.3. *Разлике у доприносу примене ДЕ у односу на ТМ трајности знања ученика трећег разреда о кретању и особинама материјала на свим когнитивним нивоима*

Разлике у трајности знања ученика К и Е2 групе међусобно на ре-тесту на свим когнитивним нивоима утврђене су уз примену *Шефе пост-хок теста*.

Резултати *Шефе пост-хок теста*, приказани у табели (Табела 46) показали су да не постоји статистички значајна разлика у трајности знања ученика К и Е2 групе на ре-тесту ($p > .05$).

Табела 46 Разлике у трајности знања ученика К и Е2 групе на ре-тесту - *Шефе пост-хок тест*

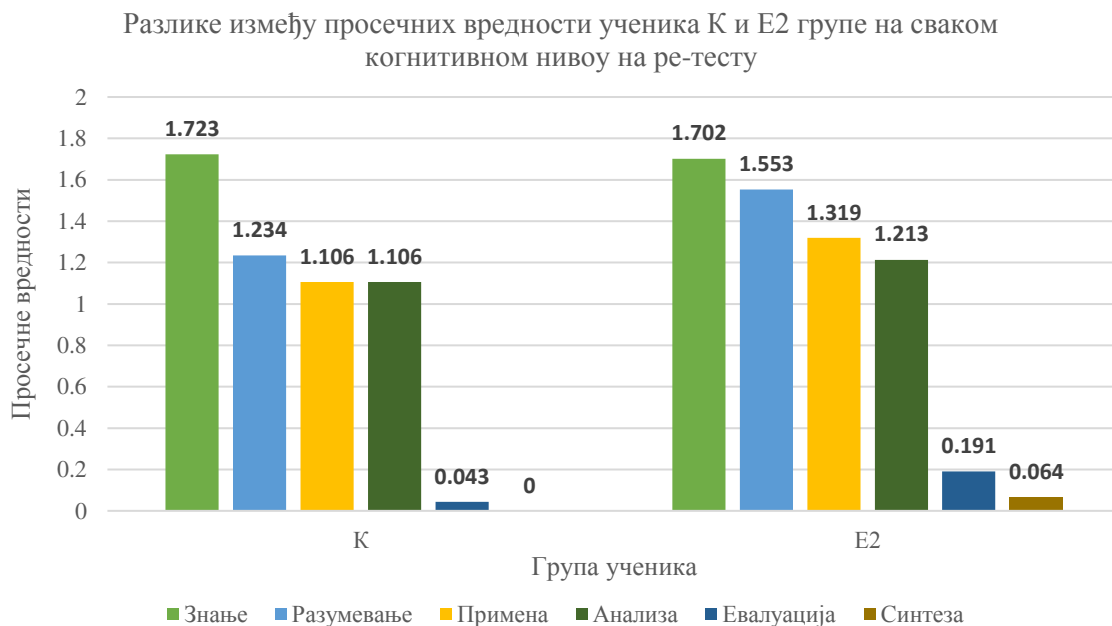
Тест	(I)група	(J)група	Средња разлика (I-J)	SE	p
Ре-тест	Е2	К	.138	.085	.272

Резултати *Шефе пост-хок теста*, приказани у табели (Табела 47) показали су да не постоји статистички значајна разлика у трајности знања ученика К и Е2 групе на ре-тесту ($p > .05$).

Табела 47 Разлике у трајности знања ученика К и Е2 групе на свим когнитивним нивоима на ре-тесту - *Шефе пост-хок тест*

Ре-тест	(I)група	(J)група	Средња разлика (I-J)	SE	p
Знање	Е2	К	.021	.119	.984
Разумевање	Е2	К	.319	.129	.051
Примена	Е2	К	.213	.143	.334
Анализа	Е2	К	.106	.159	.800
Евалуација	Е2	К	.149	.090	.261
Синтеза	Е2	К	.064	.042	.312

Резултати који показују разлике између просечних вредности ученика К и Е2 групе на сваком когнитивном нивоу на ре-тесту, приказани су преко графикана (Графикон 34).



Графикон 34 Разлике између просечних вредности ученика К и Е2 групе на сваком когнитивном нивоу на ре-тесту

Резултати који показују колико износи остварена разлика између просечних вредности ученика К и Е2 групе на сваком когнитивном нивоу на ре-тесту, приказани су преко графикана (Графикон 35).



Графикон 35 Остварена разлика између просечних вредности ученика К и Е2 групе на сваком когнитивном нивоу на ре-тесту

4.3.4.4. *Разлике у доприносу примене УЕ у односу на ДЕ трајности знања ученика трећег разреда о кретању и особинама материјала на свим когнитивним нивоима*

Разлике у трајности знања ученика Е1 и Е2 групе међусобно на ре-тесту на свим когнитивним нивоима утврђене су уз примену *Шефе пост-хок теста*.

Резултати *Шефе пост-хок теста*, приказани у табели (Табела 48) показали су да не постоји статистички значајна разлика у трајности знања ученика Е1 и Е2 групе на ре-тесту ($p > .05$).

Табела 48 Разлике у трајности знања ученика Е1 и Е2 групе на ре-тесту - *Шефе пост-хок тест*

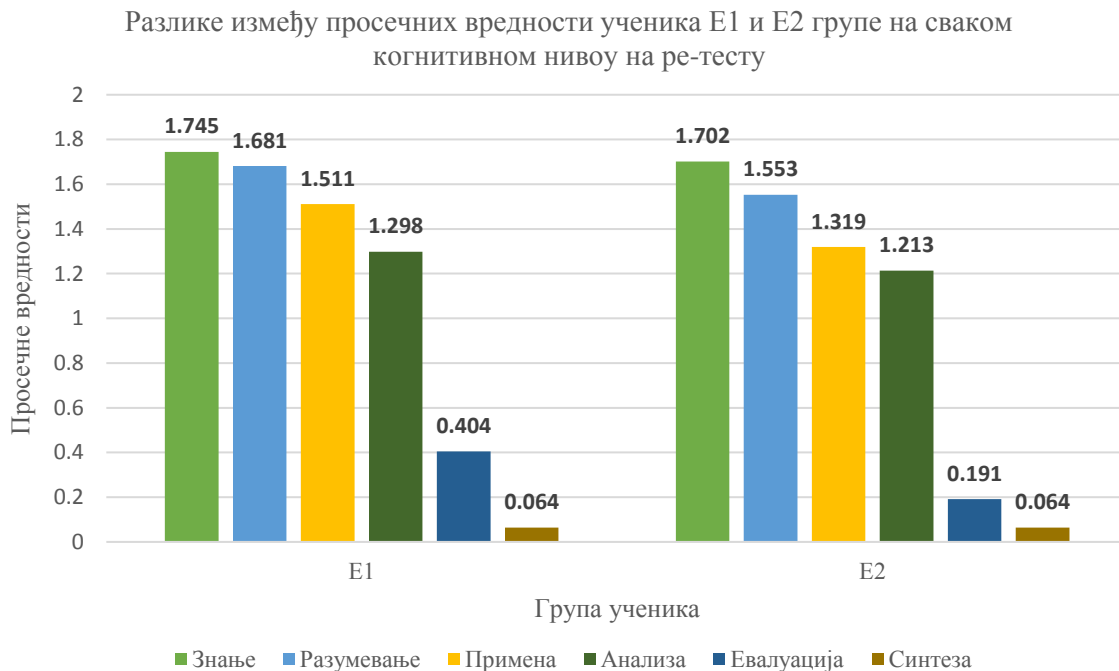
Тест	(I)група	(J)група	Средња разлика (I-J)	SE	p
Ре-тест	Е1	Е2	.106	.085	.462

Резултати *Шефе пост-хок теста*, приказани у табели (Табела 49) показали су да не постоји статистички значајна разлика у трајности знања ученика Е1 и Е2 групе на ре-тесту ($p > .05$).

Табела 49 Разлике у трајности знања ученика Е1 и Е2 групе на свим когнитивним нивоима на ре-тесту - *Шефе пост-хок тест*

Ре-тест	(I)група	(J)група	Средња разлика (I-J)	SE	p
Знање	E1	E2	.042	.119	.938
Разумевање	E1	E2	.128	.129	.615
Примена	E1	E2	.191	.143	.411
Анализа	E1	E2	.085	.159	.867
Евалуација	E1	E2	.213	.090	.066
Синтеза	E1	E2	.000	.042	1.000

Резултати који показују разлике између просечних вредности ученика Е1 и Е2 групе на сваком когнитивном нивоу на ре-тесту, приказани су преко графикана (Графикон 36).



Графикон 36 Разлике између просечних вредности ученика Е1 и Е2 групе на сваком когнитивном нивоу на ре-тесту

Резултати који показују колико износи остварена разлика између просечних вредности ученика Е1 и Е2 групе на сваком когнитивном нивоу на ре-тесту, приказани су преко графикана (Графикон 37).



Графикон 37 Остварена разлика између просечних вредности ученика E1 и E2 групе на сваком когнитивном нивоу на ре-тесту

Резултати који показују остварене разлике између просечних вредности ученика сваке две групе: K и E1, K и E2 и E1 и E2 по когнитивним нивоима на ре-тесту, приказани су преко графикона (Графикон 38). На основу изложених података, може се запазити да су највеће разлике у трајности знања ученика о одабраним садржајима уочене између K и E1 групе, затим између K и E2 групе и на крају између E1 и E2 групе.



Графикон 38 Остварене разлике између просечних вредности ученика сваке две групе: К и Е1, К и Е2 и Е1 и Е2 по когнитивним нивоима на ре-тесту

4.3.5. Разлике у знањима ученика на свим тестовима

Разлике у знањима ученика К, Е1 и Е2 групе на свака два теста посебно (пре-тесту и пост-тесту, пост-тесту и ре-тесту, пре-тесту и ре-тесту) утврђене су уз примену *Анализе варијансе поновљених мерења* и *Вилкоксеновог теста*.

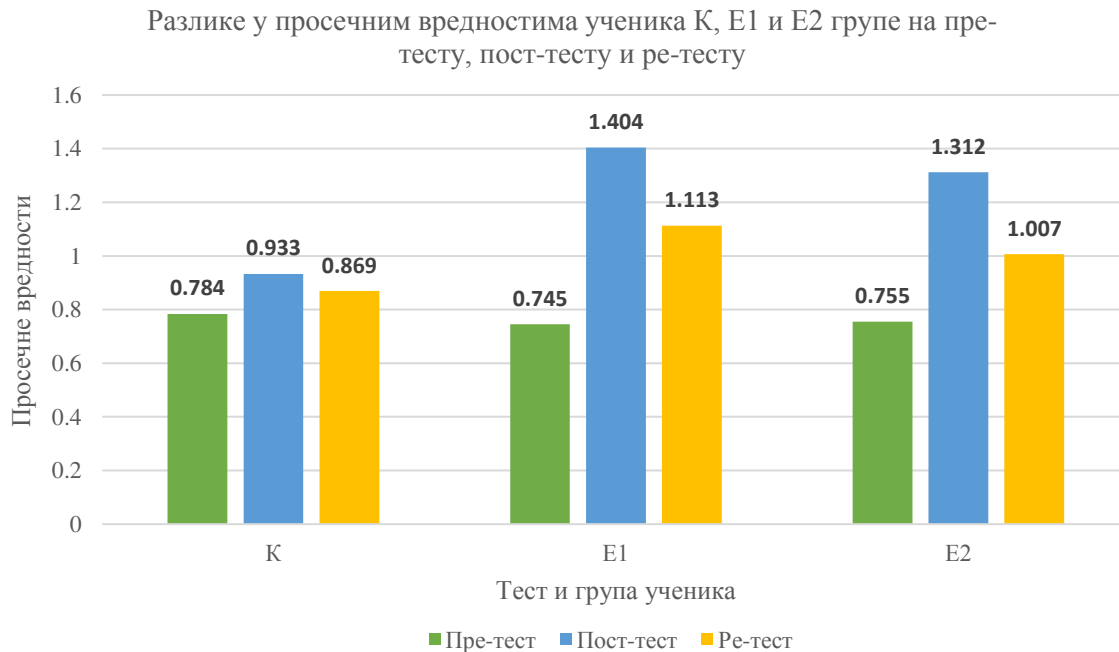
Резултати *Боксовог теста* потврдили су да су посматране коваријантне матрице зависних варијабли једнаке по групама ($F(12, 92290.154) = 1.226, p = .257$). *Моглијев тест сферичности* показује да је варијанса резултата мерења различитости популација једнака између свих могућих парова група (*Mauchly's W* (2) = .987, $p = .414, \chi^2 = 1.763$).

Резултати *Анализе варијансе поновљених мерења*, приказани у табели (Табела 50), показују да постоји статистички значајна разлика у знањима ученика К, Е1 и Е2 групе на пре-тесту, пост-тесту и ре-тесту ($Wilks' \lambda = .357, F(2.137) = 123.248, p = .000, \eta^2 = .643$). Вредност парцијалног ета квадрата (η^2) ближа је 1, што указује на чињеницу да независна варијабла утиче на зависну. Имајући наведену вредност у виду ($\eta^2 = .643$), запажен је веома велики утицај.

Табела 50 Разлике у знањима ученика К, Е1 и Е2 групе на пре-тесту, пост-тесту и ре-тесту - *Анализа варијансе поновљених мерења*

Мултиваријантни тестови ²						
Сви тестови, све групе	Вредност	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>Error df</i>	<i>p</i>	ηp^2
Pillai's Trace	.307	12.513	4.000	276.000	.000	.154
Wilks' Lambda	.696	13.611	4.000	274.000	.000	.166
Hotelling's Trace	.433	14.710	4.000	272.000	.000	.178
Roy's Largest Root	.423	29.158	2.000	138.000	.000	.297

Разлике у знању (оствареним просечним вредностима) ученика свих група на пре-тесту, пост-тесту и ре-тесту приказане су преко графикана (Графикон 39). На основу изложених података, може се запазити то да су највеће разлике у знању ученика свих група уочене између пре-теста и пост-теста, затим између пре-теста и ре-теста и на крају између пост-теста и ре-теста.



Графикон 39 Разлике у просечним вредностима ученика К, Е1 и Е2 групе на пре-тесту, пост-тесту и ре-тесту

Како би се утврдило између којих скупина тачно, односно између којих тестова постоји статистички значајна разлика у знањима ученика К, Е1 и Е2 групе, спроведена је даља анализа у оквиру *Анализе варијансе поновљених мерења*, односно анализа *Бонферони паралелна поређења*.

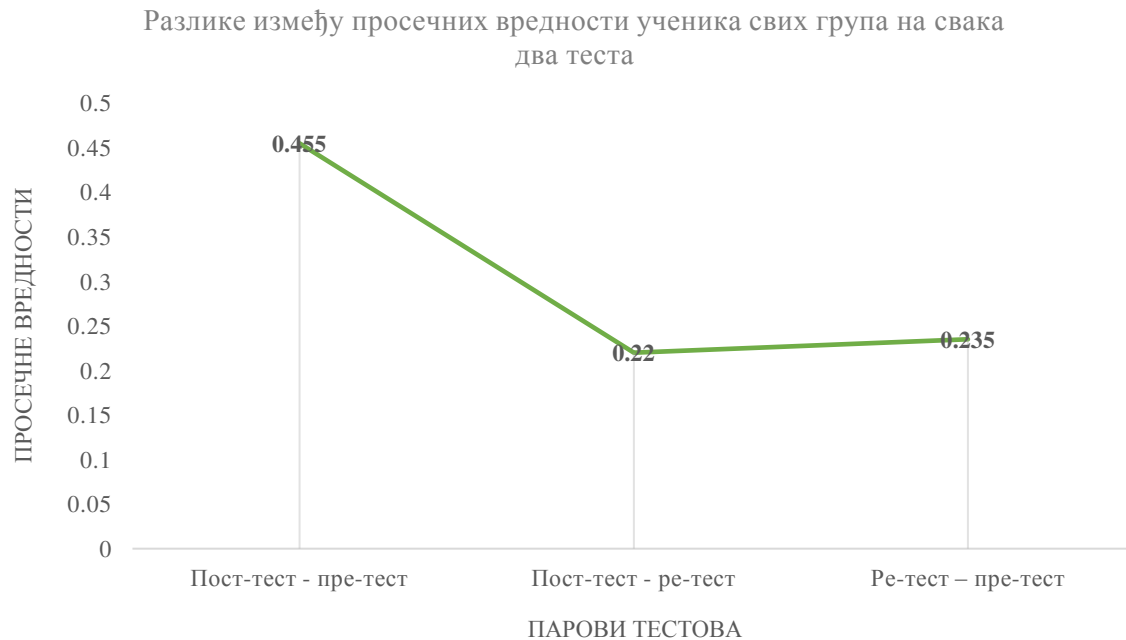
Резултати *Бонферони паралелних поређења*, приказани у табели (Табела 51), показали су да постоји статистички значајна разлика у знањима ученика К, Е1 и Е2

групе на пре-тесту и пост-тесту, пост-тесту и ре-тесту, пре-тесту и ре-тесту ($p < .05$).

Табела 51 Разлике у знањима ученика К, Е1 и Е2 групе на пре-тесту - пост-тесту, пост-тесту - ре-тесту и пре-тесту - ре-тесту - *Бонферони паралелна поређења*

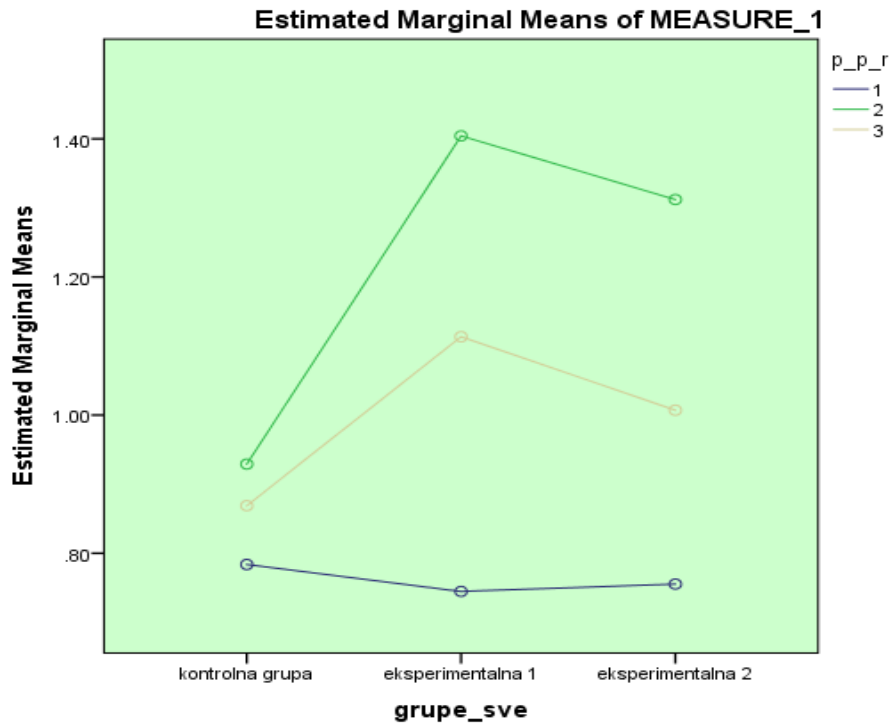
Бонферони паралелна поређења				
Све групе (К, Е1, Е2)		<i>M</i>	<i>SE</i>	<i>p</i>
Пре-тест	Пост-тест	-.455	.029	.000
	Ре-тест	-.235	.028	.000
Пост-тест	Пре-тест	.455	.029	.000
	Ре-тест	.220	.026	.000
Ре-тест	Пре-тест	.235	.028	.000
	Пост-тест	-.220	.026	.000

Разлике у знањима ученика К, Е1 и Е2 групе на свака два теста (пре-тесту - пост-тесту, пост-тесту - ре-тесту и пре-тесту - ре-тесту) приказане су и преко графикана (Графикон 40). На основу ових резултата, може се потврдити претходно изнета чињеница, односно може се закључити да највећа разлика у знању ученика свих група постоји на пре-тесту - пост-тесту, затим на пре-тесту - ре-тесту и на крају на пост-тесту – ре-тесту.



Графикон 40 Разлике између просечних вредности ученика К, Е1 и Е2 групе на свака два теста: пре-тесту - пост-тесту, пост-тесту - ре-тесту и пре-тесту - ре-тесту

На основу резултата, приказаних преко графика (Графикон 41), који показују паралелна поређења знања ученика К, Е1 и Е2 групе са свака два теста (пре-тест – пост-тест, пост-тест – ре-тест, пре-тест – ре-тест), може се закључити да су ученици свих група остварили најквалитетнија знања на пост-тесту (највише тачке на графикону 41), затим на ре-тесту (средње тачке на графикону 41) и на крају на пре-тесту (најниже тачке на графикону 41), уз постојање статистички значајне разлике између тестова.



Графикон 41 Разлике у знањима ученика К, Е1 и Е2 групе на пре-тесту, пост-тесту и ре-тесту на свим тестовима - *Анализа варијансе поновљених мерења – Ознака (дијаграм) за средњу вредност*

Како би се проверила и потврдила уочена статистички значајна разлика у знањима ученика К, Е1 и Е2 групе на пре-тесту, пост-тесту и ре-тесту примењен је *Вилкосонов тест*.

Резултати *Вилкосоновог теста*, приказани у табели (Табела 52), показали су да постоји статистички значајна разлика у знањима ученика К, Е1 и Е2 групе на пре-тесту и пост-тесту ($Z = -9.031$, $p = .000$, са величином утицаја $r = .76$), пост-тесту и ре-тесту ($Z = -6.750$, $p = .000$, са величином утицаја $r = .57$), пре-тесту и ре-тесту ($Z = -6.811$, $p = .000$, са величином утицаја $r = .57$).

Табела 52 Разлике у знањима ученика К, Е1 и Е2 групе на пре-тесту - пост-тесту, пост-тесту – ре-тесту, пре-тесту и ре-тесту - *Вилкоксонев тест*

Тестови		Рангови			Вилкоксонев тест	
		N	Средњи ранг	Сума рангова	Z	p
Пост-тест	Негативни рангови	9	21.75	174.00	-9.031	.000
	Пре-тест	Позитивни рангови	111	62.76		
	Везе	22				
	Укупно	141				
Ре-тест	Негативни рангови	90	57.97	5217.00	-6.750	.000
Пост-тест	Позитивни рангови	19	40.95	778.00		
	Везе	32				
	Укупно	141				
Ре-тест	Негативни рангови	21	42.38	890.00	-6.811	.000
Пре-тест	Позитивни рангови	93	60.91	5665.00		
	Везе	27				
	Укупно	141				

Даљом анализом желело се утврдити између којих група: К и Е1, К и Е2 и Е1 и Е2 постоји статистички значајна разлика између свака два теста. За потребе ове анализе коришћена је *Анализа варијансе поновљених мерења*.

Резултати *Анализе варијансе поновљених мерења*, приказани у табели (Табела 53), показали су да постоји статистички значајна разлика у знањима ученика К и Е1 групе на пре-тесту и пост-тесту, пост-тесту и ре-тесту, пре-тесту и ре-тесту ($p < .05$).

Табела 53 Разлике у знањима ученика К и Е1 групе на пре-тесту - пост-тесту, пост-тесту – ре-тесту, пре-тесту и ре-тесту - *Анализа варијансе поновљених мерења*

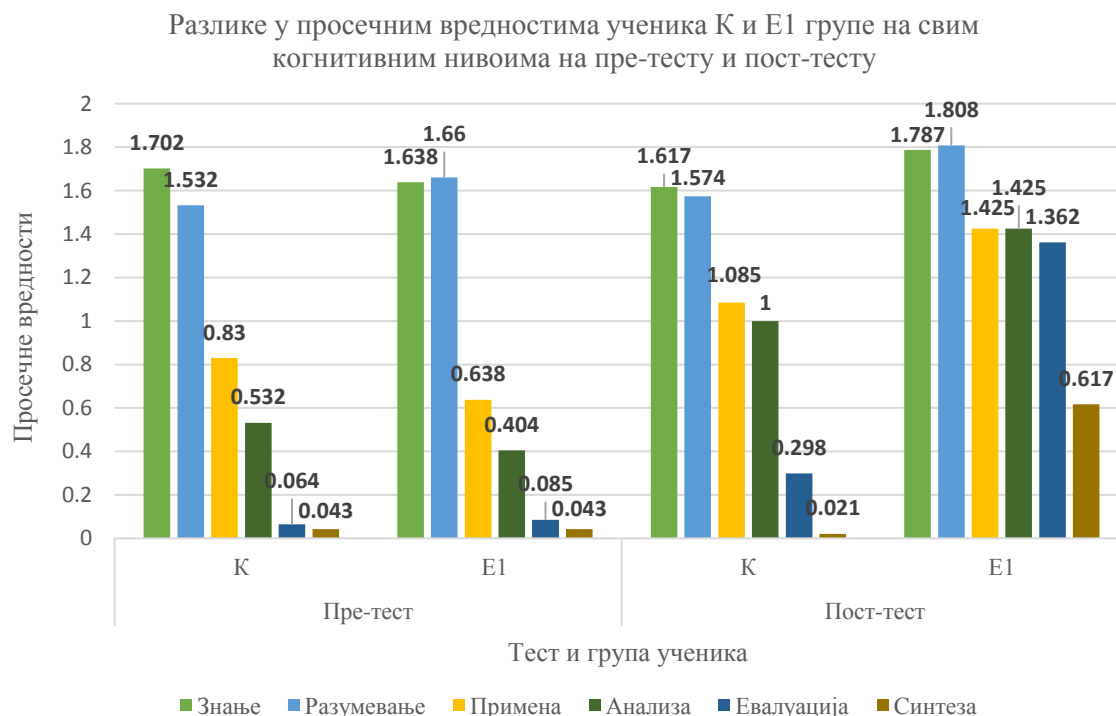
Тестови	К - Е1			
	Willk λ	F	p	η^2
Пре-тест – пост-тест	.637	52.525	.000	.363
Пост-тест – ре-тест	.885	12.001	.001	.115
Пре-тест – ре-тест	.830	18.889	.000	.170

Резултати *Анализе варијансе поновљених мерења*, приказани у табели (Табела 54), показали су да постоји статистички значајна разлика у знањима (просечним вредностима) ученика К и Е1 групе на пре-тесту и пост-тесту на когнитивном нивоу: знање, примена, анализа, евалуација и синтеза ($p < .05$).

Табела 54 Разлике у знањима ученика К и Е1 групе на пре-тесту и пост-тесту на свим когнитивним нивоима - *Анализа варијансе поновљених мерења*

Пре-тест – пост-тест	К - Е1			
	Wilk λ	F	p	η^2
Знање	.944	5.478	.021	.056
Разумевање	.991	.819	.368	.009
Примена	.880	12.533	.001	.120
Анализа	.843	17.105	.000	.157
Евалуација	.597	62.118	.000	.403
Синтеза	.341	31.360	.000	.254

Резултати, који показују разлике у просечним вредностима ученика К и Е1 групе на пре-тесту и пост-тесту на свим когнитивним нивоима, приказани су преко графикана (Графикон 42).



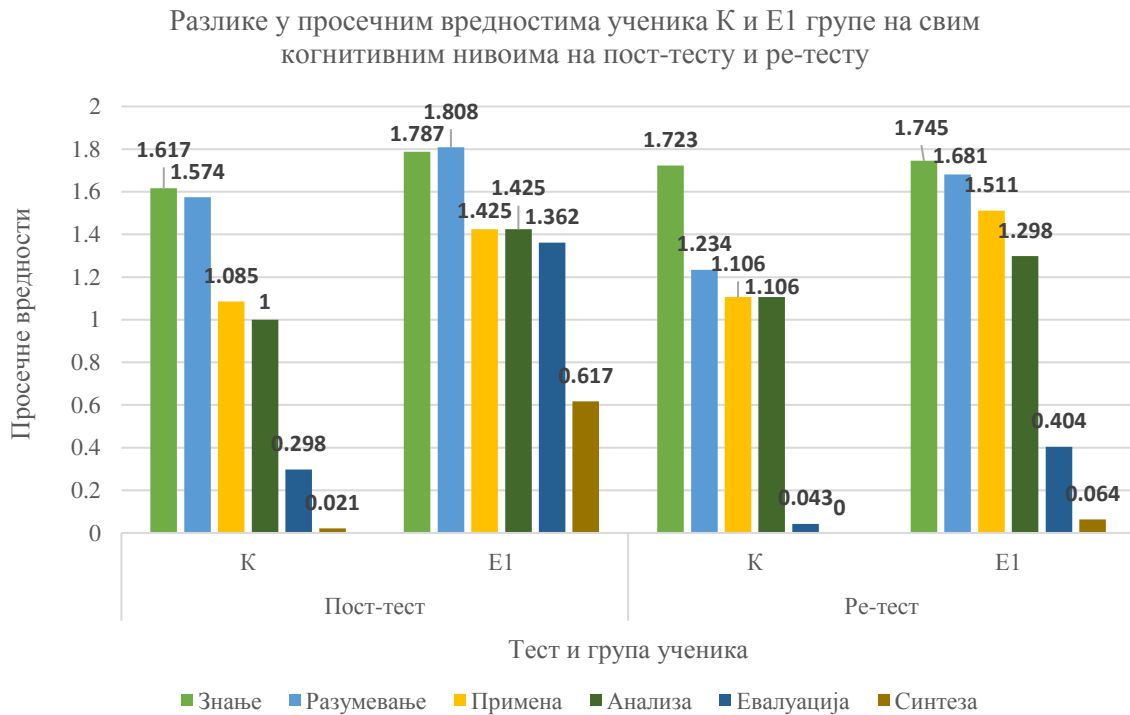
Графикон 42 Разлике у просечним вредностима ученика К и Е1 групе на пре-тесту и пост-тесту на свим когнитивним нивоима

Резултати *Анализе варијансе поновљених мерења*, приказани у табели (Табела 55), показали су да постоји статистички значајна разлика у знањима ученика К и Е1 групе на пост-тесту и ре-тесту на когнитивном нивоу: разумевање, евалуација и синтеза ($p < .05$).

Табела 55 Разлике у знањима ученика К и Е1 групе на пост-тесту и ре-тесту на свим когнитивним нивоима - *Анализа варијансе поновљених мерења*

Пост-тест – ре-тест	К - Е1			
	Willk λ	F	p	ηp^2
Знање	.972	2.609	.110	.028
Разумевање	.045	4.114	.045	.043
Примена	.998	.197	.658	.002
Анализа	.977	2.205	.141	.023
Евалуација	.795	23.764	.000	.205
Синтеза	.737	32.895	.000	.263

Резултати, који показују разлике у просечним вредностима ученика К и Е1 групе на пост-тесту и ре-тесту на свим когнитивним нивоима, приказани су преко графикана (Графикон 43).



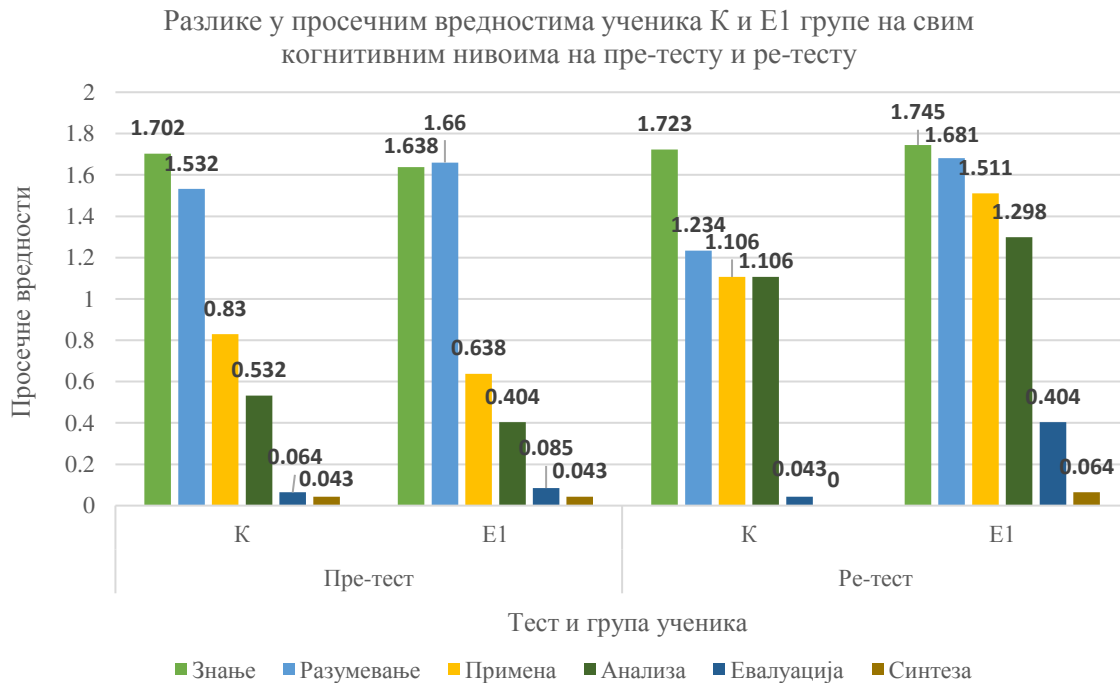
Графикон 43 Разлике у просечним вредностима ученика К и Е1 групе на пост-тесту и ре-тесту на свим когнитивним нивоима

Резултати *Анализе варијансе поновљених мерења*, приказани у табели (Табела 56), показали су да постоји статистички значајна разлика у знањима ученика К и Е1 групе на пре-тесту и ре-тесту на когнитивном нивоу: разумевање, примена и евалуација ($p < .05$).

Табела 56 Разлике у знањима ученика К и Е1 групе на пре-тесту и ре-тесту на свим когнитивним нивоима - *Анализа варијансе поновљених мерења*

Пост-тест – ре-тест	К - Е1			
	Willk λ	F	p	η^2
Знање	.993	.615	.435	.007
Разумевање	.928	7.148	.009	.072
Примена	.854	15.776	.000	.146
Анализа	.960	3.800	.054	.040
Евалуација	.902	9.946	.002	.098
Синтеза	.986	1.278	.261	.014

Резултати, који показују разлике у просечним вредностима ученика К и Е1 групе на пре-тесту и ре-тесту на свим когнитивним нивоима, приказани су преко графикана (Графикон 44).



Графикон 44 Разлике у просечним вредностима ученика К и Е1 групе на пре-тесту и ре-тесту на свим когнитивним нивоима

Резултати *Анализе варијансе поновљених мерења*, приказани у табели (Табела 57), показали су да постоји статистички значајна разлика у знањима ученика К и Е2 групе на пре-тесту и пост-тесту, пост-тесту и ре-тесту, пре-тесту и ре-тесту ($p < .05$).

Табела 57 Разлике у знањима ученика К и Е2 групе на пре-тесту - пост-тесту, пост-тесту – ре-тесту, пре-тесту и ре-тесту - *Анализа варијансе поновљених мерења*

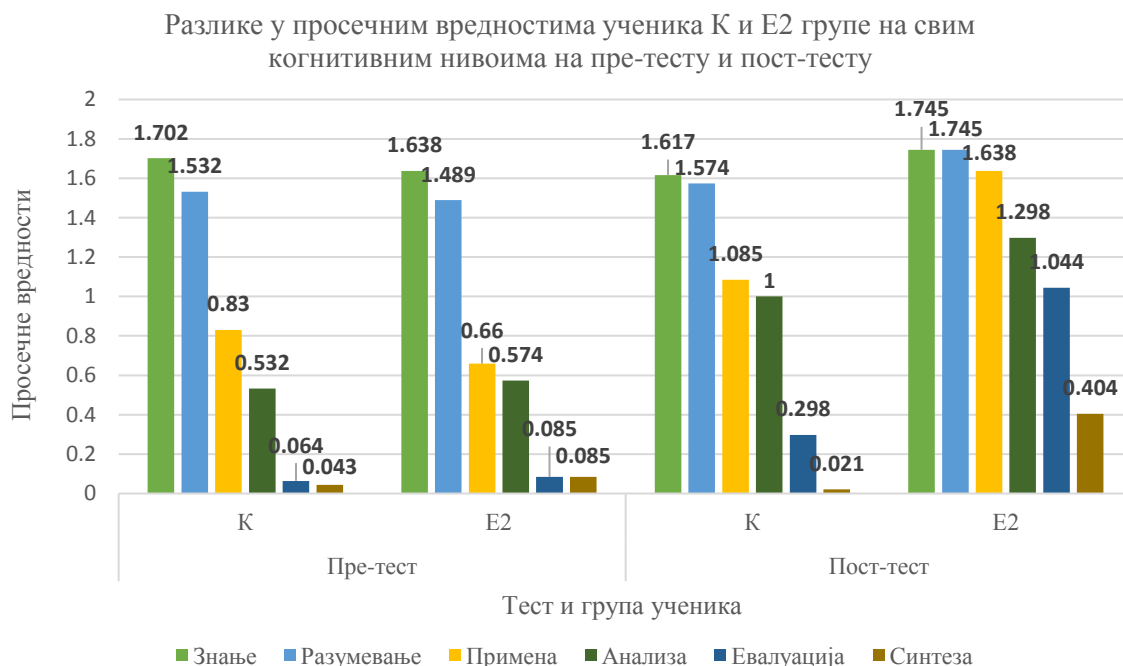
Тестови	К – Е2			
	Willk λ	F	p	η^2
Пре-тест – пост-тест	.689	41.617	.000	.311
Пост-тест – ре-тест	.853	15.838	.000	.147
Пре-тест – ре-тест	.942	5.638	.020	.058

Резултати *Анализе варијансе поновљених мерења*, приказани у табели (Табела 58), показали су да постоји статистички значајна разлика у знањима ученика К и Е2 групе на пре-тесту и пост-тесту на когнитивном нивоу: примена, евалуација и синтеза ($p < .05$).

Табела 58 Разлике у знањима ученика К и Е2 групе на пре-тесту и пост-тесту на свим когнитивним нивоима - *Анализа варијансе поновљених мерења*

Пре-тест – пост-тест	К – Е2			
	Willk λ	F	p	η^2
Знање	.959	3.939	.050	.041
Разумевање	.972	2.656	.107	.028
Примена	.781	25.764	.000	.219
Анализа	.960	3.798	.054	.040
Евалуација	.697	39.922	.000	.303
Синтеза	.886	11.823	.001	.114

Резултати, који показују разлике у просечним вредностима ученика К и Е2 групе на пре-тесту и пост-тесту на свим когнитивним нивоима, приказани су преко графикана (Графикон 45).



Графикон 45 Разлике у просечним вредностима ученика К и Е2 групе на пре-тесту и пост-тесту на свим когнитивним нивоима

Резултати *Анализе варијансе поновљених мерења*, приказани у табели (Табела 59), показали су да постоји статистички значајна разлика у знањима ученика К и Е2 групе на пост-тесту и ре-тесту на когнитивном нивоу: примена, евалуација и синтеза ($p < .05$).

Табела 59 Разлике у знањима ученика К и Е2 групе на пост-тесту и ре-тесту на свим когнитивним нивоима - *Анализа варијансе поновљених мерења*

Пост-тест – ре-тест	К – Е2			
	Willk λ	F	p	η^2
Знање	.977	2.143	.147	.023
Разумевање	.983	1.608	.208	.017
Примена	.935	6.393	.013	.065
Анализа	.985	1.364	.246	.015
Евалуација	.787	24.837	.000	.213
Синтеза	.850	16.274	.000	.150

Резултати, који показују разлике у просечним вредностима ученика К и Е2 групе на пост-тесту и ре-тесту на свим когнитивним нивоима, приказани су преко графика (Графикон 46).



Графикон 46 Разлике у просечним вредностима ученика К и Е2 групе на пост-тесту и ре-тесту на свим когнитивним нивоима

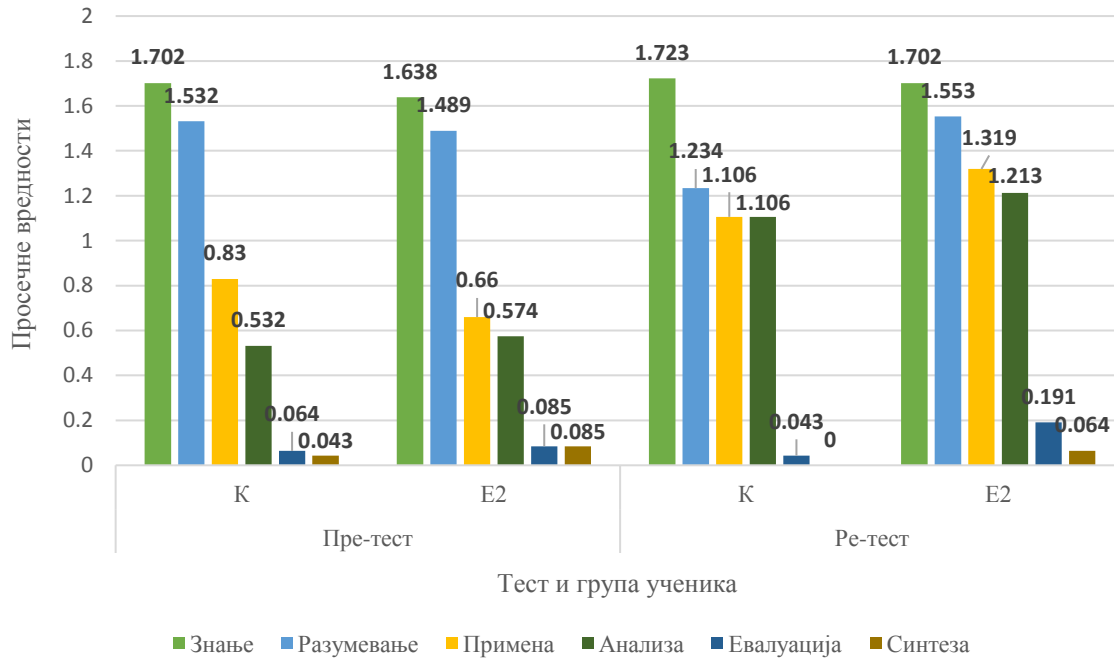
Резултати *Анализе варијансе поновљених мерења*, приказани у табели (Табела 60), показали су да постоји статистички значајна разлика у знањима ученика К и Е2 групе на пре-тесту и ре-тесту на когнитивном нивоу: разумевање и примена ($p < .05$).

Табела 60 Разлике у знањима ученика К и Е2 групе на пре-тесту и ре-тесту на свим когнитивним нивоима - *Анализа варијансе поновљених мерења*

Пре-тест – ре-тест	К – Е2			
	Willk λ	F	p	η^2
Знање	.998	.180	.673	.002
Разумевање	.930	6.960	.010	.070
Примена	.935	6.348	.013	.065
Анализа	.999	.125	.724	.001
Евалуација	.972	2.620	.109	.028
Синтеза	.998	.142	.707	.002

Резултати, који показују разлике у просечним вредностима ученика К и Е2 групе на пре-тесту и ре-тесту на свим когнитивним нивоима, приказани су преко графикана (Графикон 47).

Разлике у просечним вредностима ученика К и Е2 групе на свим когнитивним нивоима на пре-тесту и ре-тесту



Графикон 47 Разлике у просечним вредностима ученика К и Е2 групе на пре-тесту и ре-тесту на свим когнитивним нивоима

Резултати *Анализе варијансе поновљених мерења*, приказани у табели (Табела 61), показали су да не постоји статистички значајна разлика у знањима ученика Е1 и Е2 групе на пре-тесту и пост-тесту, пост-тесту и ре-тесту, пре-тесту и ре-тесту ($p > .05$).

Табела 61 Разлике у знањима ученика Е1 и Е2 групе на пре-тесту - пост-тесту, пост-тесту – ре-тесту, пре-тесту и ре-тесту - *Анализа варијансе поновљених мерења*

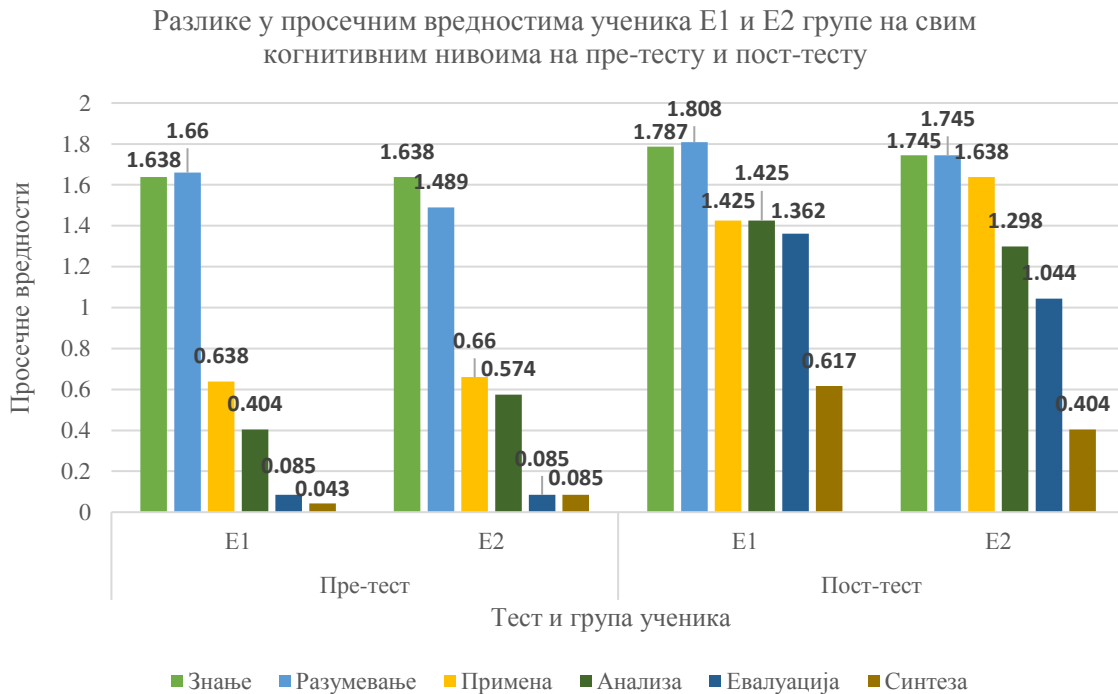
Тестови	Е1 – Е2			
	Willk λ	F	p	η^2
Пре-тест – пост-тест	.981	1.742	.190	.019
Пост-тест – ре-тест	1.000	.046	.831	.000
Пре-тест – ре-тест	.968	3.066	.083	.032

Резултати *Анализе варијансе поновљених мерења*, приказани у табели (Табела 62), показали су да постоји статистички значајна разлика у знањима ученика Е1 и Е2 групе на пре-тесту и пост-тесту на когнитивном нивоу: анализа и евалуација ($p < .05$).

Табела 62 Разлике у знањима ученика E1 и E2 групе на пре-тесту и пост-тесту на свим когнитивним нивоима - *Анализа варијансе поновљених мерења*

Пре-тест – пост-тест	E1 – E2			
	Willk λ	F	p	ηp^2
Знање	.998	.212	.646	.002
Разумевање	.990	.910	.343	.010
Примена	.982	1.692	.197	.018
Анализа	.959	3.965	.049	.041
Евалуација	.950	4.859	.020	.050
Синтеза	.963	3.550	.063	.037

Резултати, који показују разлике у просечним вредностима ученика E1 и E2 групе на пре-тесту и пост-тесту на свим когнитивним нивоима, приказани су преко графикана (Графикон 48).



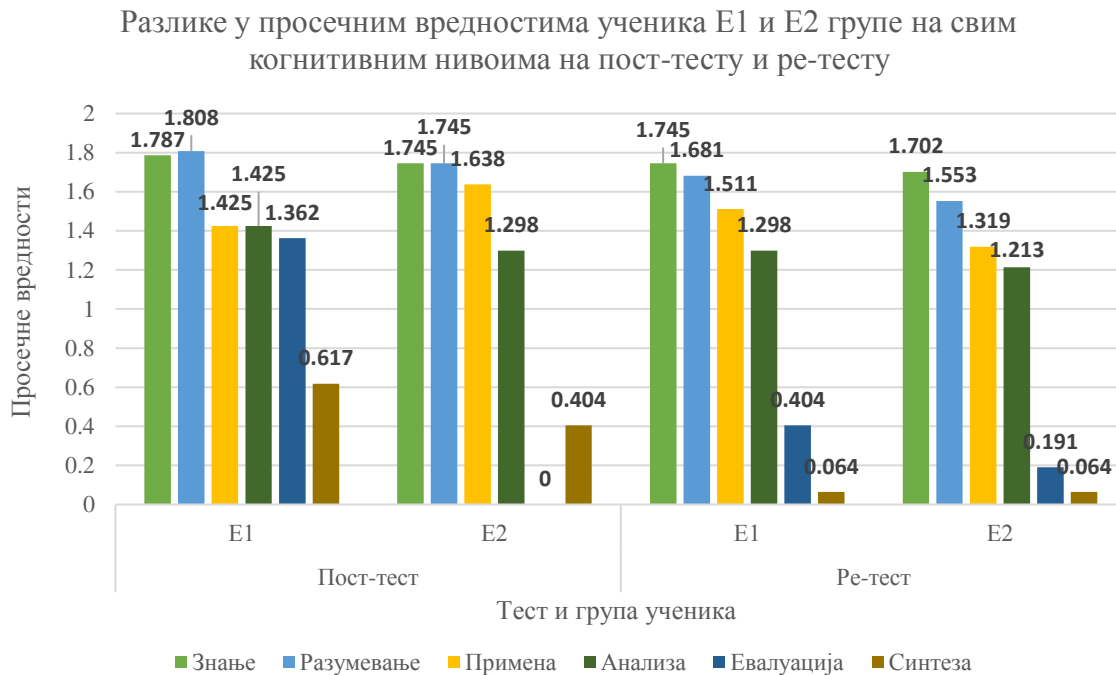
Графикон 48 Разлике у просечним вредностима ученика E1 и E2 групе на пре-тесту и пост-тесту на свим когнитивним нивоима

Резултати *Анализе варијансе поновљених мерења*, приказани у табели (Табела 63), показали су да постоји статистички значајна разлика у знањима ученика E1 и E2 групе на пост-тесту и ре-тесту на когнитивном нивоу примене ($p < .05$).

Табела 63 Разлике у знањима ученика E1 и E2 групе на пост-тесту и ре-тесту на свим когнитивним нивоима - *Анализа варијансе поновљених мерења*

Пост-тест – ре-тест	E1 – E2			
	Willk λ	F	p	ηp^2
Знање	1.000	.000	1.000	.000
Разумевање	.995	.429	.514	.005
Примена	.886	11.828	.001	.114
Анализа	.999	.091	.763	.001
Евалуација	.995	.491	.485	.005
Синтеза	.966	3.244	.075	.034

Резултати, који показују разлике у просечним вредностима ученика E1 и E2 групе на пост-тесту и ре-тесту на свим когнитивним нивоима, приказани су преко графикана (Графикон 49).



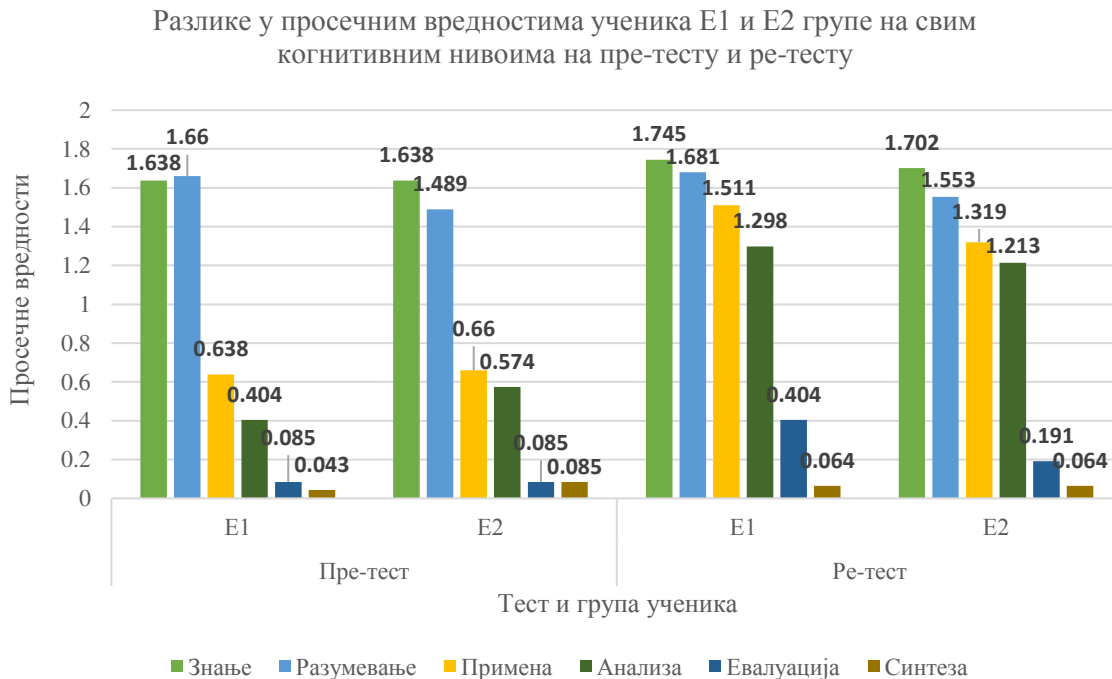
Графикон 49 Разлике у просечним вредностима ученика E1 и E2 групе на пост-тесту и ре-тесту на свим когнитивним нивоима

Резултати *Анализе варијансе поновљених мерења*, приказани у табели (Табела 64), показали су да не постоји статистички значајна разлика у знањима ученика E1 и E2 групе на пре-тесту и ре-тесту ($p > .05$).

Табела 64 Разлике у знањима ученика E1 и E2 групе на пре-тесту и ре-тесту на свим когнитивним нивоима - *Анализа варијансе поновљених мерења*

Пре-тест – ре-тест	E1 – E2			
	Willk λ	F	p	η^2
Знање	.998	.155	.695	.002
Разумевање	.999	.109	.742	.001
Примена	.976	2.235	.138	.024
Анализа	.967	3.110	.081	.033
Евалуација	.964	3.412	.068	.036
Синтеза	.996	.393	.532	.004

Резултати, који показују разлике у просечним вредностима ученика E1 и E2 групе на пре-тесту и ре-тесту на свим когнитивним нивоима, приказани су преко графикана (Графикон 50).



Графикон 50 Разлике у просечним вредностима ученика E1 и E2 групе на пре-тесту и ре-тесту на свим когнитивним нивоима

Како би се утврдиле разлике у знањима ученика унутар сваке групе (K, E1 и E2) између свака два теста (пре-тесту и пост-тесту, пост-тесту и ре-тесту, пре-тесту и ре-тесту), примењени су такође *Анализа варијансе поновљених мерења* и *Вилкоксон тест*.

Резултати *Анализе варијансе поновљених мерења* приказани у табели (Табела 65), показали су да постоји статистички значајна разлика у знањима ученика К групе само између пре-теста и пост-теста ($p < .05$).

Табела 65 Разлике у знањима ученика К групе између пре-теста и пост-теста, пост-теста и ре-теста и пре-теста и ре-теста - *Анализа варијансе поновљених мерења*

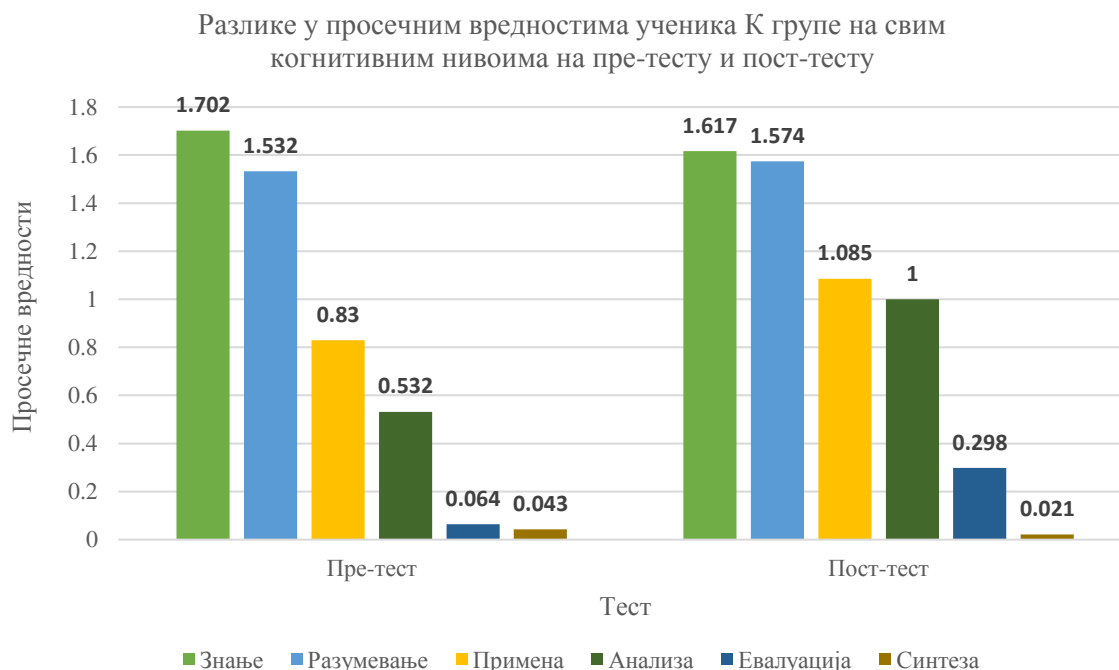
Тестови	К			
	Willk λ	<i>F</i>	<i>p</i>	ηp^2
Пре-тест – пост-тест	.750	15.351	.000	.250
Пост-тест – ре-тест	.953	2.280	.138	.047
Пре-тест – ре-тест	.973	3.068	.087	.063

Резултати *Анализе варијансе поновљених мерења*, приказани у табели (Табела 66), показали су да постоји статистички значајна разлика у знањима ученика К групе између пре-теста и пост-теста на когнитивном нивоу: примена, анализа и евалуација ($p < .05$).

Табела 66 Разлике у знањима ученика К групе између пре-теста и пост-теста на свим когнитивним нивоима - *Анализа варијансе поновљених мерења*

Пре-тест – пост-тест	К			
	Willk λ	<i>F</i>	<i>p</i>	ηp^2
Знање	.972	1.343	.252	.028
Разумевање	.996	.197	.660	.004
Примена	.882	6.145	.017	.018
Анализа	.571	34.571	.000	.429
Евалуација	.802	11.359	.002	.198
Синтеза	.993	.329	.569	.007

Резултати, који показују разлике у просечним вредностима ученика К групе на пре-тесту и пост-тесту на свим когнитивним нивоима, приказани су преко графикана (Графикон 51).



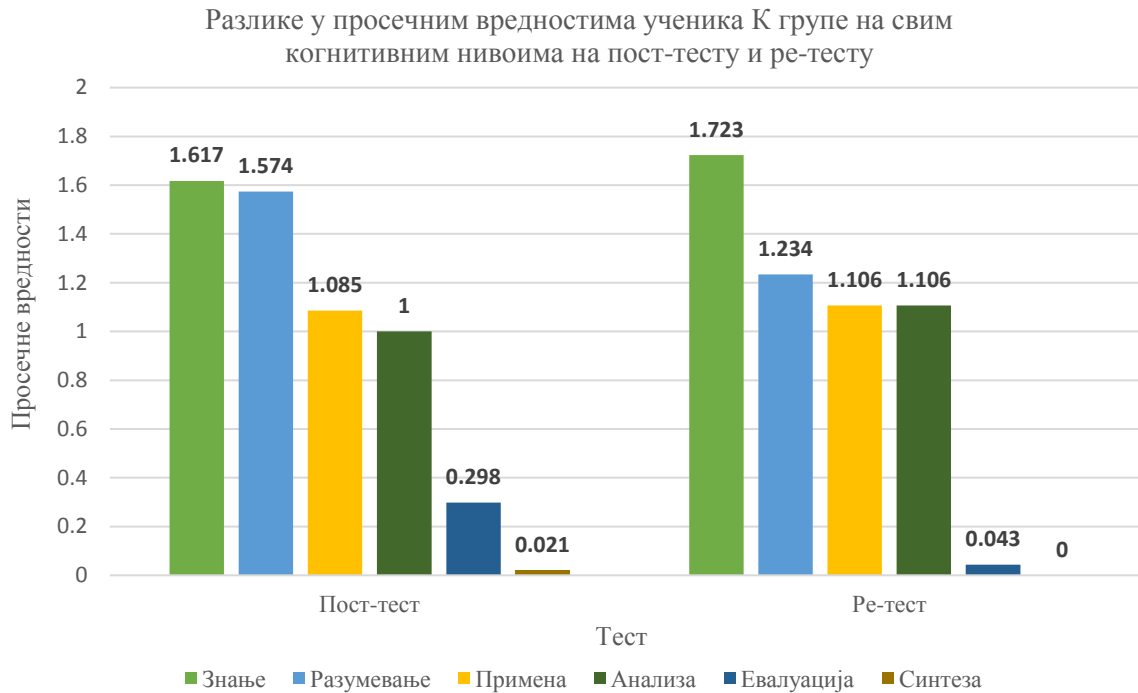
Графикон 51 Разлике у просечним вредностима ученика К групе на пре-тесту и пост-тесту на свим когнитивним нивоима

Резултати *Анализе варијансе поновљених мерења*, приказани у табели (Табела 67), показали су да постоји статистички значајна разлика у знањима ученика К групе између пост-теста и ре-теста само на когнитивном нивоу разумевања ($p < .05$).

Табела 67 Разлике у знањима ученика К групе између пост-теста и ре-теста на свим когнитивним нивоима - *Анализа варијансе поновљених мерења*

Пост-тест – ре-тест	К			
	Willk λ	F	p	η^2
Знање	.959	1.962	.168	.041
Разумевање	.752	15.136	.000	.248
Примена	.999	.036	.850	.001
Анализа	.985	.710	.404	.015
Евалуација	.809	10.895	.426	.191
Синтеза	.979	1.000	.323	.021

Резултати, који показују разлике у просечним вредностима ученика К групе на пост-тесту и ре-тесту на свим когнитивним нивоима, приказани су преко графикана (Графикон 52).



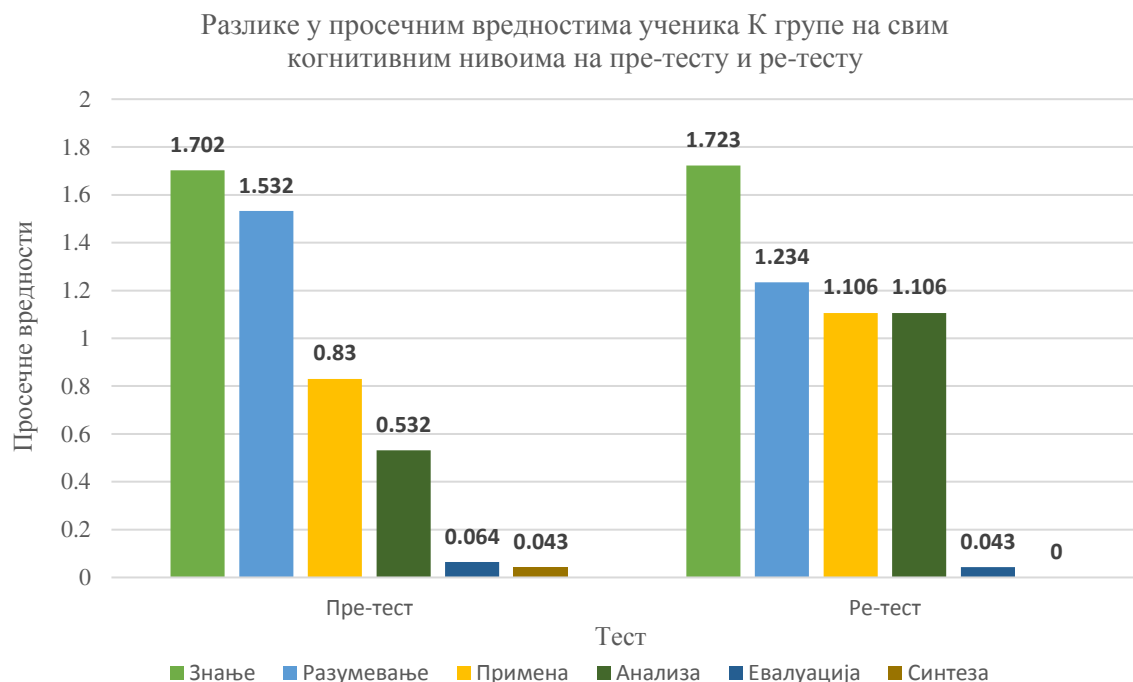
Графикон 52 Разлике у просечним вредностима ученика К групе на пост-тесту и ре-тесту на свим когнитивним нивоима

Резултати *Анализе варијансе поновљених мерења*, приказани у табели (Табела 68), показали су да постоји статистички значајна разлика у знањима ученика К групе између пре-теста и ре-теста на когнитивном нивоу: разумевање, примена, анализа ($p < .05$).

Табела 68 Разлике у знањима ученика К групе између пре-теста и ре-теста на свим когнитивним нивоима - *Анализа варијансе поновљених мерења*

Пре-тест – ре-тест	К			
	Willk λ	F	p	η^2
Знање	.998	.089	.767	.002
Разумевање	.810	10.759	.002	.190
Примена	.884	6.036	.018	.116
Анализа	.728	17.197	.000	.272
Евалуација	.996	.197	.660	.004
Синтеза	.957	2.044	.160	.043

Резултати, који показују разлике у просечним вредностима ученика К групе на пре-тесту и ре-тесту на свим когнитивним нивоима, приказани су преко графикана (Графикон 53).



Графикон 53 Разлике у просечним вредностима ученика К групе на пре-тесту и ре-тесту на свим когнитивним нивоима

Резултати *Анализе варијансе поновљених мерења*, приказани у табели (Табела 69), показали су да постоји статистички значајна разлика у знањима ученика Е1 групе између пре-теста и пост-теста, пост-теста и ре-теста, пре-теста и ре-теста ($p < .05$).

Табела 69 Разлике у знањима ученика Е1 групе између пре-теста и пост-теста, пост-теста и ре-теста и пре-теста и ре-теста - *Анализа варијансе поновљених мерења*

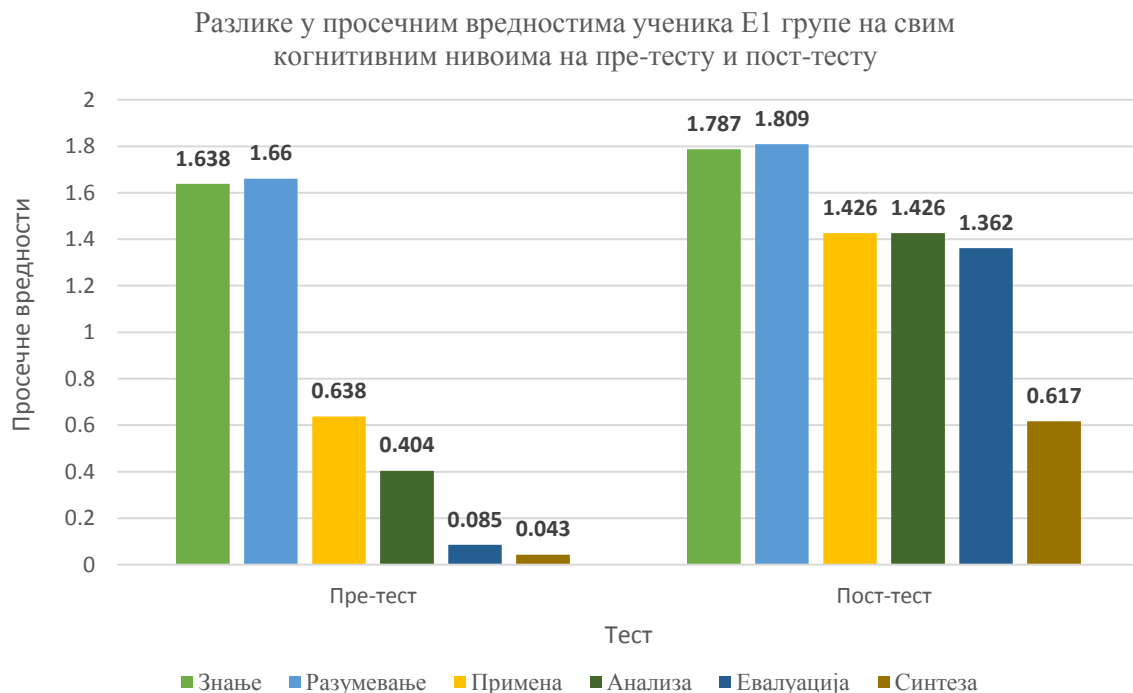
Тестови	Е1			
	Willk λ	F	p	η^2
Пре-тест – пост-тест	.271	123.615	.000	.729
Пост-тест – ре-тест	.577	33.759	.000	.432
Пре-тест – ре-тест	.391	71.588	.000	.609

Резултати *Анализе варијансе поновљених мерења*, приказани у табели (Табела 70), показали су да постоји статистички значајна разлика у знањима ученика Е1 групе између пре-теста и пост-теста на когнитивном нивоу: знање, разумевање, примена, анализа, евалуација и синтеза ($p < .05$).

Табела 70 Разлике у знањима ученика Е1 групе између пре-теста и пост-теста на свим когнитивним нивоима - *Анализа варијансе поновљених мерења*

Пре-тест – пост-тест	Е1			
	Willk λ	F	p	ηp^2
Знање	.905	4.816	.033	.095
Разумевање	.905	4.816	.033	.095
Примена	.470	51.788	.000	.530
Анализа	.338	90.276	.000	.662
Евалуација	.264	128.571	.000	.736
Синтеза	.581	33.202	.000	.419

Резултати, који показују разлике у просечним вредностима ученика Е1 групе на пре-тесту и пост-тесту на свим когнитивним нивоима, приказани су преко графикана (Графикон 54).



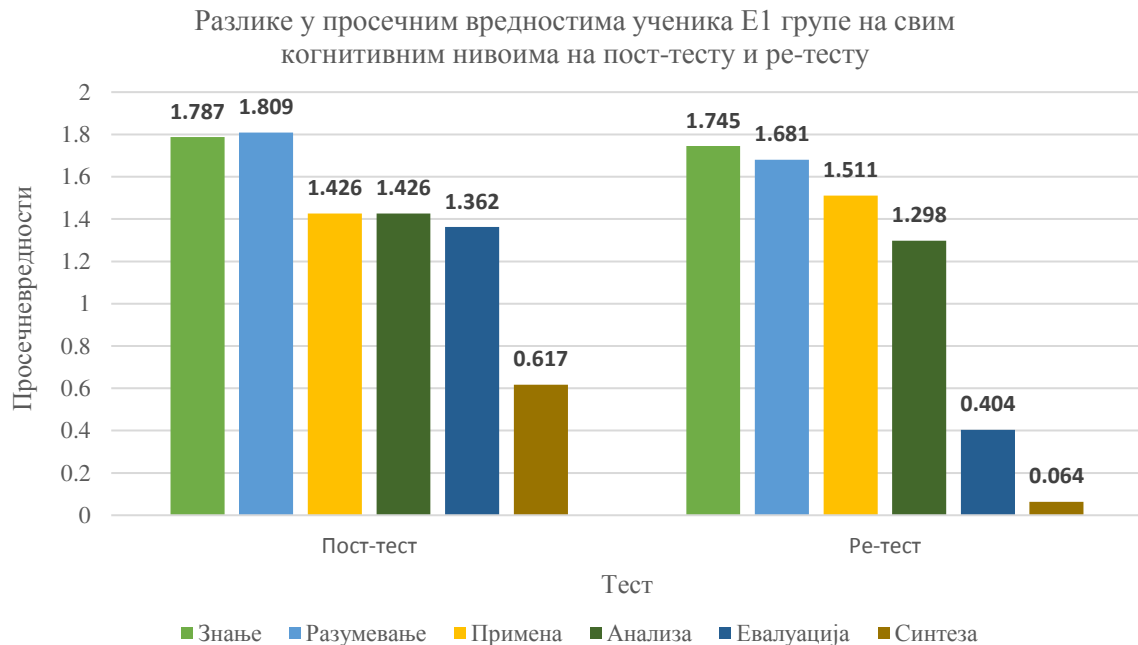
Графикон 54 Разлике у просечним вредностима ученика Е1 групе на пре-тесту и пост-тесту на свим когнитивним нивоима

Резултати *Анализе варијансе поновљених мерења*, приказани у табели (Табела 71), показали су да постоји статистички значајна разлика у знањима ученика Е1 групе између пост-теста и ре-теста на когнитивном нивоу: разумевање, евалуација и синтеза ($p < .05$).

Табела 71 Разлике у знањима ученика Е1 групе између пост-теста и ре-теста на свим когнитивним нивоима - *Анализа варијансе поновљених мерења*

Пост-тест – ре-тест	Е1			
	Willk λ	F	p	η^2
Знање	.986	.662	.420	.014
Разумевање	.904	4.871	.032	.096
Примена	.981	.887	.351	.019
Анализа	.962	1.832	.183	.038
Евалуација	.426	62.100	.000	.574
Синтеза	.551	37.556	.000	.449

Резултати, који показују разлике у просечним вредностима ученика Е1 групе на пост-тесту и ре-тесту на свим когнитивним нивоима, приказани су преко графикана (Графикон 55).



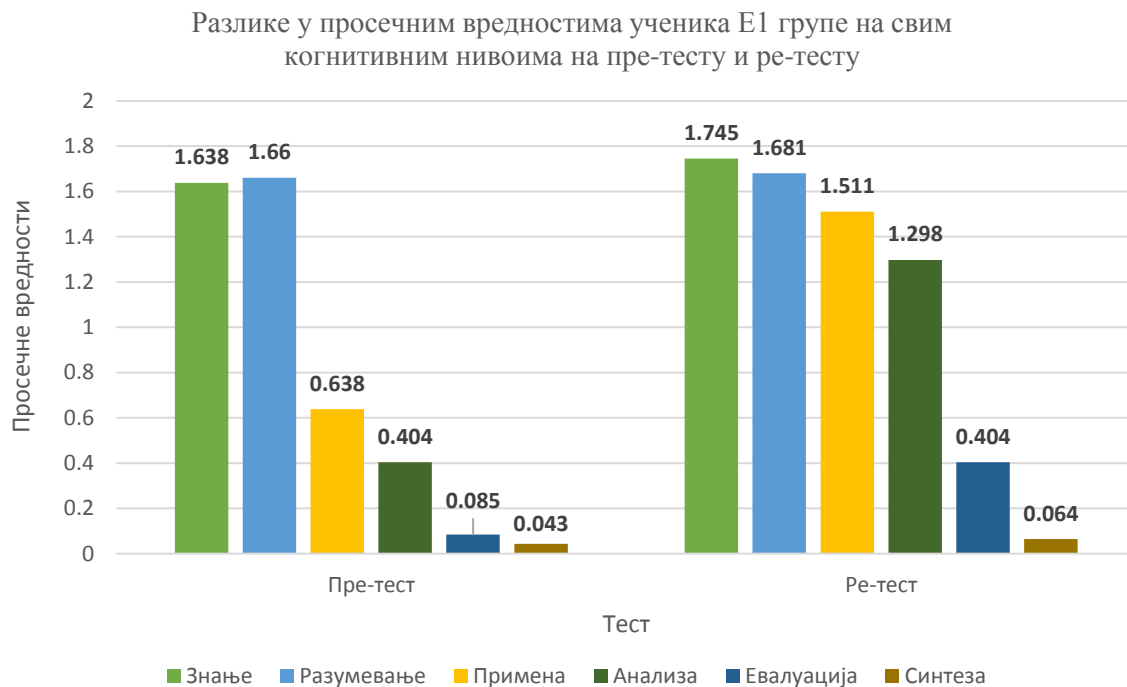
Графикон 55 Разлике у просечним вредностима ученика Е1 групе на пост-тесту и ре-тесту на свим когнитивним нивоима

Резултати *Анализе варијансе поновљених мерења*, приказани у табели (Табела 72), показали су да постоји статистички значајна разлика у знањима ученика Е1 групе између пре-теста и ре-теста на когнитивном нивоу: примена, анализа и евалуација ($p < .05$).

Табела 72 Разлике у знањима ученика Е1 групе између пре-теста и ре-теста на свим когнитивним нивоима - *Анализа варијансе поновљених мерења*

Пре-тест – ре-тест	Е1			
	Willk λ	F	p	η^2
Знање	.965	1.691	.200	.035
Разумевање	.998	.075	.785	.002
Примена	.373	77.481	.000	.627
Анализа	.305	104.837	.000	.695
Евалуација	.809	10.895	.002	.191
Синтеза	.996	.197	.660	.004

Резултати, који показују разлике у просечним вредностима ученика Е1 групе на пре-тесту и ре-тесту на свим когнитивним нивоима, приказани су преко графикана (Графикон 56).



Графикон 56 Разлике у просечним вредностима ученика Е1 групе на пре-тесту и ре-тесту на свим когнитивним нивоима

Резултати *Анализе варијансе поновљених мерења*, приказани у табели (Табела 73), показали су да постоји статистички значајна разлика у знањима ученика Е2 групе између пре-теста и пост-теста, пост-теста и ре-теста, пре-теста и ре-теста ($p < .05$).

Табела 73 Разлике у знањима ученика Е2 групе између пре-теста и пост-теста, пост-теста и ре-теста и пре-теста и ре-теста - *Анализа варијансе поновљених мерења*

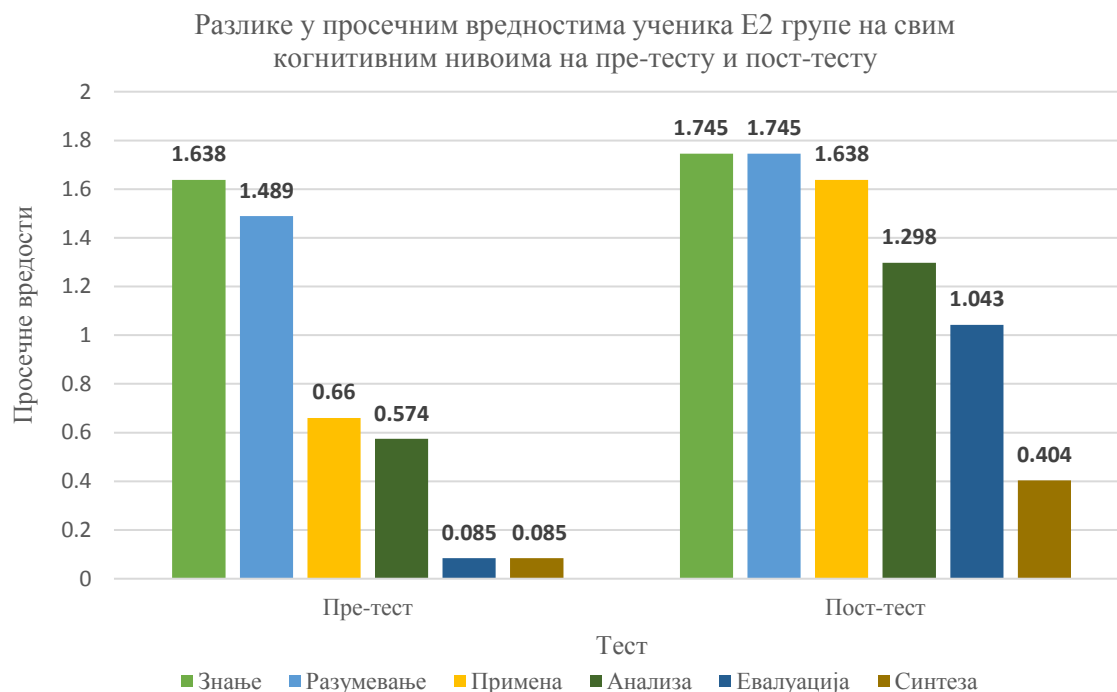
Тестови	Е2			
	Willk λ	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
Пре-тест – пост-тест	.275	121.502	.000	.725
Пост-тест – ре-тест	.482	49.364	.000	.518
Пре-тест – ре-тест	.651	24.700	.000	.349

Резултати *Анализе варијансе поновљених мерења*, приказани у табели (Табела 74), показали су да постоји статистички значајна разлика у знањима ученика Е2 групе између пре-теста и пост-теста на когнитивном нивоу: разумевање, примена, анализа, евалуација и синтеза ($p < .05$).

Табела 74 Разлике у знањима ученика Е2 групе између пре-теста и пост-теста на свим когнитивним нивоима - *Анализа варијансе поновљених мерења*

Пре-тест – пост-тест	Е2			
	Willk λ	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
Знање	.941	2.889	.096	.059
Разумевање	.847	8.322	.006	.153
Примена	.318	98.718	.000	.682
Анализа	.488	48.342	.000	.512
Евалуација	.294	110.629	.000	.706
Синтеза	.792	12.091	.001	.208

Резултати, који показују разлике у просечним вредностима ученика Е2 групе на пре-тесту и пост-тесту на свим когнитивним нивоима, приказани су преко графикана (Графикон 57).



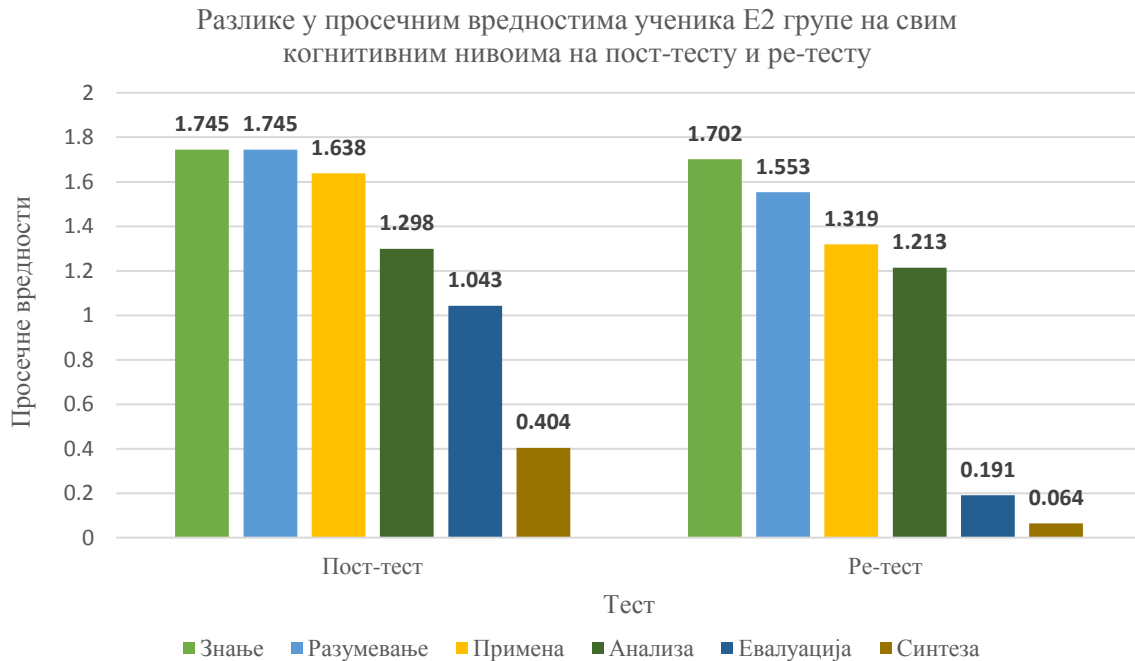
Графикон 57 Разлике у просечним вредностима ученика Е2 групе на пре-тесту и пост-тесту на свим когнитивним нивоима

Резултати *Анализе варијансе поновљених мерења*, приказани у табели (Табела 75), показали су да постоји статистички значајна разлика у знањима ученика Е2 групе између пост-теста и ре-теста на когнитивном нивоу: разумевање, примена, евалуација и синтеза ($p < .05$).

Табела 75 Разлике у знањима ученика Е2 групе између пост-теста и ре-теста на свим когнитивним нивоима - *Анализа варијансе поновљених мерења*

Пост-тест – ре-тест	Е2			
	Willk λ	F	p	η^2
Знање	.991	.395	.533	.009
Разумевање	.885	5.971	.018	.115
Примена	.718	18.031	.000	.282
Анализа	.986	.662	.420	.014
Евалуација	.345	87.204	.000	.655
Синтеза	.697	19.959	.000	.303

Резултати, који показују разлике у просечним вредностима ученика Е2 групе на пост-тесту и ре-тесту на свим когнитивним нивоима, приказани су преко графикана (Графикон 58).



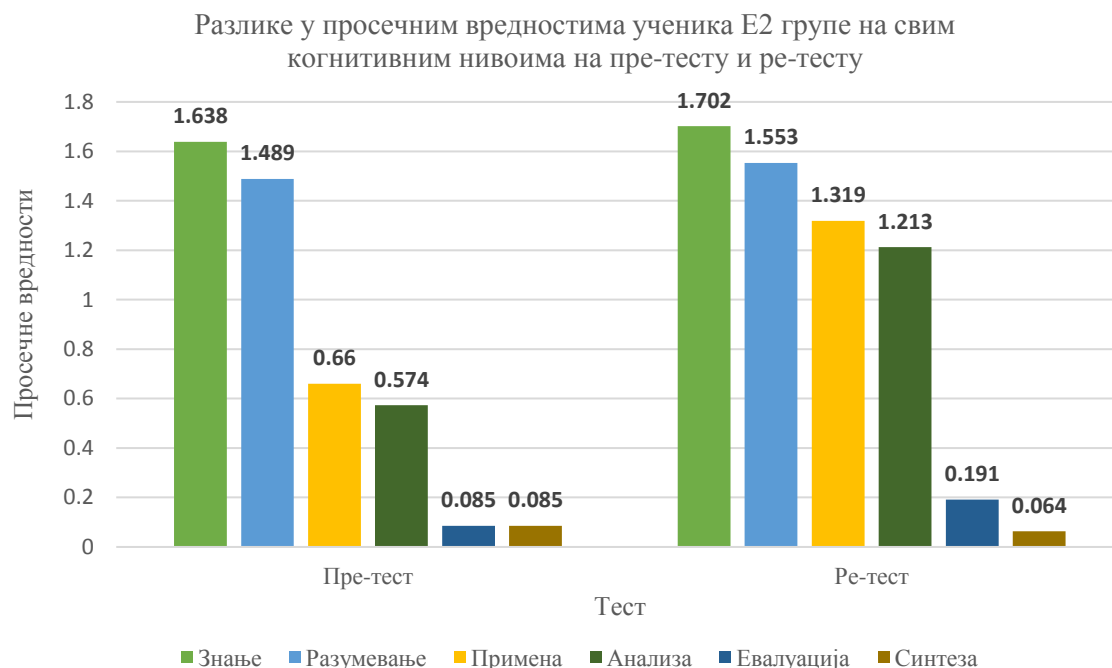
Графикон 58 Разлике у просечним вредностима ученика Е2 групе на пост-тесту и ре-тесту на свим когнитивним нивоима

Резултати *Анализе варијансе поновљених мерења*, приказани у табели (Табела 76), показали су да постоји статистички значајна разлика у знањима ученика Е2 групе између пре-теста и ре-теста на когнитивном нивоу: примена и анализа ($p < .05$).

Табела 76 Разлике у знањима ученика Е2 групе између пре-теста и ре-теста на свим когнитивним нивоима - *Анализа варијансе поновљених мерења*

Пре-тест – ре-тест	Е2			
	Willk λ	F	p	η^2
Знање	.983	.815	.371	.017
Разумевање	.992	.386	.537	.008
Примена	.524	41.704	.000	.476
Анализа	.601	30.531	.000	.399
Евалуација	.941	2.889	.096	.059
Синтеза	.996	.197	.660	.004

Резултати, који показују разлике у просечним вредностима ученика Е2 групе на пре-тесту и ре-тесту на свим когнитивним нивоима, приказани су преко графикана (Графикон 59).



Графикон 59 Разлике у просечним вредностима ученика Е2 групе на пре-тесту и ре-тесту на свим когнитивним нивоима

Резултати *Вилкосоновог теста*, приказани у табели (Табела 77), показали су да постоји статистички значајна разлика у знањима ученика на пре-тесту и пост-тесту унутар сваке групе (К: $Z = -3.489$, $p = .000$, са величином утицаја $r = .51$; Е1: $Z = -5.729$, $p = .000$, са величином утицаја $r = .83$; Е2: $Z = -5.690$, $p = .000$, са величином утицаја $r = .83$).

Табела 77 Разлике у знањима ученика на пре-тесту и пост-тесту унутар сваке групе (К, Е1 и Е2) - *Вилкосонов тест*

Пре-тест – пост-тест		Генерално знање
К	Z	-3.489
	r	.51
	p	.000
Е1	Z	-5.729
	r	.83
	p	.000
Е2	Z	-5.690
	r	.83
	p	.000

Резултати *Вилкосоновог теста*, приказани у табели (Табела 78) показују да постоји статистички значајна разлика у знањима ученика на пре-тесту и пост-тесту унутар сваке групе (К група на нивоу: примене, анализе и евалуације; Е1 група на нивоу: знања, разумевања, примене, анализе, евалуације и синтезе; и Е2 група на нивоу разумевања, примене, анализе, евалуације и синтезе, $p < .05$).

Табела 78 Разлике у знањима ученика на пре-тесту и пост-тесту унутар сваке групе (К, Е1 и Е2) на сваком когнитивном нивоу - *Вилкосонов тест*

Пре-тест – пост-тест	К			Е1			Е2		
	Z	r	p	Z	r	p	Z	r	p
Знање	-1.155	.17	.248	-2.111	.31	.035	-1.667	.24	.096
Разумевање	-.447	.06	.655	-2.111	.31	.035	-2.683	.39	.007
Примена	-2.353	.34	.019	-4.878	.71	.000	-5.500	.80	.000
Анализа	-4.491	.65	.000	-5.355	.78	.000	-4.833	.70	.000
Евалуација	-3.051	.44	.002	-5.555	.81	.000	-5.646	.82	.000
Синтеза	-.577	.08	.564	-4.396	.64	.600	-3.120	.45	.002

Резултати *Вилкосоновог теста*, приказани у табели (Табела 79), показали су да постоји статистички значајна разлика у знањима ученика на пост-тесту и ре-тесту унутар сваке групе (Е1: $Z = -4.662$, $p = .000$, са величином утицаја $r = .68$; Е2: $Z = -4.876$, $p = .000$, са величином утицаја $r = .71$).

Табела 79 Разлике у знањима ученика на пост-тесту и ре-тесту унутар сваке групе (К, Е1 и Е2) - *Вилкосонов тест*

	Пост-тест – ре-тест		Генерално знање
	Z	r	
К	Z		-1.483
	r		.22
	p		.138
Е1	Z		-4.662
	r		.68
	p		.000
Е2	Z		-4.876
	r		.71
	p		.000

Резултати *Вилкосоновог теста*, приказани у табели (Табела 80), показују да постоји статистички значајна разлика у знањима ученика на пост-тесту и ре-тесту унутар сваке групе (К група на нивоу: разумевања и евалуације; Е1 група на нивоу: разумевања, евалуације и синтезе; и Е2 група на нивоу разумевања, примене, евалуације и синтезе, $p < .05$).

Табела 80 Разлике у знањима ученика на пост-тесту и ре-тесту унутар сваке групе (К, Е1 и Е2) на сваком когнитивном нивоу - *Вилкосонов тест*

Пост-тест – ре-тест	К			Е1			Е2		
	Z	r	p	Z	r	p	Z	r	p
Знање	-1.387	.20	.166	-.816	.12	.414	-.632	.09	.527
Разумевање	-3.411	.50	.001	-2.121	.31	.034	-2.324	.34	.020
Примена	-.211	.03	.833	-.943	.14	.346	-3.638	.53	.000
Анализа	-.842	.12	.400	-1.342	.20	.180	-.808	.12	.419
Евалуација	-3.000	.44	.003	-5.044	.73	.000	-5.500	.80	.000
Синтеза	-1.000	.15	.317	-4.564	.66	.000	-3.771	.55	.000

Резултати *Вилкосоновог теста*, приказани у табели (Табела 81), показали су да постоји статистички значајна разлика у знањима ученика на пре-тесту и ре-тесту унутар сваке групе (Е1: $Z = -5.291$, $p = .000$, са величином утицаја $r = .77$; Е2: $Z = -4.142$, $p = .000$, са величином утицаја $r = .60$).

Табела 81 Разлике у знањима ученика на пре-тесту и ре-тесту унутар сваке групе (К, Е1 и Е2) - *Вилкосонов тест*

Пре-тест – ре-тест		Генерално знање
К	Z	-1.749
	r	.25
	p	.080
Е1	Z	-5.291
	r	.77
	p	.080
Е2	Z	-4.142
	r	.60
	p	.080

Резултати *Вилкосоновог теста*, приказани у табели (Табела 82), показали су да постоји статистички значајна разлика у знањима ученика на пре-тесту и ре-тесту унутар сваке групе (К група на нивоу: разумевања, примене и анализе; Е1 група на нивоу: примене, анализе и евалуације; и Е2 група на нивоу примене и анализе, $p < .05$).

Табела 82 Разлике у знањима ученика на пре-тесту и ре-тесту унутар сваке групе (К, Е1 и Е2) на сваком когнитивном нивоу - *Вилкоксон тест*

Пре-тест – ре-тест	К			Е1			Е2		
	Z	r	p	Z	r	p	Z	r	p
Знање	-.302	.04	.763	-1.291	.19	.197	-.905	.13	.366
Разумевање	-2.985	.43	.003	-.277	.04	.782	-.619	.09	.536
Примена	-2.337	.35	.019	-5.347	.78	.000	-4.670	.68	.000
Анализа	-3.583	.52	.000	-5.671	.83	.000	-4.255	.62	.000
Евалуација	-.447	.06	.655	-2.982	.43	.003	-1.667	.24	.096
Синтеза	-1.414	.21	.157	-.447	.06	.655	-.447	.06	.655

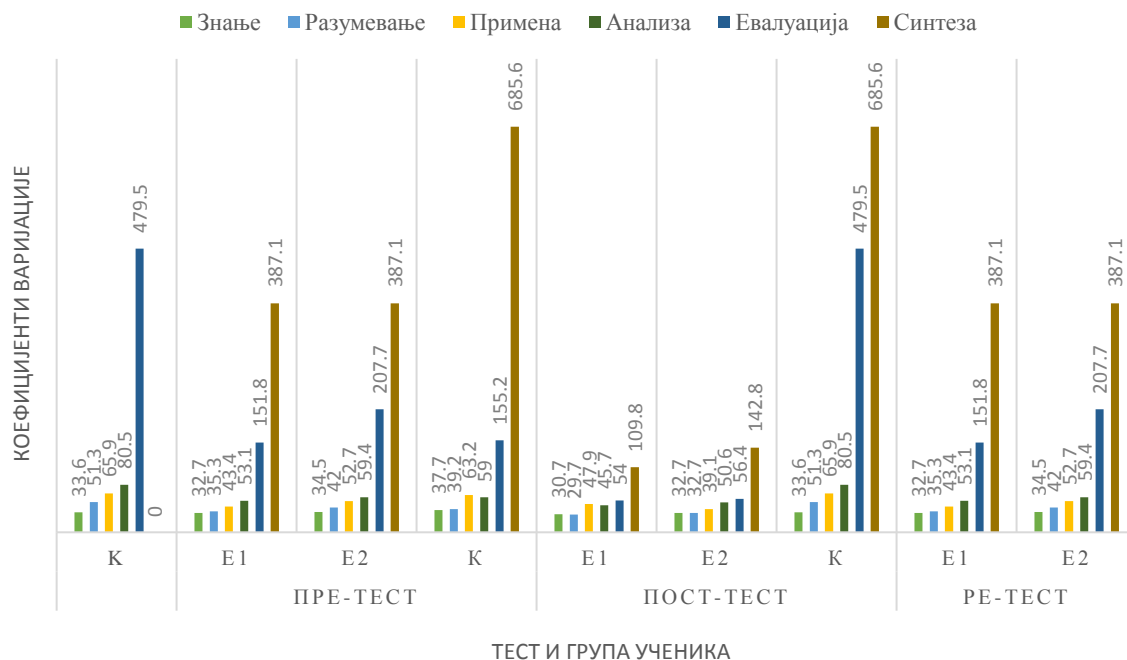
Резултати *Коефицијента варијације*, приказани у табели (Табела 83), показали су знатно ниже вредности, односно уједначенија знања ученика свих група на пост-тесту и ре-тесту у односу на пре-тест на свим когнитивним нивоима на. Најуједначенија знања остварена су на пост-тесту, затим на ре-тесту и на крају на пре-тесту.

Табела 83 Варијације у знању ученика К, Е1 и Е2 групе на сваком когнитивном нивоу на пре-тесту, пост-тесту и ре-тесту

Тестови и нивои знања	Пре-тест			Пост-тест			Ре-тест		
	К	Е1	Е2	К	Е1	Е2	К	Е1	Е2
Знање	33.6	32.7	34.5	37.7	30.7	32.7	33.6	32.7	34.5
Разумевање	51.3	35.3	42.0	39.2	29.7	32.7	51.3	35.3	42.0
Примена	65.9	43.4	52.7	63.2	47.9	39.1	65.9	43.4	52.7
Анализа	80.5	53.1	59.4	59.0	45.7	50.6	80.5	53.1	59.4
Евалуација	479.5	151.8	207.7	155.2	54.0	56.4	479.5	151.8	207.7
Синтеза	.0	387.1	387.1	685.6	109.8	142.8	685.6	387.1	387.1

Резултати, који показују варијације у знању ученика К, Е1 и Е2 групе на сваком когнитивном нивоу на пре-тесту, пост-тесту и ре-тесту приказани су преко графикана (Графикон 60).

УЈЕДНАЧЕНОСТ У ЗНАЊУ УЧЕНИКА К, Е1 И Е2 ГРУПЕ
НА СВИМ КОГНИТИВНИМ НИВОИМА НА СВИМ
ТЕСТОВИМА



Графикон 60 Варијације у знању ученика К, Е1 и Е2 групе на сваком когнитивном нивоу на свим тестовима

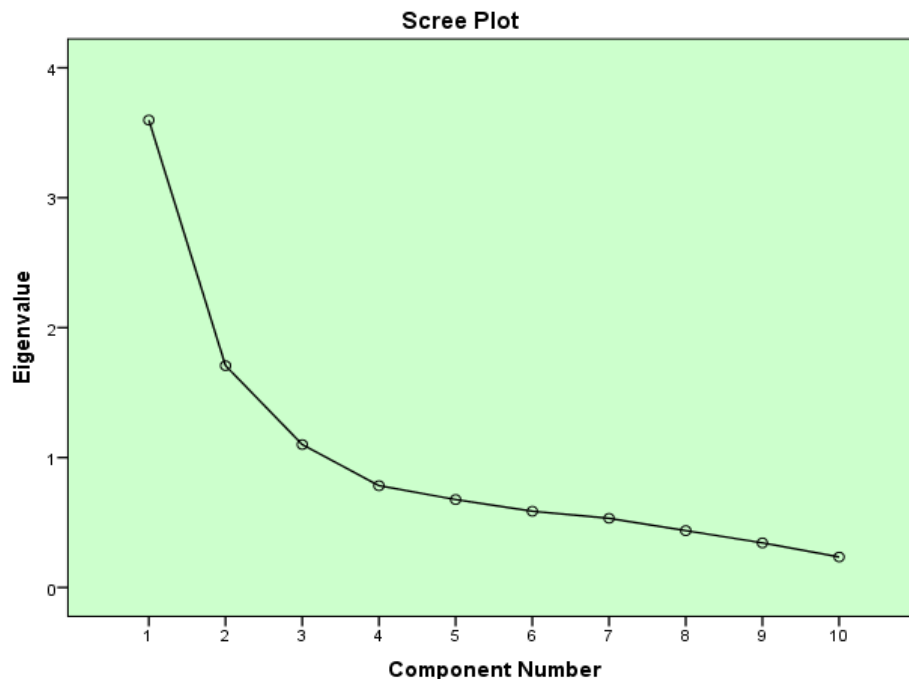
4.4. Анализа мишљења ученика о ЛЕМ

4.4.1. Поузданост и факторска структура анкете

4.4.1.1. Поузданост и факторска структура пре-анкете

На основу резултата *Каисер Мајер Олкиновог теста* адекватности узорка $KMO = .725$ (већи од $.60$) и *Барлетовог теста сферичности* $X^2(45) = 287.164$, $p = .0001$ ($p < .05$) закључује се да је скуп података (ајтеми са пре-анкете) погодан за факторизацију.

У складу са *Гутман-Кајсеровим критеријумом*, издвојена су три карактеристична корена (већа од 1) – трофакторска структура, приказана преко графикана (Графикон 61), која објашњава 64% варијације мишљења ученика о претходној примени експеримената. Први фактор објашњава 35.97% варијације, други 17.07% и трећи 11% варијације.



Графикон 61 Карактеристични корени фактора мишљења ученика E1 и E2 групе на пре-анкети

На основу поређења насталих коефицијената са факторима приказаних преко *Квартимакс ротационе матрице* за даљу анализу, идентификована су следећа три фактора:

1. Претходна примена ЛЕМ методе (ученичких и демонстрационих експеримената) – утицај на разумевање и заинтересованост ученика за изучавањем садржаја интегрисаних природних наука
2. Претходна примена ученичких експеримената - утицај на разумевање и заинтересованост ученика за изучавањем садржаја интегрисаних природних наука
3. Претходна примена демонстрационих експеримената - утицај на разумевање и заинтересованост ученика за изучавањем садржаја интегрисаних природних наука

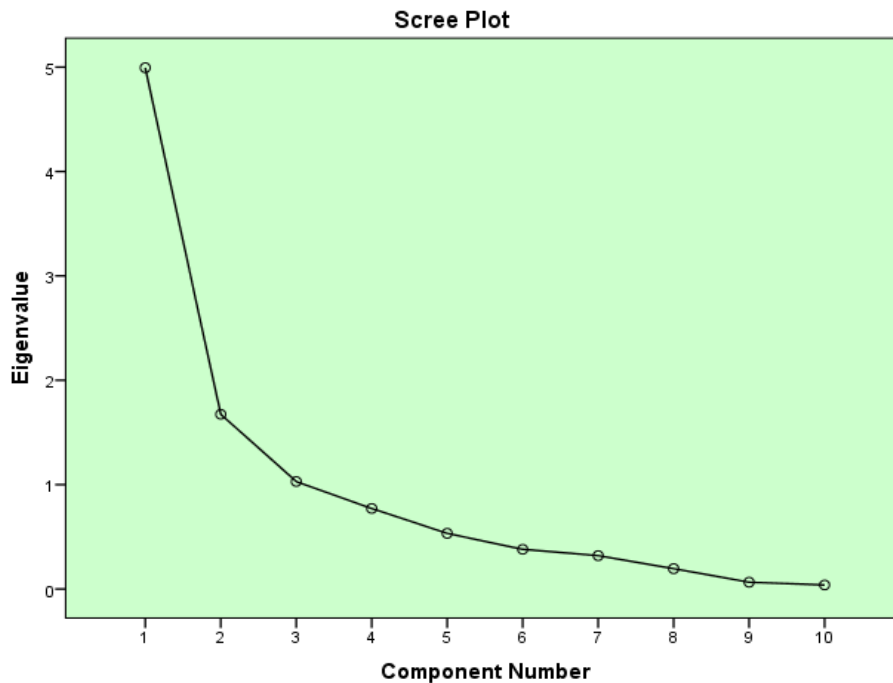
Вредност *Кромбах алфа коефицијента* (α) за унутрашњу поузданост одабраних фактора износи $\alpha = .774$ што указује на добру поузданост пре-анкете.

4.4.1.2. Поузданост и факторска структура пост-анкете примењене у E1 групи

На основу резултата *Каусер Мајер Олкиновог теста* адекватности узорка $KMO = .653$ (већи од $.60$) и *Барлетовог теста сферичности* $\chi^2(45) = 354.217$, $p =$

.0001 ($p < .05$) закључује се да је скуп података (ајтеми са пре-енкете) погодан за факторизацију.

У складу са *Гутман–Кајсеровим критеријумом*, издвојена су три карактеристична корена (већа од 1) – трофакторска структура приказана преко графикана (Графикон 62), која објашњава 77% варијације мишљења ученика о претходној примени експеримената. Први фактор објашњава 49.94% варијације, други 16.74% и трећи 10.30% варијације.



Графикон 62 Карактеристични корени фактора мишљења ученика Е1 групе на пост-анкети

На основу поређења насталих коефицијената са факторима приказаних преко *Квартимакс ротационе матрице*, за даљу анализу, идентификована су следећа три фактора:

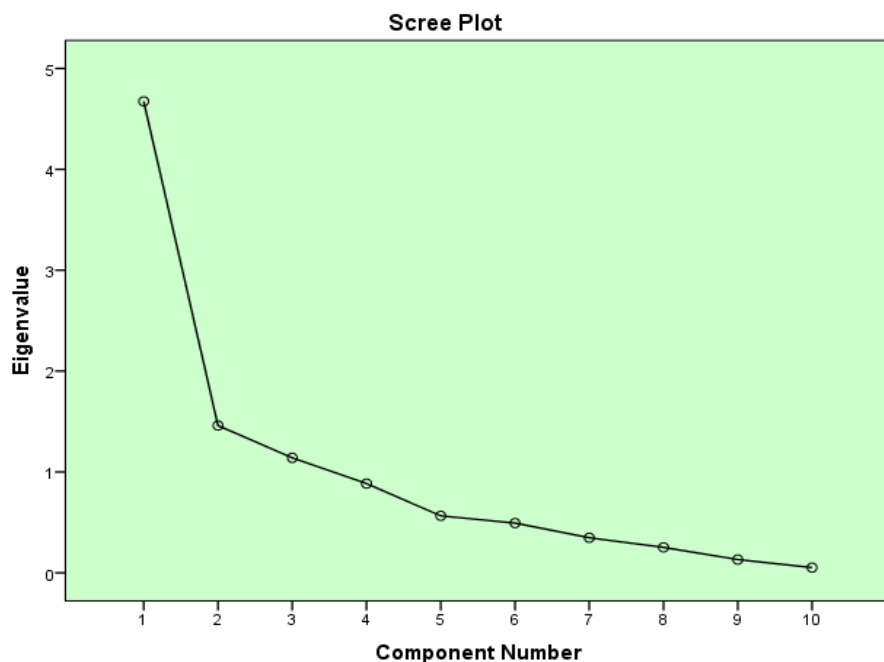
1. Примена ученичких експеримената – утицај на разумевање и заинтересованост ученика за изучавањем садржаја интегрисаних природних наука
2. Примена ученичких експеримената - утицај кооперативност ученика при учавању садржаја интегрисаних природних наука
3. Примена ученичких експеримената - утицај на активност ученика при изучавању садржаја интегрисаних природних наука

Вредност *Кромбах алфа* коефицијента (α) за унутрашњу поузданост одабраних фактора износи $\alpha = .840$ што указује на добру поузданост пре-анкете.

4.4.1.3. Поузданост и факторска структура пост-анкете примењене у Е2 групи

На основу резултата *Каисер Мајер Олкиновог теста* адекватности узорка (КМО) $KMO = .636$ (већи од $.60$) и *Барлетовог теста сферичности* $\chi^2(45) = 282.978$, $p = .0001$ ($p < .05$) закључује се да је скуп података (ајтеми са пре-енкете) погодан за факторизацију.

У складу са *Гутман-Кајсеровим критеријумом*, издвојена су три карактеристична корена (већа од 1) – трофакторска структура приказана преко графикона (Графикон 63), која објашњава 72% варијације мишљења ученика о претходној примени експеримената. Први фактор објашњава 29.09% варијације, други 23.22% и трећи 20.43% варијације.



Графикон 63 Карактеристични корени фактора мишљења ученика Е2 групе на пост-анкети

На основу поређења насталих коефицијената са факторима приказаних преко *Квартимакс ротационе матрице*, за даљу анализу, идентификована су следећа три фактора:

1. Примена демонстрационих експеримената – утицај на разумевање и заинтересованост ученика за изучавањем садржаја интегрисаних природних наука
2. Примена демонстрационих експеримената - утицај кооперативност ученика при учавању садржаја интегрисаних природних наука
3. Примена демонстрационих експеримената - утицај на активност ученика при изучавању садржаја интегрисаних природних наука

Вредност *Кромбах алфа коефицијента* (α) за унутрашњу поузданост одабраних фактора износи $\alpha = .869$ што указује на добру поузданост пре-анкете.

4.4.2. Компаративна анализа мишљења ученика Е1 и Е2 групе о доприносу примене ЛЕМ на пре-анкети

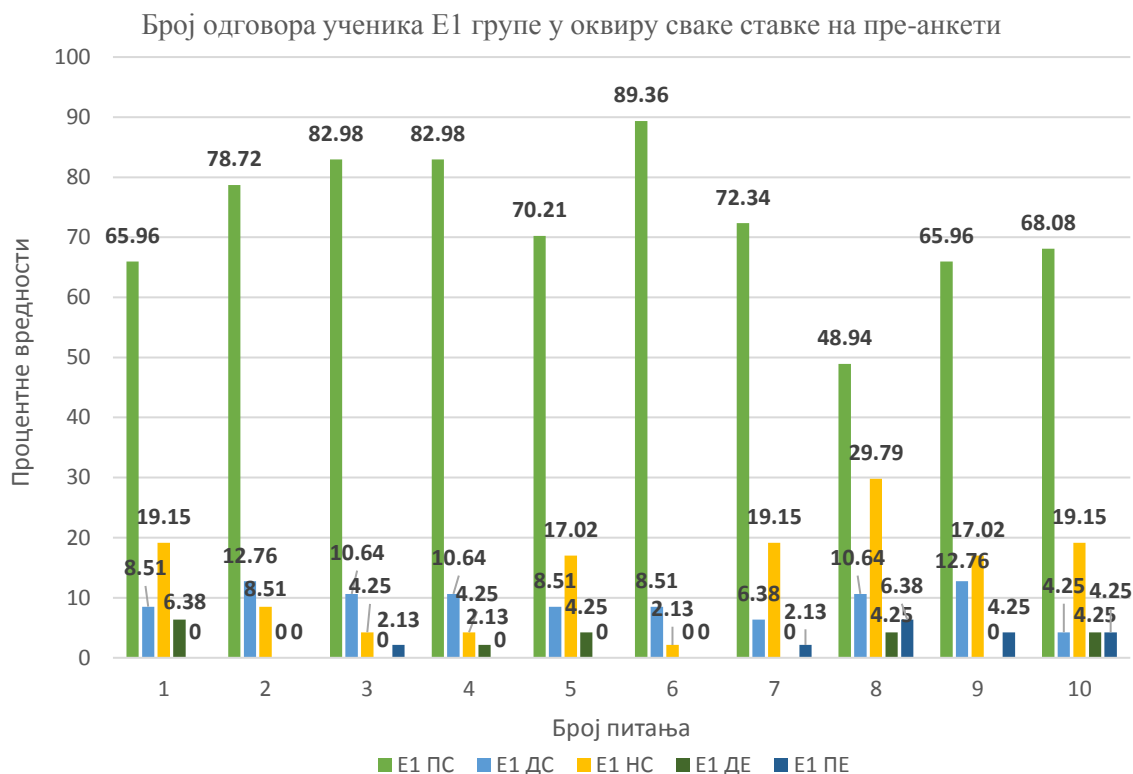
4.4.2.1. Мишљење ученика експерименталних група о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања у претходним разредима

Разлике у мишљењу ученика Е1 и Е2 групе о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања на пре-анкети, приказане у табелама (Табела 84 и Табела 85) и графиконима (Графикон 64 и Графикон 65) утврђене су путем упоређивања укупног броја одговора ученика сваке групе унутар сваке ставке (односно сваког питања), изражених преко процентних вредности.

Табела 84 Укупан број одговора ученика Е1 групе изражен у процентима унутар сваког питања на пре-анкети

Пре-анкета	Е1				
	ПС	ДС	НС	ДЕ	ПЕ
1	65,96	8,51	19,15	6,38	0
2	78,72	12,76	8,51	0	0
3	82,98	10,64	4,25	0	2,13
4	82,98	10,64	4,25	2,13	0
5	70,21	8,51	17,02	4,25	0
6	89,36	8,51	2,13	0	0
7	72,34	6,38	19,15	0	2,13
8	48,94	10,64	29,79	4,25	6,38
9	65,96	12,76	17,02	0	4,25
10	68,08	4,25	19,15	4,25	4,25

* ПС – у потпуности се слажем; ДС – делимично се слажем; НС – нисам сигуран/на; ДЕ – делимично се не слажем; ПЕ – у потпуности се не слажем

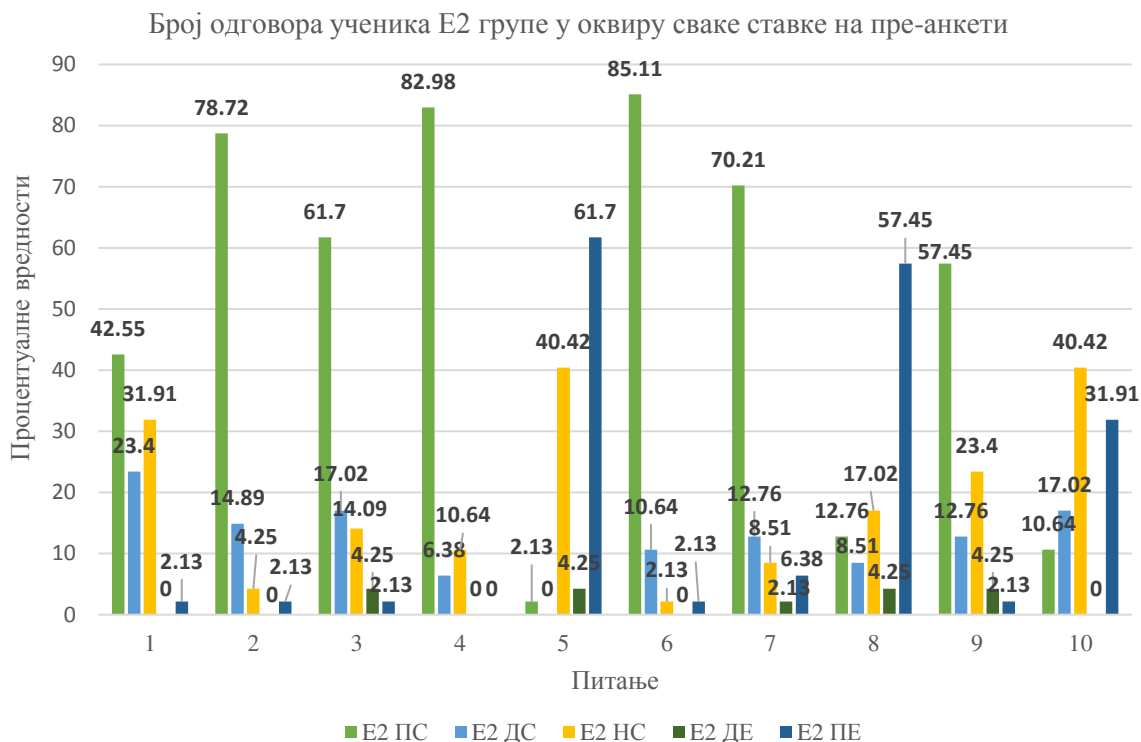


Графикон 64 Укупан број одговора ученика Е1 групе изражен у процентима унутар сваког питања на пре-анкети

Табела 85 Укупан број одговора ученика Е2 групе изражен у процентима унутар сваког питања на пре-анкети

Пре-анкета	Е2				
	ПС	ДС	НС	ДЕ	ПЕ
1	42,55	23,4	31,91	0	2,13
2	78,72	14,89	4,25	0	2,13
3	61,7	17,02	14,09	4,25	2,13
4	82,98	6,38	10,64	0	0
5	2,13	0	40,42	4,25	61,7
6	85,11	10,64	2,13	0	2,13
7	70,21	12,76	8,51	2,13	6,38
8	12,76	8,51	17,02	4,25	57,45
9	57,45	12,76	23,4	4,25	2,13
10	10,64	17,02	40,42	0	31,91

* ПС – у потпуности се слажем; ДС – делимично се слажем; НС – нисам сигуран/на; ДЕ – делимично се не слажем; ПЕ – у потпуности се не слажем



Графикон 65 Укупан број одговора ученика Е2 групе изражен у процентима унутар сваког питања на пре-анкети

Разлике у мишљењу ученика Е1 и Е2 групе о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања на пре-анкети утврђене су уз примену *независног t-теста*.

Резултати *независног t-теста*, приказани у табели (Табела 86) и графикону (Графикон 66), показали су да постоји статистички значајна разлика у мишљењу ученика Е1 и Е2 групе о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања на пре-анкети ($t(92) = -6.260, p = .000$).

Табела 86 Разлике у мишљењу ученика Е1 и Е2 групе о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања на пре-анкети – *независни t-тест*

Анкета	Групна статистика				Независни t-тест		
	Групе	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
Пре-анкета	E1	1.51	.502	.073	-6.260	92	.000
	E2	2.22	.592	.086			

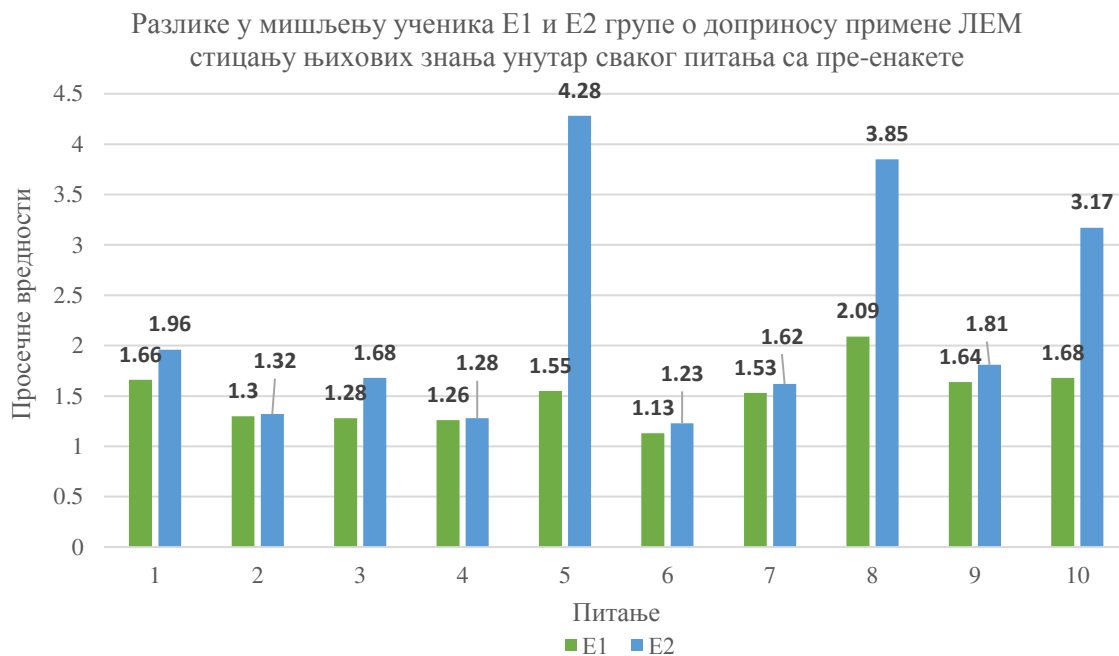


Графикон 66 Разлике у мишљењу ученика Е1 и Е2 групе о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања на пре-анкети

Резултати *независног t-теста*, приказани у табели (Табела 87) и графикону (Графикон 67), показали су да постоји статистички значајна разлика у мишљењу ученика Е1 и Е2 групе о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања на пре-анкети унутар трећег ($t(92) = -2.191, p = .031$), петог ($t(92) = -13.575, p = .000$), осмог ($t(92) = -6.196, p = .000$) и десетог питања ($t(92) = -5.754, p = .000$).

Табела 87 Разлике у мишљењу ученика Е1 и Е2 групе о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања на пре-анкети унутар сваког питања - *независни t-тест*

Пре-анкета	Група статистика			Независни <i>t</i> -тест			
	Групе	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
1.	E1	1.66	1.006	.147	-1.456	92	.149
	E2	1.96	.977	.143			
2.	E1	1.30	.623	.091	.149	92	.882
	E2	1.32	.755	.110			
3.	E1	1.28	.743	.108	-2.191	92	.031
	E2	1.68	1.024	.149			
4.	E1	1.26	.642	.094	-.160	92	.873
	E2	1.28	.649	.095			
5.	E1	1.55	.928	.135	-13.575	92	.000
	E2	4.28	1.015	.148			
6.	E1	1.13	.397	.058	-.908	92	.366
	E2	1.23	.698	.102			
7.	E1	1.53	.952	.139	-.390	92	.697
	E2	1.62	1.153	.168			
8.	E1	2.09	1.248	.182	-6.196	92	.000
	E2	3.85	1.503	.219			
9.	E1	1.64	1.051	.153	-.776	92	.440
	E2	1.81	1.076	.157			
10.	E1	1.68	1.125	.164	-5.754	92	.000
	E2	3.17	1.372	.200			



Графикон 67 Разлике у мишљењу ученика Е1 и Е2 групе о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања на пре-анкети унутар сваког питања

Резултати који показују укупне просечне вредности ученика Е1 и Е2 групе унутар сваког питања на пре-анкети, приказани су преко графикана (Графикон 68).



Графикон 68 Укупне просечне вредности ученика Е1 и Е2 групе унутар сваког питања на пре-анкети

4.4.3. Компаративна анализа мишљења ученика о доприносу примене ЛЕМ на пост-анкети

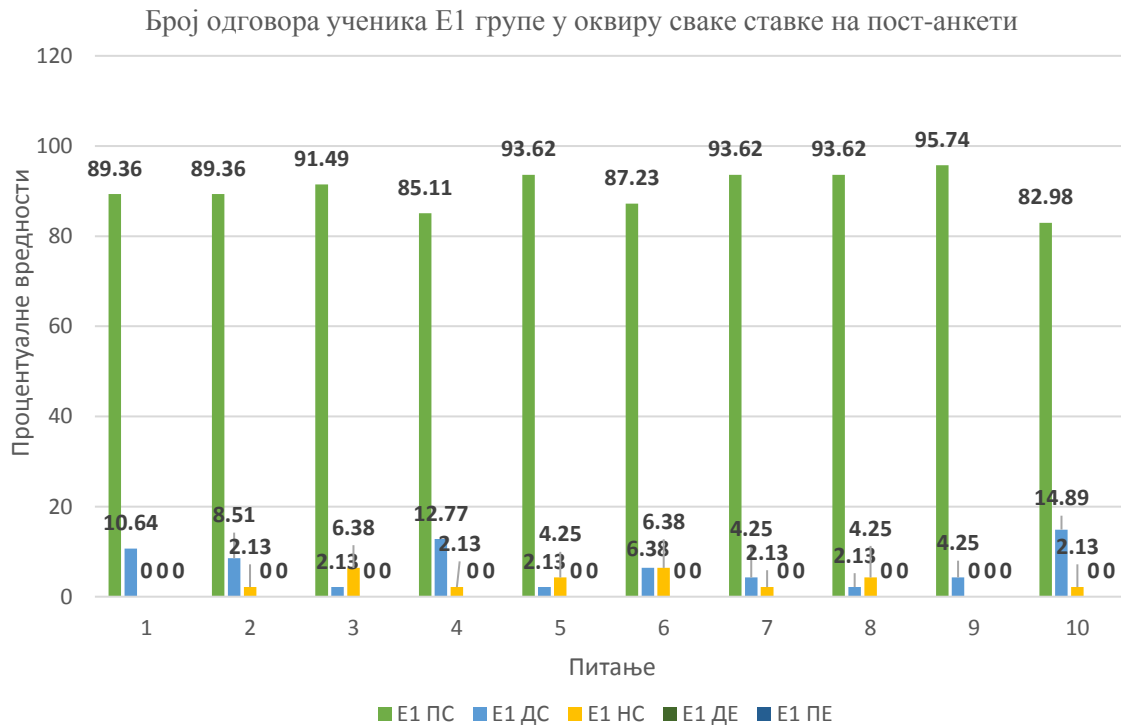
4.4.3.1. Мишљење ученика експерименталних група о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања након реализације третмана

Разлике у мишљењу између ученика Е1 и Е2 групе о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања на пост-анкети, приказани у табели (Табела 88 и Табела 89) и графиконима (Графикон 69 и Графикон 70) утврђене су путем упоређивања укупног броја одговора ученика сваке групе унутар сваке ставке (односно сваког питања), изражених преко процентних вредности.

Табела 88 Укупан број одговора ученика Е1 групе изражен у процентима унутар сваког питања на пост-анкети

Пост-анкета	Е1				
	ПС	ДС	НС	ДЕ	ПЕ
1	89,36	10,64	0	0	0
2	89,36	8,51	2,13	0	0
3	91,49	2,13	6,38	0	0
4	85,11	12,77	2,13	0	0
5	93,62	2,13	4,25	0	0
6	87,23	6,38	6,38	0	0
7	93,62	4,25	2,13	0	0
8	93,62	2,13	4,25	0	0
9	95,74	4,25	0	0	0
10	82,98	14,89	2,13	0	0

* ПС – у потпуности се слажем; ДС – делимично се слажем; НС – нисам сигуран/на; ДЕ – делимично се не слажем; ПЕ – у потпуности се не слажем



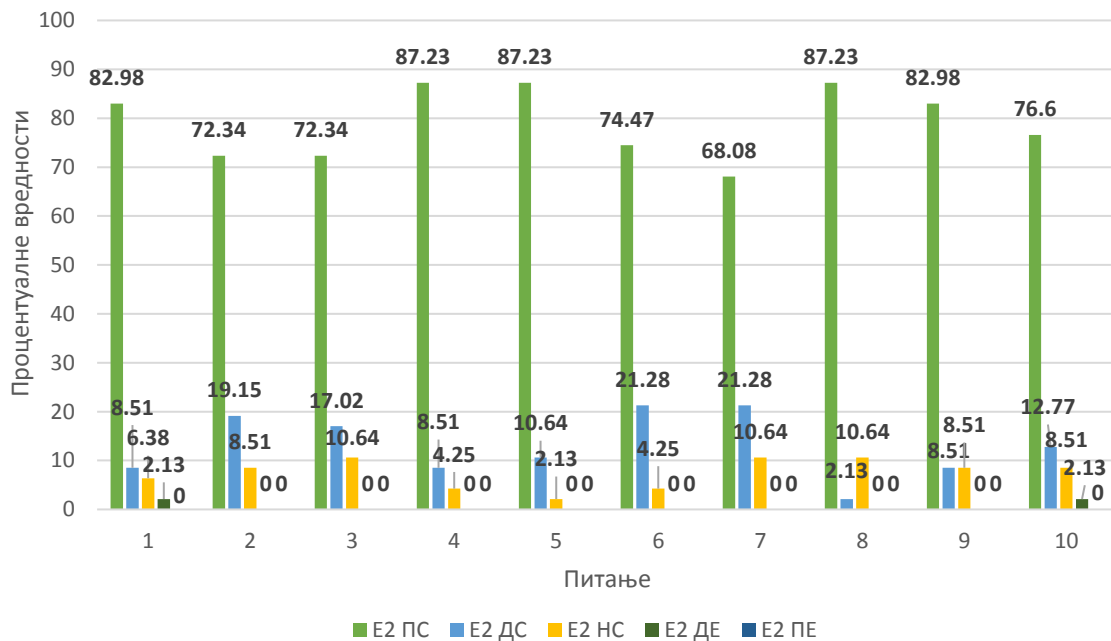
Графикон 69 Укупан број одговора ученика Е1 групе изражен у процентима унутар сваког питања на пост-анкети

Табела 89 Укупан број одговора ученика Е2 групе изражен у процентима унутар сваког питања на пост-анкети

Пост-анкета	Е2				
	ПС	ДС	НС	ДЕ	ПЕ
1	82,98	8,51	6,38	2,13	0
2	72,34	19,15	8,51	0	0
3	72,34	17,02	10,64	0	0
4	87,23	8,51	4,25	0	0
5	87,23	10,64	2,13	0	0
6	74,47	21,28	4,25	0	0
7	68,08	21,28	10,64	0	0
8	87,23	2,13	10,64	0	0
9	82,98	8,51	8,51	0	0
10	76,6	12,77	8,51	2,13	0

* ПС – у потпуности се слажем; ДС – делимично се слажем; НС – нисам сигуран/на; ДЕ – делимично се не слажем; ПЕ – у потпуности се не слажем

Број одговора ученика Е2 групе у оквиру сваке ставке на пост-анкети



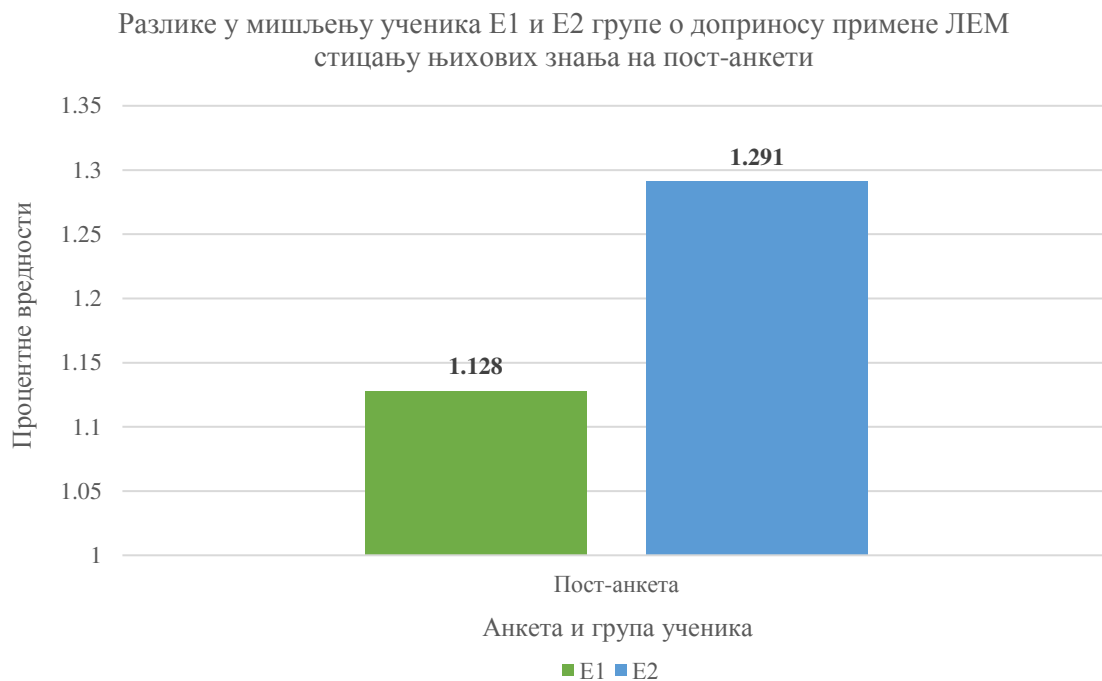
Графикон 70 Укупан број одговора ученика Е2 групе изражен у процентима унутар сваког питања на пост-анкети

Разлике у мишљењу ученика Е1 и Е2 групе о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања на пост-анкети утврђене су уз примену *независног т-теста*.

Резултати *независног t-теста*, приказани у табели (Табела 90) и графикону (Графикон 71), показали су да постоји статистички значајна разлика у мишљењу ученика Е1 и Е2 групе о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања на пост-анкети ($t(72.947) = -2.265, p = .026$).

Табела 90 Разлике у мишљењу ученика Е1 и Е2 групе о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања на пост-анкети - *независни t-тест*

Анкета	Групна статистика				Независни <i>t-тест</i>		
	Групе	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
Пост-анкета	Е1	1.128	.266	.039	-2.265	72.947	.026
	Е2	1.291	.418	.061			

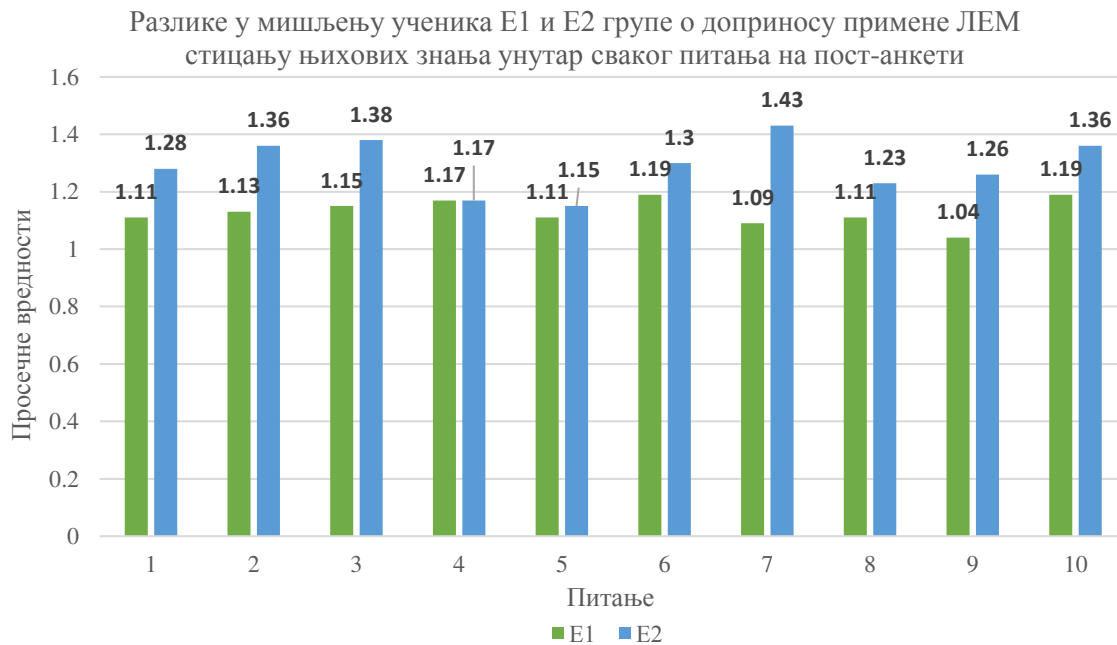


Графикон 71 Разлике у мишљењу ученика Е1 и Е2 групе о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања на пост-анкети

Резултати *независног t-теста*, приказани у табели (Табела 91) и графикону (Графикон 72), показали су да постоји статистички значајна разлика у мишљењу ученика Е1 и Е2 групе о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања на пост-анкети унутар другог ($t(76.773) = -2.131, p = .036$) седмог ($t(68.658) = -3.038, p = .003$) и девог питања ($t(56.271) = -2.279, p = .027$).

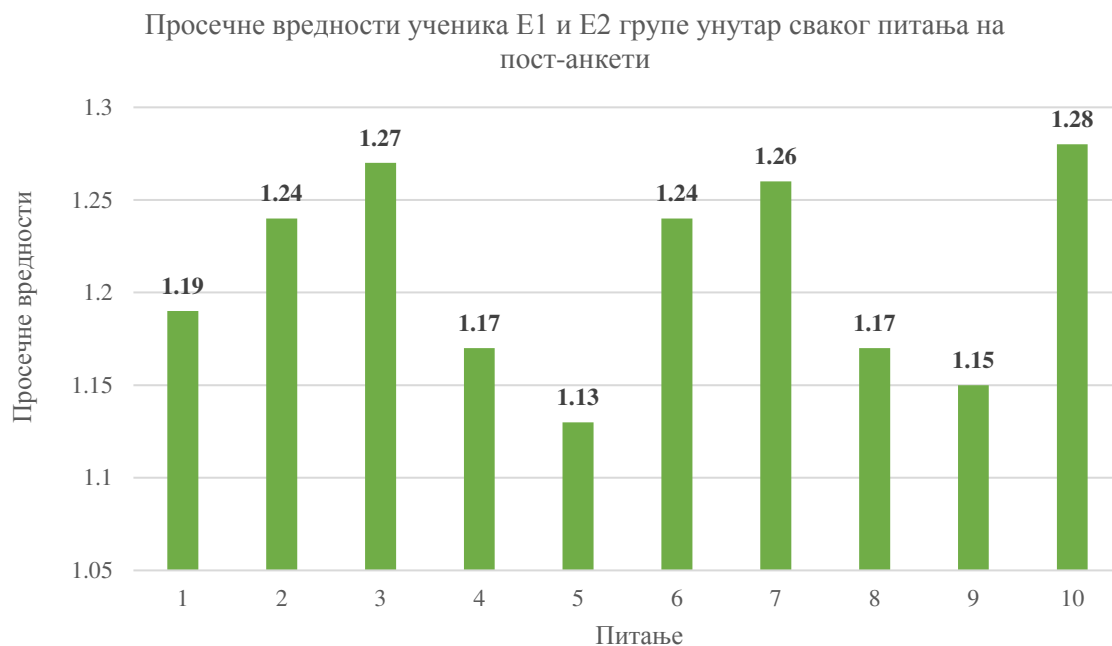
Табела 91 Разлике у мишљењу ученика Е1 и Е2 групе о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања на пост-анкети унутар сваког питања - *независни t-тест*

Пост-анкета	Група статистика			Независни <i>t</i> -тест			
	Групе	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
1.	E1	1.11	.312	.045	-1.556	64.403	.125
	E2	1.28	.682	.099			
2.	E1	1.13	.397	.058	-2.131	76.773	.036
	E2	1.36	.640	.093			
3.	E1	1.15	.510	.074	-1.893	85.457	.062
	E2	1.38	.677	.099			
4.	E1	1.17	.433	.063	.000	92	1.000
	E2	1.17	.481	.070			
5.	E1	1.11	.429	.063	-.488	92	.627
	E2	1.15	.416	.061			
6.	E1	1.19	.537	.078	-.950	92	.345
	E2	1.30	.548	.080			
7.	E1	1.09	.351	.051	-3.038	68.658	.003
	E2	1.43	.683	.100			
8.	E1	1.11	.429	.063	-1.145	80.908	.256
	E2	1.23	.633	.092			
9.	E1	1.04	.204	.030	-2.279	56.271	.027
	E2	1.26	.607	.089			
10.	E1	1.19	.449	.066	-1.355	76.142	.179
	E2	1.36	.735	.107			



Графикон 72 Разлике у мишљењу ученика Е1 и Е2 групе о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања на пост-анкети унутар сваког питања

Резултати који показују укупне просечне вредности ученика Е1 и Е2 групе унутар сваког питања на пост-анкети, приказани су преко графикана (Графикон 73).



Графикон 73 Укупне просечне вредности ученика Е1 и Е2 групе унутар сваког питања на пост-анкети

4.4.4. Разлика у мишљењу ученика експерименталних група о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања између пре-анкете и пост-анкете

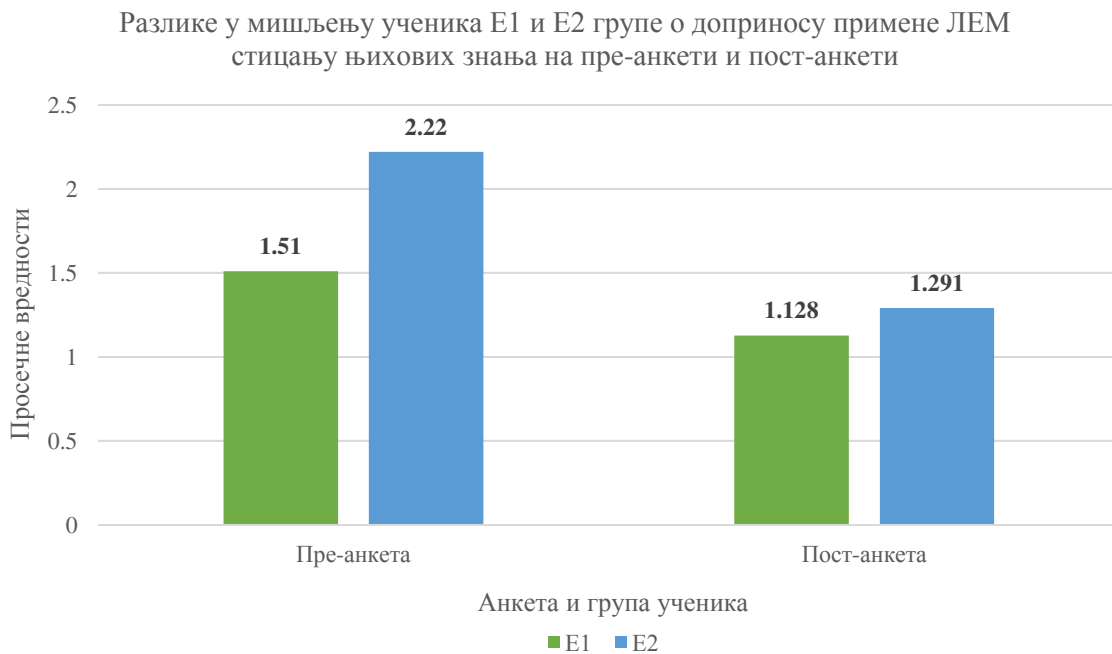
Разлике у мишљењу ученика Е1 и Е2 групе о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања на пре-анкети и пост-анкети утврђене су уз примену *Анализе варијансе поновљених мерења* и *Вилкоксоновог теста*.

Резултати *Анализе варијансе поновљених мерења*, приказани у табели (Табела 92), показују да постоји статистички значајна разлика у мишљењу ученика Е1 и Е2 групе о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања на пре-анкети и пост-анкети ($p < .05$).

Табела 92 Разлике у мишљењу ученика Е1 и Е2 групе о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања на пре-анкети и пост-анкети - *Анализа варијансе поновљених мерења*

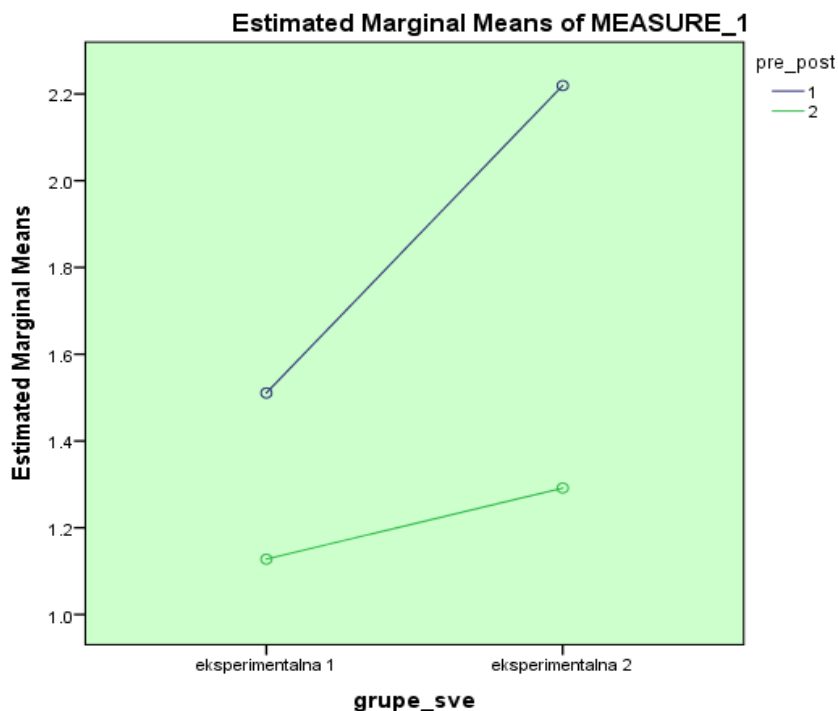
Пре-анкета – пост-анкета	Е1 – Е2			
	Willk λ	F	p	η^2
Мишљење	.474	102.139	.000	.526

Резултати који показују разлику у мишљењу ученика Е1 и Е2 групе о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања на пре-анкети и пост-анкети, приказани су преко графикана (Графикон 74).



Графикон 74 Разлике у мишљењу ученика Е1 и Е2 групе о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања на пре-анкети и пост-анкети

Ученици обе групе показали су позитивније мишљење на пост-анкети (више тачке на графикону 75) у односу на мишљење на пре-анкети (ниже тачке на графикону 75) уз постојање статистички значајне разлике између добијених резултата (Графикон 75).



Графикон 75 Разлике у мишљењу ученика E1 и E2 групе о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања на пре-анкети и пост-анкети – *Анализа варијансе поновљених мерења – Ознака (дијаграм) за средњу вредност*

Резултати *Анализе варијансе поновљених мерења*, приказани у табели (Табела 93), показују да постоји статистички значајна разлика у мишљењу ученика E1 и E2 групе унутар појединих питања са пре-анкете и пост-анкете о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања на пре-анкети и пост-анкети ($p < .05$).

Табела 93 Разлика у мишљењу ученика E1 и E2 групе унутар појединих питања са пре-анкете и пост-анкете о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања - *Анализа варијансе поновљених мерења*

Пре-анкета	Пост-анкета	E1 – E2			
		Willk λ	F	p	η^2
1 питање	1 питање	.758	29.441	.000	.242
8 питање	2 питање	.405	135.430	.000	.595
10 питање	1 питање	.512	87.823	.000	.488
7 питање	2 питање	.915	8.531	.004	.085
9 питање	1 питање	.840	17.552	.000	.160

Резултати *Анализе варијансе поновљених мерења*, приказани у табели (Табела 94), показују да постоји статистички значајна разлика у мишљењу ученика о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања на пре-анкети и пост-анкети унутар сваке групе ($p < .05$).

Табела 94 Разлике у мишљењу ученика о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања на пре-анкети и пост-анкети унутар сваке групе (Е1 и Е2) - *Анализа варијансе поновљених мерења*

Пре-анкета – пост-анкета		Мипљење
Е1	Willk λ	.627
	<i>F</i>	27.416
	<i>p</i>	.000
	ηp^2	.373
Е2	Willk λ	.380
	<i>F</i>	75.039
	<i>p</i>	.000
	ηp^2	.620

Резултати *Анализе варијансе поновљених мерења*, приказани у табели (Табела 95), показују да постоји статистички значајна разлика у мишљењу између појединих питања са пре-анкете и пост-анкете ученика Е1 групе о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања ($p < .05$).

Табела 95 Разлика у мишљењу између појединих питања са пре-анкете и пост-анкете ученика Е1 групе о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања - *Анализа варијансе поновљених мерења*

Пре-анкета	Пост-анкета	Е1			
		Willk λ	<i>F</i>	<i>p</i>	ηp^2
1 питање	1 питање	.760	14.504	.000	.240
8 питање	2 питање	.650	24.800	.000	.350
10 питање	1 питање	.799	11.603	.001	.201

Резултати *Анализе варијансе поновљених мерења*, приказани у табели (Табела 96), показују да постоји статистички значајна разлика у мишљењу између појединих питања са пре-анкете и пост-анкете ученика Е2 групе о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања ($p < .05$).

Табела 96 Разлика у мишљењу између појединих питања са пре-анкете и пост-анкете ученика Е2 групе о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања - *Анализа варијансе поновљених мерења*

Пре-анкета	Пост-анкета	Е2			
		Willk λ	<i>F</i>	<i>p</i>	ηp^2
1 питање	1 питање	.571	34.612	.000	.429
7 питање	2 питање	.957	2.044	.160	.043
9 питање	1 питање	.863	7.308	.010	.137

Резултати *Вилкосоновог теста*, приказани у табели (Табела 97), показују да постоји статистички значајна разлика у мишљењу ученика Е1 и Е2 групе о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања на пре-анкети и пост-анкети ($p < .05$).

Табела 97 Разлике у мишљењу ученика Е1 и Е2 групе о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања на пре-анкети и пост-анкети - *Вилкосонов тест*

Пре-анкета – пост-анкета	Е1 - Е2 група		
	Z	r	p
Мишљење	-7.077	.73	.000

Резултати *Вилкосоновог теста*, приказани у табели (Табела 98), показују да постоји статистички значајна разлика у мишљењу ученика о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања на пре-анкети и пост-анкети унутар сваке групе ($p < .05$).

Табела 98 Разлике у мишљењу ученика о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања на пре-анкети и пост-анкети унутар сваке групе - *Вилкосонов тест*

Пре-анкета – пост-анкета	Е1 група			Е2 група		
	Z	r	p	Z	r	p
Мишљење	-4.302	.63	.000	-5.370	.78	.000

Резултати *Вилкосоновог теста*, приказани у табели (Табела 99), показују да постоји статистички значајна разлика у мишљењу ученика Е1 групе између појединих питања са пре-анкете и пост-анкете о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања ($p < .05$).

Табела 99 Разлика у мишљењу између појединих питања са пре-анкете и пост-анкете ученика Е1 групе о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања - *Вилкосонов тест*

Пре-анкета	Пост-анкета	Е1		
		Z	r	p
1 питање	1 питање	-3.364	.49	.001
8 питање	2 питање	-4.205	.61	.000
10 питање	1 питање	-3.189	.46	.001

Резултати *Вилкосоновог теста*, приказани у табели (Табела 100), показују да постоји статистички значајна разлика у мишљењу ученика Е2 групе између појединих питања са пре-анкете и пост-анкете о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања ($p < .05$).

Табела 100 Разлика у мишљењу између појединих питања са пре-анкете и пост-анкете ученика Е2 групе о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања - *Вилкоксонов тест*

Пре-анкета	Пост-анкета	Е2		
		Z	r	p
1 питање	1 питање	-3.291	.48	.001
7 питање	2 питање	-1.352	.20	.176
9 питање	1 питање	-2.356	.34	.018

4.5. Компаративна анализа знања и мишљења ученика експерименталних група о доприносу примене ЛЕМ

4.5.1. Корелација између квалитета знања ученика експерименталних група на пост-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања

Како би се утврдило да ли постоји позитивна корелација између знања ученика Е1 и Е2 групе на пост-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања на пост-анкети примењен је *Спирманов коефицијент корелације*.

Резултати *Спирмановог коефицијента корелације*, приказани у табели (Табела 101), показали су да постоји мала позитивна корелација између знања ученика Е1 и Е2 групе на пост-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања на пост-анкети без статистички значајне повезаности између ових варијабли ($p > .05$). Пораст знања ученика Е1 и Е2 групе на пост-тесту, праћен је порастом позитивног мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања ученика Е1 и Е2 групе на пост-анкети.

Табела 101 Корелација између знања ученика Е1 и Е2 групе на пост-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања на пост-анкети

Пост-тест – пост-анкета	N	Коефицијент корелације	p
Е1 – Е2	94	.167	.107

* Јачина везе, односно корелације креће се у следећим размерама: од .10 до .29 – мала корелација; од .30 до .49 средња корелација; од .50 до 1 велика корелација (Cohen, 1988; Pallant, 2009)

Резултати *Спирмановог коефицијента корелације*, приказани у табели (Табела 102), показали су да постоји мала позитивна корелација између знања ученика Е1 и Е2 групе на пост-тесту на когнитивном нивоу: знања, разумевања, примене, анализе и синтезе. Статистички значајна повезаност између ових варијабли уочена

је на нивоу разумевања ($\rho = .279$, $n = 94$, $p = .006$, $p < .05$) и примене ($\rho = .283$, $n = 94$, $p = .006$, $p < .05$), док на осталим нивоима она не постоји ($p > .05$). Између когнитивног нивоа евалуације и мишљења ученика E1 и E2 групе о доприносу примене ЛЕМ њиховим знањима није уочена повезаност (иако је близу те границе).

Табела 102 Корелација између знања ученика E1 и E2 групе на пост-тесту на сваком когнитивном нивоу и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања на пост-анкети

Пост-тест – пост-анкета	<i>N</i> (E1 i E2)	Коефицијент корелације	<i>p</i>
Знање	94	.188	.069
Разумевање	94	.279	.006
Примена	94	.283	.006
Анализа	94	.199	.054
Евалуација	94	.094	.365
Синтеза	94	.109	.296

Како би се утврдило да ли постоји позитивна корелација између знања ученика на пост-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања на пост-анкети унутар сваке групе примењен је такође *Спирманов коефицијент корелације*.

Резултати *Спирмановог коефицијента корелације*, приказани у табели (Табела 103), показали су да постоји мала позитивна корелација између знања ученика E1 групе на пост-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања на пост-анкети без постојања статистички значајне повезаности између ових варијабли ($p > .05$). Пораст знања ученика E1 групе на пост-тесту, праћен је порастом позитивног мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања ученика E1 групе на пост-анкети.

Табела 103 Корелација између знања ученика E1 групе на пост-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања на пост-анкети

Пост-тест – пост-анкета	<i>N</i>	Коефицијент корелације	<i>p</i>
E1	47	.090	.545

Резултати *Спирмановог коефицијента корелације*, приказани у табели (Табела 104), показали су да постоји мала позитивна корелација између знања ученика E1 групе на пост-тесту на когнитивном нивоу: знања, разумевања, примене, анализе и евалуације и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања на пост-анкети, без постојања статистички значајне повезаности између наведених варијабли ($p > .05$). Између когнитивног нивоа синтезе и мишљења ученика E1

групе о доприносу примене ЛЕМ њиховим знањима није уочена повезаност (иако је близу те границе).

Табела 104 Корелација између знања ученика Е1 групе на пост-тесту на сваком когнитивном нивоу и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања на пост-анкети

Пост-тест – пост-анкета	<i>N</i> (Е1)	Коефицијент корелације	<i>p</i>
Знање	47	.185	.212
Разумевање	47	.240	.104
Примена	47	.140	.347
Анализа	47	.120	.420
Евалуација	47	.182	.221
Синтеза	47	.089	.552

Резултати *Спирмановог коефицијента корелације*, приказани у табели (Табела 105), показали су да постоји средња позитивна корелација између знања ученика Е2 групе на пост-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања на пост-анкети, уз постојање статистички значајне повезаности између ових варијабли ($\rho = .337$, $n = 47$, $p = .020$, $p < .05$). Пораст знања ученика Е2 групе на пост-тесту, праћен је порастом позитивног мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања ученика Е2 групе на пост-анкети.

Табела 105 Корелација између знања ученика Е2 групе на пост-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања на пост-анкети

Пост-тест – пост-анкета	<i>N</i>	Коефицијент корелације	<i>p</i>
Е2	47	.337	.020

Резултати *Спирмановог коефицијента корелације*, приказани у табели (Табела 106), показали су да постоји средња позитивна корелација између знања ученика Е2 групе на пост-тесту на когнитивном нивоу: разумевања, примене и анализе и мала позитивна корелација на когнитивном нивоу: знања, евалуације и синтезе и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања на пост-анкети. На когнитивном нивоу разумевања ($\rho = .354$, $n = 47$, $p = .015$, $p < .05$), примене ($\rho = .380$, $n = 47$, $p = .008$, $p < .05$) и анализе ($\rho = .322$, $n = 47$, $p = .027$, $p < .05$) уочена је статистички значајна повезаност између знања ученика Е2 групе на пост-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања на пост-анкети, док на осталим когнитивним нивоима она не постоји ($p > .05$).

Табела 106 Корелација између знања ученика Е2 групе на пост-тесту на сваком когнитивном нивоу и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања на пост-анкети

Пост-тест – пост-анкета	<i>N</i> (Е2)	Коефицијент корелације	<i>p</i>
Знање	47	.207	.163
Разумевање	47	.354	.015
Примена	47	.380	.008
Анализа	47	.322	.027
Евалуација	47	.121	.418
Синтеза	47	.208	.162

4.5.2. Корелација између трајности знања ученика експерименталних група на ре-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања

Како би се утврдило да ли постоји позитивна корелација између знања ученика Е1 и Е2 групе на ре-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања на пост-анкети примењен је *Спирманов коефицијент корелације*.

Резултати *Спирмановог коефицијента корелације*, приказани у табели (Табела 107), показали су да постоји мала позитивна корелација између знања ученика Е1 и Е2 групе на ре-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања на пост-анкети, уз постојање статистички значајне повезаности између ових варијабли ($\rho = .225$, $n = 94$, $p = .025$, $p < .05$). Пораст знања ученика Е1 и Е2 групе на ре-тесту, праћен је порастом позитивног мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања ученика Е1 и Е2 групе на пост-анкети.

Табела 107 Корелација између знања ученика Е1 и Е2 групе на ре-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања на пост-анкети

Ре-тест – пост-анкета	<i>N</i>	Коефицијент корелације	<i>p</i>
Е1 – Е2	94	.225	.029

Резултати *Спирмановог коефицијента корелације*, приказани у табели (Табела 108), показали су да постоји средња позитивна корелација између знања ученика Е1 и Е2 групе на ре-тесту на когнитивном нивоу: знања и разумевања и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања и мала позитивна корелација између знања ученика Е1 и Е2 групе на ре-тесту на когнитивном нивоу примене и анализе и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања. На когнитивном нивоу знања ($\rho = .377$, $n = 47$, $p = .000$, $p < .05$) и разумевања ($\rho = .408$, $n = 47$, $p = .000$, $p < .05$), уочена је статистички значајна повезаност између наведених варијабли, док на осталим когнитивним нивоима она

не постоји ($p > .05$). Између когнитивног нивоа евалуације и синтезе и мишљења ученика E1 и E2 групе о доприносу примене ЛЕМ њиховим знањима није уочена повезаност.

Табела 108 Корелација између знања ученика E1 и E2 групе на ре-тесту на сваком когнитивном нивоу и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања на пост-анкети

Ре-тест – пост-анкета	N (E1 I E2)	Коефицијент корелације	p
Знање	94	.377	.000
Разумевање	94	.408	.000
Примена	94	.195	.060
Анализа	94	.201	.053
Евалуација	94	.042	.684
Синтеза	94	-.036	.731

Како би се утврдило да ли постоји позитивна корелација између знања ученика на ре-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања на пост-анкети унутар сваке групе примењен је такође *Спирманов коефицијент корелације*.

Резултати *Спирмановог коефицијента корелације*, приказани у табели (Табела 109), показали су да постоји мала позитивна корелација између знања ученика E1 групе на ре-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања на пост-анкети, без статистички значајне повезаности између ових варијабли ($p > .05$). Пораст знања ученика E1 групе на ре-тесту, праћен је порастом позитивног мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања ученика E1 групе на пост-анкети.

Табела 109 Корелација између знања ученика E1 групе на ре-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања на пост-анкети

Ре-тест – пост-анкета	N	Коефицијент корелације	p
E1	47	.126	.400

Резултати *Спирмановог коефицијента корелације*, приказани у табели (Табела 110), показали су да постоји средња позитивна корелација између знања ученика E1 групе на ре-тесту на когнитивном нивоу знања и разумевања и мала позитивна корелација на когнитивном нивоу примене и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања на пост-анкети. На когнитивном нивоу знања ($\rho = .373$, $n = 47$, $p = .010$, $p < .05$) и разумевања ($\rho = .382$, $n = 47$, $p = .008$, $p < .05$), уочена је статистички значајна повезаност између наведених варијабли, док на осталим когнитивним нивоима она не постоји ($p > .05$). Између когнитивног нивоа

анализе и евалуације и мишљења ученика E1 групе о доприносу примене ЛЕМ њиховим знањима није уочена повезаност. Између когнитивног нивоа синтезе и мишљења ученика E1 групе о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања уочена је мала негативна корелација, што указује на чињеницу да је опадање знања ученика на овом нивоу на ре-тесту, праћено порастом позитивног мишљења ученика на пост-анкети.

Табела 110 Корелација између знања ученика E1 групе на ре-тесту на сваком когнитивном нивоу и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања на пост-анкети

Ре-тест – пост-анкета	N (E1)	Коефицијент корелације	p
Знање	47	.373	.010
Разумевање	47	.382	.008
Примена	47	.162	.277
Анализа	47	.090	.547
Евалуација	47	-.019	.898
Синтеза	47	-.141	.344

Резултати *Спирмановог коефицијента корелације*, приказани у табели (Табела 111), показали су да постоји средња позитивна корелација између знања ученика E2 групе на ре-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања на пост-анкети уз постојање статистички значајне повезаности између ових варијабли ($\rho = .385$, $n = 47$, $p = .008$, $p > .05$). Пораст знања ученика E2 групе на ре-тесту, праћен је порастом позитивног мишљења ученика о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања на пост-анкети.

Табела 111 Корелација између знања ученика E2 групе на ре-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања на пост-анкети

Ре-тест – пост-анкета	N	Коефицијент корелације	p
E2	47	.385	.008

Резултати *Спирмановог коефицијента корелације*, приказани у табели (Табели 112), показали су да постоји средња позитивна корелација између знања ученика E2 групе на ре-тесту на когнитивном нивоу знања, разумевања, примене и анализе и њиховог ммишљења о доприносу примене ЛЕМ тим знањима и мала позитивна корелација на когнитивном нивоу евалуације и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања на пост-анкети. На когнитивном нивоу знања ($\rho = .421$, $n = 47$, $p = .003$, $p < .05$), разумевања ($\rho = .468$, $n = 47$, $p = .001$, $p < .05$), примене ($\rho = .312$, $n = 47$, $p = .033$, $p < .05$) и анализе ($\rho = .347$, $n = 47$, $p = .017$, $p < .05$), уочена је статистички значајна повезаност између наведених

варијабли, док на осталим когнитивним нивоима она не постоји ($p > .05$). Између когнитивног нивоа синтезе и мишљења ученика E2 групе о доприносу примене ЛЕМ њиховим знањима није уочена повезаност.

Табела 112 Корелација између знања ученика E2 групе на ре-тесту на сваком когнитивном нивоу и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања на пост-анкети

Ре-тест – пост-анкета	<i>N</i> (E2)	<i>Коефицијент корелације</i>	<i>p</i>
Знање	47	.421	.003
Разумевање	47	.468	.001
Примена	47	.312	.033
Анализа	47	.347	.017
Евалуација	47	.218	.141
Синтеза	47	.020	.895

5. ДИСКУСИЈА

5.1. Знање ученика на пре-тесту

На основу упоредне анализе укупног броја остварених бодова на пре-тесту, може се запазити да су ученици свих група показали прилично лоша и приближна знања о кретању и особинама материјала. Разлика у укупном броју бодова између ученика групе К и Е1 групе износи 63 бода, између ученика К групе и Е2 групе само 4 бода, док између ученика Е1 и Е2 групе она износи 59 бодова. Ови подаци показују да је разлика између оствареног броја бодова ученика К, Е1 и Е2 групе на пре-тесту мала, чему иду у прилог и резултати *Једнофакторске анализе варијансе*, који су показали да не постоји статистички значајна разлика између њихових резултата на пре-тесту. Слични резултати потврђени су и у оквиру једног истраживања (Sola и Ојо, 2007), у ком су ученици све четири групе (три експерименталне и једна контролна), остварили приближно иста знања, без постојања статистички значајне разлике између њихових постигнућа на пре-тесту. Када се анализира успех ученика свих група, на сваком когнитивном нивоу посебно (*Једнофакторска анализа варијансе*), такође се може запазити да не постоји статистички значајна разлика између остварених резултата, то јест ученици свих група остварили су приближно лоша знања о кретању и особинама материјала на сваком когнитивном нивоу. Имајући у виду прилично високе просечне оцене ученика на крају другог разреда, и конкретно из предмета *Свет око нас*, као и то да је понављано претходно знање ученика о садржајима о кретању и особинама материјала, очекивало се од свих група да ће остварити боље резултате на пре-тесту. Знатно лошија знања ученика свих група на пре-тесту највероватније су последица методе помоћу које су ученици учили садржаје о кретању и особинама материјала у претходним разредима. У разговору са учитељима одабраних одељења, као и са самим ученицима – учесницима овог истраживања, дошло се до закључка да су они претходна знања о одабраним садржајима усвајали највећим делом уз примену ТМ и ДЕ (само нека одељења).

Највећа разлика, али без статистичке значајности између знања ученика о кретању и особинама материјала свих група, уочена је на нивоу примене. У оквиру К групе 35 ученика тачно је одговорило на задатке на овом нивоу о садржајима о кретању и особинама материјала, док 12 њих није; у оквиру Е1 групе 28 њих тачно је одговорило на задатке на нивоу примене, док 19 њих није; и у оквиру Е2 групе 30 њих тачно је одговорило на задатке на нивоу примене, док 17 њих није. Слични резултати добијени су и у оквиру претходних истраживања (Dolonec-Orbanić и сар., 2016). Из наведеног се може закључити да крајњи домет ТМ заправо представља когнитивни ниво примене, у оквиру ког ученици треба да повежу своја знања са претходним свакодневним искуством те да пронађу практично решење за одређен

проблем. С обзиром на то да ТМ подразумева излагање и преношење готових знања ученицима (Цвјетићанин, 2017б), као и пасивну улогу ђака, без њиховог самосталног активирања, није се ни могло очекивати да ће ученици успешно решити задатке на овом когнитивном нивоу, јер на часовима нису били ангажовани у самосталном решавању практичних активности. Претпоставља се да је то разлог што управо на нивоу примене знање ученика почиње да опада, јер се са нивоа присећања и позивања на меморисане информације и основног разумевања садржаја – прелази на ниво повезивања и практичне примене наученог. Разлика, која ипак није статистички значајна, огледа се и у томе што су поједини ученици (не сва одељења) поред ТМ претходне садржаје учили и уз примену ДЕ. Вероватно је то допринело овој разлици, односно мало бољем успеху оних ученика који су уз излагање садржаја о кретању и особинама материјала посматрали и њихово демонстрирање. Овој чињеници иду у прилог и резултати претходних истраживања, који указују на то да ученици постижу боља знања када садржаје уче уз примену ДЕ, него када исто уче само уз ТМ (Sert Ćibik и сар., 2008; Sola и Ојо, 2007; Udo, 2010). Ипак, важно је нагласити да статистички значајна разлика између знања ученика не постоји ни на овом нивоу, а овој чињеници иду у прилог резултати истраживања који указују на то да експлицитне форме вођења, попут ТМ и различитих облика демонстрације (и ДЕ), нису тако успешне као имплицитно вођење (Lazonder и Egberink, 2013). Након нивоа примене, на свим осталим когнитивним нивоима квалитет знања ученика подједнако опада у свим групама.

Поред наведеног, претпоставља се да је на слабија постигнућа ученика на пре-тесту утицао и процес активног и пасивног заборављања наученог (Glynn, Britton, и Yeany, 2012; Robbins, Schwartz, и Wasserman, 2001), као и процес ометања претходно учених садржаја о кретању и особинама материјала другим садржајима интегрисаних природних наука, које су ученици у међувремену усвајали (Rather, 2010). Наиме, ученици свих група су садржаје о кретању и особинама материјала учили најмање пола године (у другом разреду), до годину и по дана (у првом разреду), пре реализације овог истраживања, што представља дуг период у оквиру ког су ученици у највећој мери заборавили научено о одабраним садржајима, јер се нису враћали на њих. Осим тога, за то време усвајали су и нова знања о новим садржајима интегрисаних природних наука, која су потиснула и ометала претходно научено о кретању и особинама материјала. Овим подацима иду у прилог и резултати истраживања (Цвјетићанин, 2017а), у оквиру ког је доказано да активне методе реализације наставног процеса (извођење експеримената) доприносе већој трајности знања ученика у дужем периоду од ТМ, која се на том пољу слабо показала. Слично је уочено и у истраживању (Baladeh, 2011), у оквиру ког су ученици из експерименталне групе (примена експеримената) показали знатно трајније знање од ученика из контролне групе, који су учили исте садржаје уз ТМ. Супротно наведеном у истраживачком раду аутора, дошло се до података који

указују на то да су обе групе ученика (она која је учила почетни статистички курс уз примену активних метода наставе – пројектног и кооперативног, и она која је исте садржаје учила уз примену ТМ) показале слабу трајност знања у периоду од осам месеци, то јест ниједан ученик, ни из једне ни из друге групе, није показао боље резултате на тесту ретенције од почетног тестирања (Kvam, 2000). Све ово допринело је томе да се процес понављања претходно стечених знања о одабраним садржајима, који је реализован пре почетног – иницијалног тестирања, покаже недовољно снажним да допринесе бољим постигнућима ученика на пре-тесту. Понављање садржаја о кретању и особинама материјала и реализовано је с намером да припреми ученике за пре-тестирање, али ефекти ипак нису били тако јаки да надвладају утицај претходне методе усвајања ових садржаја (ТМ и ДЕ), као ни утицаје процеса заборављања и ометања наученог другим садржајима.

5.2. Знање ученика на пост-тесту

5.2.1. Разлика у доприносу ЛЕМ и ТМ квалитету знања ученика

Упоредном анализом укупног броја остварених бодова ученика свих група на пост-тесту, може се запазити да је та разлика неупоредиво већа него на пре-тесту: између ученика К групе и Е1 групе она износи чак 995 бодова, између ученика К и Е2 групе – 747 бодова, док између ученика Е1 и Е2 групе износи знатно мање, односно 248 бодова. Наведени подаци указују на чињеницу да су ученици Е1 групе показали најквалитетније знање о одбраним садржајима на пост-тесту, затим с мањом разликом у упоредном броју остварених бодова ученици Е2 групе, и на крају са највећом разликом између упоредног броја остварених бодова ученици К групе. Из поменутог може се претпоставити да ЛЕМ у већој мери у односу на ТМ доприноси квалитету знања ученика. Слични резултати утврђени су и у оквиру истраживања аутора (Udo, 2010), у ком су ученици који су самостално изводили експерименте показали најбоља постигнућа на пост-тесту, затим ученици којима су исти експерименти демонстрирани, и на крају ученици који су исте садржаје учили уз конвенционални приступ. Поред наведеног, у истраживању неких аутора (Sola и Ојо, 2007) дошло се до резултата што показују да су ученици који су самостално учили и истраживали уз примену УЕ и ДЕ (ЕГ1 и ЕГ3), показали најбоља постигнућа на пост-тесту, затим ученици из групе с невођеним истраживачким експериментима (ЕГ2), и на крају ученици из традиционалне групе (КГ). Супротно наведеним резултатима, у истраживачком раду (Myers и Dyer, 2006), дошло се до података да су ученици из нелабораторијске групе (ТМ) показали најбоља постигнућа у знањима на пост-тесту, затим ученици из истраживачке лабораторијске групе (УЕ), и на крају ученици из прописане лабораторијске групе (прописани и ДЕ).

Када се анализирају знања ученика о кретању и особинама материјала све три групе на сваком когнитивном нивоу посебно, уочава се да су резултати *Једнофакторске анализе варијансе* показали да су она приближна по квалитету на нивоу знања и разумевања. У оквиру ових нивоа, ученици би требало да покажу основно знање и разумевање садржаја о кретању и особинама материјала, попут: дефинисања основних појмова о кретању (путања тела), навођења примера кретања (тело које оставља траг, тело које не оставља траг), цртања примера за одређену врсту кретања (праволинијско, криволинијско, кружно), препознавање и дефинисање сваког од три стања материјала – приказаних преко слике, цртање одређене врсте стања материјала (чврсто, течност, гасовито), уз већ задат пример. Слични резултати утврђени су и у оквиру истраживања (Maričić, Cvjetičanin, и Anđić, 2019) у ком су ученици све три групе показали приближно исто знање на нивоу знања и разумевања, али и на нивоу примене. У оквиру ова два когнитивна нивоа 62 ученика из контролне групе одговорило је тачно на оба задатка, 16 њих на само један, док 6 ученика није тачно одговорило ни на један задатак. У оквиру Е1 групе 81 ученик је тачно одговорио на оба задатка, 7 њих на један, док 6 ученика није одговорило тачно ни на један задатак. У оквиру Е2 групе 76 ученика тачно је одговорило на оба задатка, 12 њих само на један, док 6 њих није ни на један задатак тачно одговорило. Имајући наведене податке у виду, може се закључити, да ЛЕМ и ТМ у приближној мери доприносе стицању квалитетних знања (Myers и Dyer, 2006) на нижим когнитивним нивоима, односно на нивоу знања и разумевања.

Статистички значајна разлика (према наведеним статистичким параметрима) између квалитета знања о кретању и особинама материјала ученика све три групе на пост-тесту уочена је на нивоу примене, анализе, евалуације и синтезе, у оквиру којих је ученици требало да:

- покажу повезаност између наученог са свакодневним искуством (навођење примера из личног искуства тела које пада, клиза се и котрља, повратне и неповратне промене материјала);
- испитају особине природних процеса кроз њихово раздвајање и разврставање (разврставање појмова који утичу на брзину кретања од оних који не утичу; разврставање наведених примера за повратне промене од наведених примера за неповратне промене материјала);
- процене вредности приказане преко слике (простирање звука кроз различите средине, међусобни однос истоимених и разноимених половина магнета преко стрелица);
- закључе и саставе нову целину од њених растављених делова (објасне процес настанка звука преко наведених појмова, објасне које предмете би од наведених магнет привукао, те закључе зашто).

Слично наведеним резултатима у оквиру истраживања (Maričić и сар., 2019), дошло се до података који такође показују постојање статистички значајне разлике

између групе ученика који су самостално изводили експерименте, групе ученика којима су исти експерименти демонстрирани, и групе ученика који су учили исте садржаје уз ТМ на вишим когнитивним нивоима: анализа, евалуација и синтеза. Разлика између наведеног и овог истраживања проналази се само у оквиру нивоа примене. Резултати овог истраживања указују на то да се на поменутом когнитивном нивоу квалитет знања ученика о кретању и особинама материјала у све три групе статистички знатно разликује. У оквиру К групе 77 ученика је тачно одговорило на задатке на нивоу примене, док је 17 њих нетачно одговорило на оба задатка. У Е1 и Е2 групи 85 ученика је тачно одговорило на задатке на нивоу примене, док само 9 њих није одговорило тачно ни на један задатак. Имајући у виду резултате претходно наведених истраживања, као и резултате овог, може се запазити то да ЛЕМ у знатно већој мери у односу на ТМ доприноси квалитету знања ученика на нивоу примене. Поред наведеног, може се уочити и то да на нивоу примене и након овог нивоа квалитет знања ученика, који је достигнут уз ТМ почиње да опада, што није случај и са ЛЕМ (Dolonec-Orbanić и сар., 2016).

На вишим когнитивним нивоима (анализа, евалуација и синтеза) постоји и већа разлика између укупно оствареног броја бодова ученика свих група. У оквиру К групе на нивоу анализе 39 ученика одговорило је тачно бар на један задатак, на нивоу евалуације 14 њих, док на нивоу синтезе само 1 ученик. У оквиру Е1 групе на нивоу анализе 43 ученика одговорило је тачно најмање на један задатак, на нивоу евалуације 40, док на нивоу синтезе чак 24 ученика. У оквиру Е2 групе на нивоу анализе 42 ученика одговорило је тачно бар на један задатак, на нивоу евалуације 40 њих, а на нивоу синтезе 17 ученика. Наведени подаци указују на чињеницу да примена ЛЕМ, у већој мери у односу на ТМ (Sola и Ојо, 2007; Udo, 2010), која се није показала ефикасном на вишим когнитивним нивоима (Maričić и сар., 2019) доприноси квалитетним знањима ученика. Овој тврдњи иду у прилог резултати *Коефицијента варијације*, који показују већу уједначеност знања ученика Е1 и Е2 групе у односу на ученике К групе, уопштено, али и на поменути когнитивним нивоима, с тим што је оно за нијансу веће у Е1 групи. Слично наведеном, у оквиру великог броја истраживања доказано је да самосталне ученичке активности у виду извођења експеримената – допрносе већим постигнућима ученика у односу на експлицитније форме подучавања (Bilgin, 2006; Musasia и сар., 2016; Sadi и Cakiroglu, 2011; Salameh El-Rabadi, 2013; Tael и Erol, 2008; Udo, 2010). Поред поменутог, имајући у виду упоредни допринос примене три наведена инструктивна приступа, резултати претходних истраживања показали су да се ЛЕМ сматра пожељним наставним приступом за примену на самом почетку часа обраде садржаја (Özay и сар., 2009). Ученици поспешују своје разумевање о проучаваним садржајима ако увод у лекцију отпочне извођењем експеримената, затим се настави њеним демонстрирањем и заврши теоријским излагањем наставника (Stavreva-Veselinovska и сар., 2011).

ЛЕМ у овом истраживању, реализована је посредством различитих врста инструктивних приступа. Ове разлике проистичу из саме врсте примењених експеримената (УЕ и ДЕ). Како се ДЕ изводе пред целим разредом од стране истраживача (у овом истраживању) и ученици прате његове директне смернице у том процесу, ова инструкција има карактер директног – експлицитног вођења (експлицитна, директна инструкција уз ДЕ - ЕИДЕ). За разлику од ње инструкција у којој се примењују УЕ има имплицитни карактер (имплицитна, индиректна инструкција уз УЕ - ИИУЕ), јер ученици уз индиректна упутства, која су садржана у оквиру инструктивног листића самостално прате наведене кораке и уз њих изводе експерименте. Учење помоћу ТМ такође подразумева директно вођење од стране истраживача, које је реализовано без примене експеримената, односно уз усмено излагање наставних садржаја и трагање за додатним информацијама у уџбенику, те ова инструкција представља исто експлицитну – директну инструкцију реализовану уз ТМ (ЕИТМ). Добијени резултати у оквиру овог истраживачког питања показали су да се ИИУЕ показала најуспешнијом, затим ЕИДЕ, и на крају ЕИТМ. Наиме ученици К групе (ТМ) су највећи део радне меморије искористили за активно праћење и слушање излагања истраживача, при чему су морали да воде рачуна о великом броју интерактивних елемената истовремено и да из свега изложеног направе разлику између битног и кључног, које је било релевантно касније за њихов групни рад. Групни рад ученика К групе додатно је утицао на повећање њиховог спољашњег когнитивног оптерећења, јер су поред изложених информација истраживача, ученици били ангажовани у додатној потрази за релевантним информацијама у њиховом школском уџбенику, како би надокнадили пропуштено током слушања о сваком појму. Током ове потраге ученици су морали да повезују претходно изложено о сваком појму са написаним у тексту уџбеника. У оквиру текста уџбеника есенцијалне, односно кључне информације интегрисане су са сувишним и нерелевантним информацијама, те су ученици морали да воде рачуна и о томе, односно да из уџбеника издвоје само оне информације, које су њима биле потребне за успешно извршење задатка. Овом претрагом додатно је повећан ефекат интерактивности, што је додатно ангажовало и радну меморију, а то се негативно одразило на сам процес учења. У оквиру Е1 (УЕ) и Е2 (ДЕ) групе дизајнирани инструктивни приступи утицали су на веће смањење спољашњег когнитивног оптерећења, што је директно утицало и на ослобођење капацитета радне меморије за продуктивно учење, чиме је ангажовано пожељно унутрашње когнитивно оптерећење. Међутим у Е2 групи, интензитет спољашњег когнитивног оптерећења био је већи него у Е1 групи. Ученици Е2 групе током демонстрирања експеримента од стране истраживача морали су активно да се ангажују око: усмених објашњења о принципима извођења експеримента, праћења сваке активности истраживача приликом демонстрирања експеримента, истовременог слушања и усмеравања на важне детаље од стране истраживача, и посматрања

результата експеримента. Ученици Е1 групе морали су самостално да се организују око извођења експеримента, да се потруде да га правилно изведу (што је укључивало и понављање радње по потреби), како би добили исправне резултате. У оквиру Е2 групе на додатно ангажовање капацитета радне меморије утицале су многобројне наведене активности активног слушања, праћења и посматрања извођења експеримента од стране истраживача, што се одразило и на њихова мало слабија постигнућа у односу на ученике Е1 групе. Самостално ангажовање око извођења експеримента, као и свих осталих етапа часа у Е1 групи утицало је на то да се пажња ученика у највећој мери усмери на језгро интеракцијских елемената, односно на кључне информације, што је смањило спољашње когнитивно оптерећење и повећало пожељно когнитивно оптерећење. Овако дизајнирана инструкција највише је утицала на продуктивно учење. Смањење спољашњег когнитивног оптерећења у директној је вези са повећањем пожељног когнитивног оптерећења, које је од есенцијалног значаја за квалитетно учење. Имајући у виду наведене податке ИИУЕ, која је била присутна у Е1 групи у највећој мери утицала је на повећање пожељног когнитивног оптерећења, које је ангажовало радну меморију ученика у смеру продуктивног учења. Слични резултати добијени су и у оквиру истраживања аутора (Lazonder и Egberink, 2013), у којем су се оба инструктивна приступа (имплицитна и експлицитна инструкција – у већој мери имплицитна), показала успешнијим при експериментисању и понашању ученика при извођењу експеримента у односу на контролну групу.

На основу анализе добијених резултата може се закључити да је потврђена постављена алтернативна хипотеза (X_1) и да је потврђена постављена алтернативна подхипотеза (X_{1A}), да ће ученици постићи квалитетнија знања на вишим когнитивним нивоима (анализа, евалуација и синтеза), ако садржаје о кретању и особинама материјала уче помоћу ЛЕМ, него ако их уче помоћу ТМ. Ученици Е1 и Е2 групе су остварили квалитетнија знања у односу на ученике К групе на когнитивним нивоима: примена, анализа, евалуација и синтеза.

5.2.2. Разлика у доприносу УЕ и ТМ квалитету знања ученика

Упоредном анализом укупног броја остварених бодова ученика К и Е1 групе, може се запазити да она износи 995 бодова, и да то представља највећу разлику између постигнућа ученика у целом истраживању. Наведени подаци указују на то да је највећа разлика у доприносу примене заправо уочена између УЕ и ТМ, односно између самосталних ученичких активности у виду извођења експеримента и предавачко-приказивачког приступа у оквиру ког је улога ученика сведена на минимум. Слични резултати добијени су и у оквиру истраживачког рада (Turpin и Sage, 2004), у ком је на великом узорку од 929 ученика доказано да

активне методе наставе доприносе знатно бољим постигнућима ученика у односу на ТМ.

Када се анализирају резултати ученика на сваком когнитивном нивоу посебно, према резултатима *Шефе пост-хок теста* уочава се да су ученици К и Е1 групе остварили приближна постигнућа на нивоу знања, разумевања и примене. У оквиру когнитивног нивоа знања ученици К групе су остварили 76 бодова, док су ученици Е1 групе на истом нивоу остварили 84 бода. У оквиру когнитивног нивоа разумевања ученици К групе остварили су 222 бода, а ученици Е1 групе на истом нивоу остварили су 255 бодова. На когнитивном нивоу примене ученици К групе остварили су су 255 бодова, док су ученици Е1 групе на истом нивоу постигли 325 бодова. Ова три когнитивна нивоа захтевају од ученика да покажу основно знање и разумевање одабраних садржаја, те да то повежу са практичним свакодневним искуством. Наведени подаци указују на то да УЕ и ТМ у приближној мери доприносе стицању квалитетних знања ученика на нивоу знања, разумевања и примене. Слични резултати потврђени су у једном истраживању (Khan, Muhammad, Ahmed, и Saeed, 2012), у ком је уочено да ТМ у подједнакој мери као и учење засновано на личним активностима ученика утиче на њихова постигнућа на нивоу знања и разумевања. Поред наведеног, приближно исти резултати уочени су у оквиру истраживања (Dolonec-Orbanić и сар., 2016) у ком је доказано да активне форме учења, попут извођења експеримената, у подједнакој мери као и ТМ доприносе квалитету знања ученика на нивоу знања, разумевања и примене.

Статистички значајна разлика (према наведеном статистичком параметру) између квалитета знања о кретању и особинама материјала ученика групе К и Е1 групе на пост-тесту уочена је на нивоу анализе, евалуације и синтезе, тамо где је ученици требало да употребе сложеније менталне операције, попут анализирања, упоређивања, испитивања, супротстављања, просуђивања, оцењивања, процењивања, мерења, компоновања, произвођења, дизајнирања, састављања, креирања. Слични подаци добијени су у оквиру истраживања (Khan и сар., 2012), у ком су ученици, уз самосталне активности, остварили статистички боља постигнућа на вишим когнитивним нивоима (примена, анализа и синтеза) у односу на групу која је исте садржаје учила уз примену ТМ. Поред наведеног, приближно исти резултати запажени су у оквиру истраживања аутора Цвјетићанин (2017а), у ком је доказано да постоји статистички значајна разлика у постигнућима ученика на вишим когнитивним нивоима (анализа, евалуација и синтеза) између контролне (ТМ) и експерименталне групе (УЕ), у корист знатно бољих резултата ученика (квалитета знања) који су исте садржаје учили уз самостално извођење експеримената. Слични резултати добијени су и у оквиру још једног истраживања (Dolonec-Orbanić и сар., 2016), у ком је уочена статистички значајна разлика између доприноса примене УЕ и ТМ на когнитивним нивоима анализа, евалуација и синтеза, у корист групе ученика која је исте садржаје учила уз самостално

извођење експеримената. Поред наведеног, овакви подаци уочени су и у оквиру великог броја истраживања (Ateş и Eryilmaz, 2011; Demircioğlu и Yadigaroglu, 2011; Ergül и сар., 2011; Kibirige и сар., 2014; Mwihaki Waiganjo и сар., 2014; Okam и Idris Zakari, 2017; Sadi и Cakiroglu, 2011; Salameh El-Rabadi, 2013; Hashim и сар., 2015; Hugerat и сар., 2014; Cardak и сар. 2007). Дакле, на вишим когнитивним нивоима (анализа, евалуација и синтеза) постоји и већа разлика између укупно оствареног броја бодова ученика К и Е1 групе. Наведени подаци указују на то да УЕ знатно више, у односу на ТМ доприносе способностима ученика да анализирају и детаљно испитају претходно научен материјал, растављајући га на његове саставне делове, те да процене вредност тог материјала и од њега, односно његових саставних делова, креирају сасвим нову целину.

На нивоу анализе, у односу на когнитивни ниво евалуације и синтезе, уочена је најмања разлика у квалитету знања о кретању и особинама материјала између ученика К и Е1 групе. Затим се она драстично повећава на нивоу евалуације, а потом се спушта на нивоу синтезе, јер квалитет знања обе групе ученика на овом нивоу почиње да опада. Ученици К групе на нивоу анализе остварили су 353 бода, док су ученици Е1 групе на истом нивоу остварили 469 бодова. На нивоу евалуације ученици К групе су остварили 126 бодова, док су ученици Е1 групе на истом нивоу остварили чак 576 бодова. На нивоу синтезе ученици К групе остварили су само 11 бодова, док су ученици Е1 групе на истом нивоу остварили 319 бодова. Из наведених података може се приметити да је разлика у броју остварених бодова између ученика К и Е1 групе на нивоу анализе 116 бодова, евалуације 450 бодова и синтезе 308 бодова – у корист ученика Е1 групе. Слично је уочено и у оквиру истраживања аутора Цвјетићанин (2017а).

Когнитивни нивои евалуација и синтеза представљају највише домете у квалитету знања ученика и у оквиру њих они морају, поред знања и сложених менталних операција, применити и креативне процесе, односно изнаћи потпуно нова решења од понуђених информација које им стоје на располагању. Имајући то у виду, очекивано је да највећа разлика између постигнућа ученика буде уочена баш на овим нивоима. Ниво евалуације захтева да се процени, провери, испита и оцени вредност претходно научног материјала у циљу проналажења његове сврхе. На основу добијених резултата, може се закључити да самосталне ученичке активности (попут извођења експеримената) знатно доприносе развоју ових способности код ученика. Слични подаци добијени су и у оквиру истраживања (Dolonec-Orbanić и сар., 2016). Ниво синтезе захтева од ученика припрему, компоновање, дизајнирање, састављање једне кохерентне, то јест нове јединствене целине из делова, који стоје ученицима на располагању. Овај ниво заправо јесте ниво креације, односно највиши ступањ примене креативних способности ученика. Резултати овог истраживања показују да знања ученика о кретању и особинама материјала на когнитивном нивоу синтезе у обе групе почињу

да опадају, с тим што је та разлика између ученика групе К и Е1 групе изузетно велика. Од ТМ, чији допринос квалитету знања почиње да опада у већој мери на нивоу анализе, није се ни очекивало да остави икакав утицај на вишим когнитивним нивоима, па је низак ниво знања ученика К групе оправдан. Међутим, примена УЕ јесте допринела квалитету знања ученика Е1 групе у односу на ученике К групе на нивоу синтезе, али посматрајући их одвојено, може се запазити да је мали број ученика и у оквиру Е1 групе тачно одговорио на оба (3 ученика) или један задатак (19 ученика) на овом когнитивном нивоу.

Оправдање за слабија постигнућа ученика Е1 групе на нивоу синтезе, у односу на њихова знања на осталим когнитивним нивоима, може се пронаћи у чињеници која је наведена на самом почетку дискусије о резултатима истраживања, то јест у примени претходне методе помоћу које су ученици раније усвајали садржаје о кретању и особинама материјала. С обзиром на чињеницу да су ови, као и остали садржаји интегрисаних природних наука у претходним разредима, углавном усвајани уз примену ТМ и ДЕ (у неким одељењима), није се ни очекивало да ће ученици ове групе показати боље резултате од остварених на највишем когнитивном нивоу. Уколико ученици нису претходно самостално изводили експерименте, или су то радили веома ретко, претпоставља се да њихове експерименталне вештине нису развијене до те мере да би могле допринети њиховим бољим постигнућима на нивоу стварања, односно креације (синтезе). Штавише, добијени резултати указују на заиста изузетна постигнућа ученика ове групе, имајући у виду све претходно наведене факторе који су могли да утичу, или су пак утицали, на њихов успех. Слично наведеном уочено је и у оквиру истраживања следећих аутора: Dolonc-Orbanić и сар. (2016), Khan и сар. (2012) и Цвјетићанин (2017а).

Када се има у виду инструктивни приступ, који је примењен у оквиру К и Е1 групе, резултати истраживања указују на чињеницу да се ИИУЕ при извођењу експеримената показала знатно успешнијом у односу на ЕИТМ. Наиме, ИИУЕ је у знатно већој мери у односу на ЕИТМ утицала на смањење спољашњег когнитивног оптерећења, што је растеретило радну меморију и оставило простора за развој пожељног унутрашњег когнитивног оптерећења. Слични резултати добијени су и у оквиру истраживања аутора (Lazonder и Egberink, 2013), у којем се имплицитна инструкција показала успешнијим при експериментисању и понашању ученика при извођењу експеримената у односу на контролну групу.

На основу анализе добијених резултата може се закључити да је потврђена постављења алтернативна подхипотеза (X_{1B}) да ће ученици постићи квалитетнија знања на вишим когнитивним нивоима (анализа, евалуација и синтеза) ако садржаје о кретању и особинама матријала уче помоћу УЕ, него ако их уче помоћу ТМ. Ученици Е1 групе су остварили квалитетнија знања у односу на ученике К групе на когнитивним нивоима анализа, евалуација и синтеза.

5.2.3. Разлика у доприносу ДЕ и ТМ квалитету знања ученика

Упоредном анализом укупног броја остварених бодова између ученика групе К и Е2 групе, може се запазити да она износи 747 бодова, што представља знатну разлику између постигнућа ученика. Наведени подаци указују на то да постоји велика разлика у доприносу примене ДЕ и ТМ, односно између демонстрационог приступа истраживача извођењу експеримената и предавачко-приказивачког приступа у оквиру ког је улога ученика сведена на минимум. Слични подаци потврђени су и у оквиру истраживачког рада (Sert Çibik и сар., 2008) у ком је доказано да ДЕ у већој мери доприносе постигнућима ученика (студената) у односу на ТМ.

Анализирајући сваки когнитивни ниво, резултати *Шефе пост-хок теста* показали су да су ученици К и Е2 групе остварили приближна знања на нивоу знања, разумевања и анализе. У оквиру когнитивног нивоа знања ученици К групе остварили су 76 бодова, док су ученици Е2 групе на истом нивоу остварили 82 бода. Когнитивни ниво знања, као што је претходно наведено, захтева од ученика позивање на претходно меморисане чињенице уз њихово идентификовање, дефинисање, пописивање и слично. Наведени подаци су у корелацији с великим бројем претходних истраживања (Sakici и Yavuz, 2010; Цвјетићанин, 2017а; Цвјетићанин и сар., 2010) у оквиру којих је потврђено да примена експеримената (УЕ и ДЕ) и ТМ у подједнакој мери доприносе квалитету ученичких постигнућа, односно њиховом успеху на нивоу знања. У оквиру когнитивног нивоа разумевања ученици К групе остварили су 222 бода, а ученици Е2 групе на истом нивоу остварили су 246 бодова. Ниво разумевања подразумева базично разумевање претходно наученог, уз његово препознавање, понављање, објашњавање, цртање и слично. Овај ниво, као и ниво знања, у свести ученика покреће једноставније менталне операције, које се према ТМ могу стећи и успешно реализовати уз примену пасивног предавачко-приказивачког приступа. Слично је уочено и у оквиру истраживачког рада (Khan и сар., 2012) у ком се показало да ТМ у подједнакој мери као и активно ангажовање ученика доприноси њиховим постигнућима на нивоу разумевања. Поред наведеног, приближни подаци уочени су и у истраживању (Dolonec-Orbanić и сар., 2016) у ком је уочено да ТМ и примена експеримената у подједнакој мери доприносе квалитету знања ученика на нивоу разумевања.

На когнитивном нивоу анализе ученици К групе остварили су 353 бода, док су ученици Е2 групе на истом нивоу остварили 427 бодова. Разлика између њихових постигнућа износи 74 бода, што је близу статистичке значајности, али је ипак не прелази. Слични подаци пронађени су у оквиру великог броја истраживања (Alfieri и сар., 2011), у којима је уочено да експлицитније форме подучавања, попут

ДЕ и ТМ, у приближно истој мери доприносе постигнућима ученика, то јест знатно мање него самостално активирање ученика. Супротно наведеном у оквиру једног истраживања аутора Мариčić и сар. (2019), уочено је да ДЕ знатно више од ТМ доприносе квалитету знања ученика на нивоу анализе. Поред поменутог, важно је нагласити да су и резултати овог истраживања блиски наведеном, то јест између њих постоји извесна сличност. Наиме, ученици Е2 групе (ДЕ) показали су нешто боља постигнућа од ученика из К групе (ТМ) на нивоу анализе, односно њихови резултати су на самој граници статистичке значајности (али је не прелазе), што опет указује на то да ДЕ у нешто већој мери него ТМ доприносе способностима ученика да анализирају претходно научен материјал и раставе га на његове саставне делове у циљу разумевања суштине проучаваног.

Наведени подаци, укључујући резултате овог и бројних поменутих истраживања, указују на то да пасивне методе наставе не воде увек до пасивног учења (Maueg, 2004, 2009). Уколико се ТМ превазиђу нижи когнитивни нивои (знање, разумевање и примена), пасивна настава са пасивног учења полако прелази у активнију форму, односно на наредном когнитивном нивоу ученици постепено почињу активно да се укључују у процес учења, што полако води до активизације наставног процеса и делимично активног учења (Kirschner и сар., 2006). Ипак, важно је нагласити да знања ученика остварена на овај начин немају онај квалитет који имају знања стечена уз активније методе наставе, попут извођења експеримената, без обзира на то што између ових група ученика није уочена статистички значајна разлика у постигнућима на нивоу анализе.

Статистички значајна разлика (према претходно наведеном статистичком параметру) између квалитета знања ученика групе К и Е2 групе о кретању и особинама материјала на пост-тесту уочена је на нивоу примене, евалуације и синтезе, тамо где су ученици требали да повежу стечено знање са свакодневним искуством и пронађу решење за одређени проблем, процене вредност научног и креирају нешто ново из тога. Добијени подаци указују на то да ДЕ у знатно већој мери доприносе квалитету знања ученика на овим когнитивним нивоима него ТМ. Наведени резултати су у корелацији с резултатима истраживања (Sert Çibik и сар., 2008) у ком је доказано да примена ДЕ знатно више доприноси бољим постигнућима ученика него ТМ. Слично је доказано у истраживачком раду (Maričić и сар., 2019), где је уочено да ДЕ у већој мери доприносе стицању квалитетнијих знања ученика на вишим когнитивним нивоима (анализа, евалуација и синтеза) на пост-тесту у односу на ТМ. Разлика између претходно наведеног истраживања и овог проналази се у следећим чињеницама: постојању статистички значајне разлике на нивоу примене, која није уочена у претходном истраживању; непостојању статистички значајне разлике на нивоу анализе (о чему је било речи), која је уочена у оквиру претходног истраживања. Ученици К групе на нивоу примене остварили су 255 бодова, док су ученици Е2 групе на истом нивоу

остварили 385 бодова, што заиста указује на велику разлику између постигнућа ученика на овом нивоу, чак већу између групе К и Е2 групе, него између групе К и Е1 групе.

Дакле, активно посматрање извођења експеримената у већој мери доприноси способностима ученика да повежу научено са свакодневним искуством и пронађу практично решење за одређен проблем него ТМ и УЕ. Могући разлог за ову чињеницу проналази се у самом начину реализације одабраних садржаја. Наиме ученици Е2 групе су учили уз примену експеримената, која је (за разлику од ТМ) допринела већој визуелизацији садржаја и очигледности. При том, пажња ученика Е2 групе (вођена од стране истраживача) била је на директан начин усмерена на саму суштину сваког проучаваног појма. За разлику од њих ученици К групе су одабране садржаје усвајали уз слушање излагања истраживача и путем самосталног трагања за инфомрацијама у њиховом школском уџбенику. При том њихова пажња је у знатно мањој мери била усмерена на саму суштину сваког проучаваног појма, јер су ученици након саслушаног излагања, сами трагали за потребним информацијама, како би добили одговоре на постављена питања, што се касније одразило и на њихова постигнућа на овом нивоу. Ниво примене захтева од ученика примену стеченог знања у конкретној ситуацији. Визуелизација садржаја и примена принципа очигледности уз директно усмерену пажњу у знатно већој мери доприносе томе да ученици повежу научено са свакодневним искуством у односу на чисто излагање садржаја и самостално трагање за информацијама у тексту. Претпоставља се да су ове чињенице утицале на знатно боља постигнућа ученика Е2 групе у односу на ученике К групе управо на овом когнитивном нивоу. Поред наведеног, ови резултати проналазе своје оправдање и у примени методе помоћу које су ученици усвајали претходна знања о кретању и особинама материјала. Наиме, те методе су ТМ и ДЕ (не у свим одељењима), што указује на то да су ученици већ делимично били упознати са применом ДЕ и да су ове садржаје већ усвајали уз нешто активнију форму учења у односу на ТМ. Претпоставља се да је баш ова чињеница утицала на то да управо ученици из Е2 групе остваре најбоље знање на нивоу примене, не само у односу на ученике из К групе, него и у односу на ученике из Е1 групе. Слично је уочено у оквиру једног истраживања (Khan и сар., 2012), у ком је доказано да активније форме учења много више доприносе стицању знања ученика на нивоу примене од ТМ. Поред наведеног, у оквиру истраживачког рада (Logar и Savec Ferk, 2011) доказано је да ДЕ у знатно већој мери него УЕ доприносе квалитету знања ученика. У оквиру истраживања (Özmen и сар., 2012) дошло се до резултата који указују на то да било која форма демонстрације (посматрање видео-записа), укомбинована са извођењем експеримената, доприноси стицању квалитетнијих знања ученика него чисто извођење експеримената.

На вишим когнитивним нивоима (евалуација и синтеза) постоји и већа разлика између укупно оствареног броја бодова ученика К и Е2 групе, односно ДЕ су знатно више допринели способностима ученика да примене сложеније менталне операције него ТМ. Како ниво знања ученика обе групе на овим нивоима знатно опада (знатно више у К групи), може се закључити и то да уочени допринос квалитету знања ученика ДЕ групе није толико снажан (као допринос УЕ квалитету знања), већ он само представља одраз слабости ТМ, то јест њене немогућности да покаже икакав помак на највишим когнитивним нивоима. Слични резултати добијени су у оквиру истраживања (Магић и сар., 2019) у ком је уочена статистички значајна разлика између доприноса примене ДЕ и ТМ на когнитивним нивоима анализа, евалуација и синтеза, у корист групе ученика која је исте садржаје учила уз демонстрациони приступ извођењу експеримената. Дакле, као што је претходно наведено, разлика између овог и претходно поменутог истраживања огледа се у непостојању статистички значајне разлике на нивоу анализе између ДЕ и ТМ, иако је веома близу тога. Важно је нагласити да недостају истраживачки радови на тему доприноса примене ДЕ у односу на ТМ на различитим когнитивним нивоима у оквиру научног образовања, те да оваква врста истраживања представља најмање истражено поље у оквиру утврђивања компаративног доприноса примене УЕ, ДЕ и ТМ наведеној варијабли.

На нивоу евалуације ученици К групе су остварили 126 бодова, док су ученици Е2 групе на истом нивоу остварили чак 441 бод. На когнитивном нивоу синтезе ученици К групе остварили су 11 бодова, док су ученици Е2 групе на истом нивоу остварили чак 209 бодова. Из наведеног се може приметити да разлика у броју остварених бодова између ученика групе К и Е2 групе износи: 315 бодова на нивоу евалуације и 198 бодова на нивоу синтезе, у корист ученика Е2 групе. Добијени подаци показују да се ова разлика повећава на нивоу евалуације, а потом се спушта на нивоу синтезе, јер квалитет знања ученика обе групе на овом нивоу подједанко опада. Слично је уочено и у оквиру истраживања (Магић и сар., 2019). Наведени подаци показују да ДЕ знатно више у односу на ТМ доприносе способностима ученика да процене вредност проучаваног материјала на себи својствен начин, те да од њега креирају нешто сасвим ново.

Ипак, важно је нагласити да ДЕ доприносе наведеним способностима ученика више него ТМ, али не у толикој мери колико то чине УЕ у односу на ТМ. Ученици при посматрању извођења експеримента активно визуелно опажају шта се дешава и прате најважније делове у том процесу, који директно усмеравају њихову пажњу на анализирање, процењивање и испитивање суштине проучаваног појма (Bilgin, 2009), што не постоји при примени ТМ. Управо сам поступак демонстрације, која представља визуализацију садржаја и активно усмеравање пажње ученика на суштину проучаваног феномена, без расипања њихове пажње на небитне информације, представља главни бенефит, односно предност ДЕ у односу на ТМ,

што оправдава и добијене резултате у оквиру овог истраживања. Оно што ДЕ, с друге стране, разликује од УЕ, и доприноси томе да ученици Е2 групе ипак остваре за нијансу неквалитетније знање од ученика Е1 групе, јесте самосталан ученички рад на извођењу експеримената, који доприноси развијању ученичких вештина и личном искуству при проласку кроз научено градиво (McKee-Vickie и сар., 2007).

Када се има у виду инструктивни приступ, који је примењен у оквиру К и Е2 групе, резултати истраживања указују на чињеницу да се ЕИДЕ показала знатно успешнијом у односу на ЕИТМ. Наиме, ЕИДЕ је у знатно већој мери у односу на ЕИТМ утицала на смањење спољашњег когнитивног оптерећења, што је оставило простора у радној меморији за развој пожељног унутрашњег когнитивног оптерећења. Слични резултати добијени су и у оквиру истраживања аутора (Lazonder и Egberink, 2013), у којем се експлицитна инструкција показала успешнијом при експериментисању и понашању ученика при извођењу експеримената у односу на контролну групу.

На основу анализе добијених резултата може се закључити да је делимично потврђена постављена алтернативна подхипотеза (X_{1B}) да ће ученици постићи квалитетнија знања на вишим когнитивним нивоима (анализа, евалуација и синтеза) ако садржаје о кретању и особинама материјала уче помоћу ДЕ, него ако их уче помоћу ТМ. Ученици Е2 групе су остварили квалитетнија знања у односу на ученике К групе на когнитивним нивоима: примена, евалуација и синтеза.

5.2.4. Разлика у доприносу УЕ и ДЕ квалитету знања ученика

Када се упореди квалитет знања ученика Е1 и Е2 групе о кретању и особинама материјала, може се закључити да су ученици што су самостално изводили експерименте постигли боље резултате на когнитивном нивоу евалуације него ученици којима су ти експерименти демонстрирани. Уочена разлика у знању ученика у супротности је с резултатима истраживања (McKee-Vickie и сар., 2007) у ком се показало да су ученици експерименталне (УЕ) и контролне групе (ДЕ) показали приближна постигнућа, односно концептуално разумевање садржаја на пост-тесту. Поред наведеног, у истраживању (Randler и Hulde, 2007) је уочено да су ученици који су учили биолошке садржаје уз примену УЕ остварили подједнако знање као и ученици што су исте садржаје учили уз примену ДЕ. У истраживању (Cohen, 2008) је показано да су група А (ДЕ) и група Б (УЕ) оствариле приближна постигнућа о садржајима плута–тоне на пост-тесту.

Када се анализирају постигнућа ученика у оквиру осталих когнитивних нивоа, налази *Шефе пост-хок теста* показују да су ученици Е1 и Е2 групе остварили приближно исте резултате на нивоу знања, разумевања, примене, анализе и синтезе. У оквиру когнитивног нивоа знања ученици Е1 групе остварили су 84 бода, док су ученици Е2 групе на истом нивоу остварили 82 бода. На основу

добијених резултата може се запазити да УЕ и ДЕ у подједнакој мери доприносе употреби једноставних менталних операција, попут памћења и позивања на претходно меморисана знања о кретању и особинама материјала. Слични резултати добијени су у оквиру истраживања (Свјетићанин и Марићић, 2017), у ком је доказано да су ученици Е1 и Е2 групе остварили приближно иста постигнућа на когнитивном нивоу знања на пост-тесту.

У оквиру когнитивног нивоа разумевања ученици Е1 групе остварили су 255 бодова, а ученици Е2 групе на истом нивоу остварили су 246 бодова. Добијени резултати показују да УЕ и ДЕ приближно исто доприносе основном схватању и разумевању садржаја о кретању и особинама материјала. Слични резултати уочени су у оквиру једног истраживања (Свјетићанин; 2013), где је доказано да су ученици што су самостално изводили експерименте остварили приближно исто знање на нивоу разумевања на пост-тесту, као и ученици којима су исти експерименти демонстрирани. У оквиру когнитивног нивоа примене ученици Е1 групе остварили су 335 бодова, док су ученици Е2 групе на истом нивоу остварили 385 бодова. Дакле, иако ова разлика није статистички значајна, закључује се да су ученици Е2 групе били за нијансу бољи у примени, повезивању, развијању, коришћењу, организовању, упошљавању, реструктурирању, тумачењу, вежбању, показивању и излагању. Наведени подаци указују на то да ДЕ незнатно више доприносе способностима ученика да повежу научено са свакодневним искуством и пронађу решење за одређен проблем него што то чине УЕ. Могући разлог (поред већ наведеног о примени методе којом су усвајани претходни садржаји о кретању и особинама материјала) за оправдање ове чињенице проналази се управо у директно усмереној активној пажњи ученика на саму суштину сваког проучаваног појма (концепта) при демонстрирању експеримената, коју је усмеравао истраживач. Поред наведеног, ученици Е2 групе били су сигурни у то да је експеримент добро изведен. За разлику од њих, ученици Е1 групе били су препушетни сами себи у овом процесу и само од њихових способности посматрања, анализирања и издвајања кључних сегмената при раду, зависио је успех реализације експеримента и наставни процес, што се касније одразило и на њихова постигнућа на когнитивном нивоу примене, јер се од ученика захтевало да примене претходно стечено знање у новој ситуацији. Једино на овом когнитивном нивоу ученици Е2 групе остварили су за нијансу боља постигнућа од ученика Е1 групе. Слични резултати уочени су и у оквиру истраживања (Свјетићанин и сар., 2015) у ком су ученици обе групе (она која је изводила самостално експерименте и група којој су исти експерименти демонстрирани) оствариле приближна постигнућа на нивоу примене, с тим што су ученици из УЕ групе остварили за нијансу боља постигнућа. Слични подаци добијени су и у оквиру истраживања (Logar и Savac Ferik, 2011) у ком је потврђено да су ученици којима су експерименти демонстрирани остварили боља постигнућа од ученика што су самостално изводили исте експерименте,

управо због наставничког вођења при демонстрирању, усмеравања њихове пажње на кључне елементе, пружања додатних објашњења и ученичке сигурности у то да је експеримент правилно изведен.

Ученици Е1 групе на когнитивном нивоу анализе остварили су 469 бодова, док су ученици Е2 групе на истом нивоу остварили 427 бодова. Наведени подаци показују да УЕ и ДЕ у подједанкој мери доприносе способностима ученика да анализирају проучавани садржај и раставе га на саставне делове. Слични резултати уочени су и у оквиру истраживања (Maričić и сар., 2019) у ком је доказано да су ученици Е1 (УЕ) и Е2 групе (ДЕ) остварили приближно иста знања о садржајима о ваздуху на когнитивном нивоу анализе на пост-тесту. Супротно наведеном у великом броју истраживања (Cvjetičanin, 2013; Cvjetičanin и Maričić, 2017; Cvjetičanin и сар., 2015), доказано је да су ученици из УЕ групе остварили знатно боља постигнућа на нивоу анализе у односу на ученике ДЕ групе. Могућ разлог за постојање разлика између резултата овог истраживања и великог броја других – претходно поменутих, може се потражити у наведеној раније примењеној методи, помоћу које су ученици усвајали садржаје интегрисаних природних наука у претходним разредима. Наиме, у овом истраживању то су ТМ и ДЕ (али не у свим одељењима), док је у претходним истраживањима то само ТМ. Имајући то у виду, ученици Е2 групе у оквиру овог истраживања имали су веће шансе да покажу приближно знање на нивоу анализе као ученици Е1 групе (јер су они претходно, макар и повремено, усвајали ове садржаје уз примену ДЕ), него што су то имали ученици из поменутих истраживања који су садржаје из претходних разреда учили само уз примену ТМ. С обзиром на ове податке, може се претпоставити да примена методе, помоћу које су се усвајали претходни садржаји из интегрисаних природних наука утиче на способности ученика да анализирају, упоређују, испитују, истражују, супротстављају, категоришу, разликују, откривају, класификују, извештавају, експериментишу, проучавају, прегледају, сецирају, одвајају и слично.

Поред наведеног, ученици Е1 и Е2 групе остварили су приближно исто знање и на когнитивном нивоу синтезе. Ученици Е1 групе на овом нивоу остварили су 319 бодова, док су ученици Е2 групе на истом нивоу остварили 209 бодова. Разлика између њихових постигнућа износи свега 110 бодова, што за овај ниво, који је вреднован највећим бројем бодова, није много. Само су 3 ученика више у Е1 групи одговорила потпуно тачно на оба задатка на нивоу синтезе, у односу на ученике Е2 групе, док је само 4 ученика више у Е1 групе одговорило тачно на један задатак на овом нивоу, у односу на ученике Е2 групе. Супротно наведеном, у оквиру истраживања (Maričić и сар., 2019; Cvjetičanin, 2013; Cvjetičanin и Maričić, 2017), поред тога што је уочено да квалитет знања ученика почиње да опада, примећено је и да постоји статистички значајна разлика између постигнућа ученика Е1 (УЕ) и Е2 групе (ДЕ), у корист примене УЕ на нивоу синтезе на пост-тесту. Као што је претходно наведено, могући разлог за ово налази се у примени методе којом су

усвајани претходни садржаји о кретању и особинама материјала. Имајћи у виду чињеницу да су то у највећој мери ТМ и повремено ДЕ, није се ни очекивало да ће ученици Е1 групе остварити квалитетније знање на овом когнитивном нивоу. С обзиром на то да ДЕ нису претходно примењени у свим одељењима, нити је то често рађено, бољи успех такође није очекиван ни од ученика Е2 групе.

На основу изнетих чињеница, може се претпоставити да претходно искуство у примени практичног рада утиче на развој креативних способности ученика, што се директно одражава и на њихова постигнућа на највишим когнитивним нивоима (синтеза). Ово искуство је изузетно важно, јер утиче на развој експерименталних вештина, које када достигну одређени ниво (ниво стручњака, експерта – *енгл.* *expert*), преусмеравају пажњу ученика с механичке радње на когнитивну, што се одражава на квалитет усвојеног (Kalyuga, 2007; Cohen, 2008), а касније и на квалитет репродукованог знања.

Статистички значајна разлика (према претходно наведеном статистичком параметру), као што је већ поменуто, између постигнућа ученика Е1 и Е2 групе уочена је на нивоу евалуације. У оквиру овог нивоа ученици Е1 групе остварили су 576 бодова, док су ученици Е2 групе остварили 441 бод. Наведени подаци указују на то да УЕ знатно више у односу на ДЕ доприносе способностима ученика да процене, провере, оцене и критикују вредност претходно наученог материјала. Слични резултати уочени су у више истраживачких радова (Maričić и сар., 2019; Cvjetićanin, 2013; Cvjetićanin и Maričić, 2017; Cvjetićanin и сар., 2015), у којима је доказано да УЕ знатно више од ДЕ доприносе квалитету знања ученика на когнитивном нивоу евалуације.

Могући разлог за разлику у доприносу УЕ и ДЕ квалитету знања ученика о кретању и особинама материјала на пост-тесту треба потражити у самом начину реализације експеримената. Ученици Е1 групе су у оквиру малих група, у свим фазама наставе, самостално, уз договор и сарадњу пратили упутства с инструктивног листића. Они су се заједно организовали око извођења експеримената (тако да сви подједнако учествују у раду), дискутовали о уоченим запажањима, резултатима, трагали за одговорима на истраживачка питања, закључцима о појмовима које усвајају, допуњавали се међусобно стеченим знањима, формирајући тако нова знања, и све то на основу претходног самосталног личног ангажовања (Cvjetićanin и сар., 2015). Ученици ове групе су сами изводили експерименте, што је допринело њиховој заинтересованости за то што уче, активности и пажњи при раду. То их је максимално ангажовало у наставном процесу. Ученици Е2 групе су исте садржаје учили уз знатно мању слободу при раду. У оквиру ове групе примењен је исто групни рад, али уз демонстрациони приступ наставника, који је ограничио ученичку активност. Лично искуство замењено је готовим, спремљеним и претходно обликованим материјалом у виду демонстрираног експеримента, те упутствима истраживача. Слободне активности

ученика ове групе одвијале су се само након сваког ДЕ. Ученици су тада дискутовали о уоченим запажањима, резултатима, трагали су за одговорима на истраживачка питања, закључцима о појмовима које усвајају, допуњавали су се међусобно стеченим знањима о уоченом, формирајући тако нова знања, која нису била заснована на њиховом претходном самосталном личном искуству. Учење кроз лично искуство представља један од основних потврђених параметара успешности ученика у оквиру наставног процеса (Bilgin, 2006), те се и очекивало да ће ученици Е1 групе у оквиру овог истраживања показати боља постигнућа од ученика Е2 групе на нивоу евалуације. Највиши когнитивни ниво знања (евалуација и синтеза), као што је претходно наведено, поред употребе сложених менталних операција, захтева од ученика и примену креативних способности.

Имајући у виду да су креативне способности повезане с процесом откривања и да је доказано да се оне развијају кроз практично лично искуство, односно кроз примену једноставних експеримената (Treffinger, 1980; Treffinger, Selby, и Isaksen, 2008; Treffinger, Young, Shelby, и Shepardson, 2002; Trnova, 2015), у многим истраживањима препоручена је њихова самостална примена у виду УЕ, посебно у оквиру развоја креативности, не само код ученика, већ и код учитеља – наставника, професора (Trnova и Trna, 2014; Trnova, 2015). Креативне способности у знатно већој мери долазе до изражаја када су ученици нешто доживели или кроз нешто прошли лично (Trnova, 2015), него када су то нешто само видели или о томе само саслушали. Метода демонстрације, иако у знатно већој мери покреће визуелне способности код ученика него што то чине УЕ (јер је пажња ученика усмерена и на друге елементе при раду) – спутава њихов лични ангажман, а самим тим и успорава развој креативних способности. УЕ, с друге стране, поред визуализације, максимално ангажују ученике на личном плану, што се директно одражава и на њихов креативни потенцијал. Наведени подаци су у корелацији и са резултатима овог истраживања, чиме је оправдан већи успех ученика на нивоу евалуације оне групе у којој су самостално извођени експерименти у односу на групу у којој су ти исти експерименти демонстрирани.

С обзиром на то да су ученици Е1 групе у највећој мери самостално радили и усвајали знања кроз лично искуство, ослањајући се једни на друге у оквиру тумачења упутстава с инструктивних листића и потраге за решењима задатака, претпоставља се да је кооперативност ипак утицала на постигнућа ученика, јер је она била најизраженија у Е1 групи. При раду ученика ове групе социјална интеракција била је знатно дуже заступљена и подржана практичним искуством, што је допринело динамици рада свих хетерогених група. Током наставе је уочено да су успешнији ученици помагали мање успешним у извођењу експеримената, посматрању промена током извођења експеримената, анализи запажања, закључивању на основу добијених резултата експеримената и слично. Они су преузели одговорност једни за друге, јер су желели да буду што успешнији у

решавању задатака, а били су свесни чињенице да их само лично ангаживање води томе (Klippert, 2001; Wachanga и Gowland Mwaangi, 2004). Мање успешни ученици имају користи од интеракције с успешнијим ученицима, док успешнији ученици кроз преношење својих идеја другима, продубљују своја знања и памте их на дужи период (Johnson и Johnson, 1992; Johnson, Johnson, и Smith, 1998). Овакви елементи уочени су и у Е2 групи, али су овде били знатно сведенији. У Е2 групи доминирала је активност наставника који води час, што је вероватно утицало и на постигнућа ученика, будући да су они били постављени у знатно пасивнију позицију – позицију посматрача, те је с те стране кооперативност у овој групи била ограничена и сведена само на кратак део у оквиру ког су ученици, на основу претходног посматрања, требало заједно да дају одговоре на питања с листића. То је знатно утицало, не само на развој социјалних вештина (што се одразило и на динамику рада свих група), него и на њихову заинтересованост за то што уче, ангажованост, а у највећој мери на пажњу. Пасивност након кратког времена утиче на концентрацију ученика, то јест узрокује расуту пажњу и они почињу да губе почетно интересовање за проучавани феномен (Tael и Erol, 2008). Сви наведени фактори касније су се одразили на постигнућа ученика на пост-тесту и највероватније су утицали на разлику у квалитету њиховог знања, посебно на вишим когнитивним нивоима (евалуација).

Када се има у виду инструктивни приступ, који је примењен у оквиру Е1 и Е2 групе, резултати истраживања указују на чињеницу да се ИИУЕ показала успешнијом у односу са ЕИДЕ. Наведени подаци указују на то да ИИУЕ у већој мери у односу на ЕИДЕ доприноси продуктивном учењу. Ови резултати су у делимичној корелацији са резултатима добијеним у оквиру истраживања аутора (Lazonder и Egberink, 2013), у којем се имплицитна инструкција показала за нијансу успешнијим при експериментисању и понашању ученика при извођењу експеримената у односу на експлицитну инструкцију, али без постојања статистички значајне разлике између постигнућа ученика. Поред наведеног, приближни подаци уочени су и у оквиру истраживања аутора Chase и Klahr (2017).

На основу анализе добијених резултата може се закључити да је потврђена постављена алтернативна хипотеза (X_3) и да је делимично потврђена постављена алтернативна подхипотеза (X_{3A}) да ће ученици постићи квалитетнија знања на вишим когнитивним нивоима (анализа, евалуација и синтеза) ако садржаје о кретању и особинама матријала уче помоћу УЕ, него ако их уче помоћу ДЕ.

5.3. Знања ученика на ре-тесту

5.3.1. Разлика у доприносу ЛЕМ и ТМ трајности знања ученика

Упоредном анализом укупног броја остварених бодова између ученика свих група на ре-тесту, може се запазити да је та разлика доста мања у односу на

остварен број бодова ученика свих група на пост-тесту (између ученика групе К и Е1 групе она износи 408 бодова, између ученика К и Е2 групе 230 бодова, док између ученика Е1 и Е2 групе она износи знатно мање – 178 бодова). Наведени подаци указују на то да су ученици Е1 групе остварили најтрајније знање, затим ученици Е2 групе, и на крају ученици К групе. Овакав редослед ученичких постигнућа запажен је и на пост-тесту, само с нижим бројем бодова ученика свих група на ре-тесту. Из поменутог може се претпоставити то да ЛЕМ у већој мери у односу на ТМ доприноси трајности знања ученика о садржајима о кретању и особинама матријала. Слични резултати уочени су и у оквиру једног истраживања (Магић и сар., 2019), у ком је примећено да су ученици свих група на ре-тесту остварили мањи број бодова него на пост-тесту, као и то да су ученици Е1 групе (УЕ) постигли најтрајнија знања, затим ученици Е2 групе (ДЕ) и на крају ученици К групе (ТМ).

На основу анализе постигнућа ученика све три групе на сваком когнитивном нивоу, уочава се да су резултати *Једнофакторске анализе варијансе* показали да су она приближна по квалитету на нивоу знања, анализе и синтезе. У оквиру когнитивног нивоа знања ученици К групе остварили су 81 бод, ученици Е1 групе 82 бода, а ученици Е2 групе 80 бодова. Наведени подаци указују на чињеницу да примена ЛЕМ и ТМ у подједнакој мери доприноси способностима ученика да памте садржаје о кретању и особинама материјала, да их меморишу, идентификују, повезују, пописују, или праве листе, дефинишу их, понављају, уочавају, именују, усвајају, на дужи временски период. Слични подаци добијени су у оквиру неких других истраживања (Цвјетићанин, 2017а; Цвјетићанин и сар., 2010), у којима је уочено да су обе групе ученика (она која је учила уз експерименте и она која је исте садржаје учила уз ТМ) показале подједнака постигнућа на нивоу знања на ре-тесту.

На когнитивном нивоу анализе ученици К групе остварили су 364 бода, ученици Е1 групе 427 бодова, док су ученици Е2 групе остварили 399 бодова. Наведени подаци показују да ЛЕМ и ТМ у подједнакој мери доприносе способностима ученика да анализирају садржаје о кретању и особинама материјала, те раздвоје анализирану целину на њене саставне делове у циљу бољег разумевања њене унутрашње структуре. Супротно наведеном у оквиру истраживања (Цвјетићанин, 2017а), дошло се до резултата који указују на то да је уочена статистички значајна разлика између трајности знања ученика експерименталне (примена експеримената) и контролне групе (ТМ) на нивоу анализе на ре-тесту, у корист ученика из експерименталне групе. Имајући у виду остварен број бодова ученика свих група на овом нивоу, може се запазити да су резултати овог истраживања донекле блиски наведеном. Без обзира на непостојање статистички значајне разлике између постигнућа ученика, може се уочити да постоји разлика између њихових постигнућа, посебно посматрајући резултате К и Е1 групе. Како су постигнућа ученика Е2 групе приближнија постигнућима ученика Е1 групе, може

се претпоставити, слично резултатима поменутог истраживања, да ЛЕМ у нешто већој мери (незнатној) доприноси квалитету знања ученика на нивоу анализе него ТМ. Посматрајући упоредо квалитет знања ученика свих група на нивоу анализе на пост-тесту и ре-тесту, може се закључити да је он приближно исти. С обзиром на чињеницу да су ученици експерименталних група показали боља постигнућа на оба теста на овом нивоу од ученика К групе, може се претпоставити да примена ЛЕМ у нешто већој мери (незнатно више УЕ) доприноси, не само квалитету знања ученика на овом нивоу, него и њиховој трајности у односу на ТМ. Слично наведеном, у оквиру истраживања појединих аутора (Магић и сар., 2019) уочено је да примена ЛЕМ у већој мери него ТМ доприноси, не само квалитету знања, него и њиховој трајности на нивоу анализе.

У оквиру когнитивног нивоа синтезе ученици К групе нису остварили ниједан бод, док су ученици Е1, као и ученици Е2 групе – остварили 33 бода, односно само три ученика из обе групе одговорило је тачно на један задатак на нивоу синтезе. Наведени подаци показују да ЛЕМ и ТМ у приближној мери доприносе трајности знања ученика окретању и особинама материјала на овом когнитивном нивоу, односно њиховим способностима да из понуђеног материјала креирају нешто ново. Супротно наведеном у оквиру једног истраживања (Цвјетићанин и сар., 2010), доказано је да су ученици експерименталне групе (ЛЕМ) остварили статистички трајнија знања о кретању и особинама материјала од ученика К групе (ТМ) на нивоу синтезе на ре-тесту. Поред тога, уочена је и сличност између резултата поменутог и овог истраживања, која се огледа у подацима о опадању квалитета трајности знања ученика свих група на ре-тесту на овом нивоу. Подаци добијени у оквиру овог истраживања били су очекивани, имајући у виду чињеницу о претходно примењиваној методи, која је коришћена при обради садржаја интегрисаних природних наука у првом и другом разреду. Уколико су ученици претходна знања о одабраним садржајима, као и осталим садржајима интегрисаних природних наука, усвајали само уз примену ТМ, и повремено уз примену ДЕ (нека одељења), није се ни могло очекивати да ће они остварити квалитетна знања о кретању и особинама материјала, не само на првом тестирању, већ и на другом, након одређеног времена. Како ученици одабране садржаје претходно нису учили уз примену експеримената, или су то радили само повремено, они нису могли развити експерименталне вештине до мере која би им омогућила преусмеравање пажње с механичке радње на когнитивну, што је утицало на квалитет, а касније и на трајност њиховог знања на највишим когнитивним нивоима (попут синтезе). Посматрајући упоредо постигнућа ученика свих група на нивоу синтезе на пост-тесту и ре-тесту, може се запазити да су ученици свих група на овом нивоу остварили најслабији успех на оба теста, с тим што на ре-тесту квалитет трајности њиховог знања о кретању и особинама материјала још више опада. Наведени подаци показују да примена ЛЕМ у односу на ТМ у нешто већој мери доприноси

квалитету знања ученика на пост-тесту, и незнато, односно у приближној, али веома малој мери, трајности њиховог знања на ре-тесту. Слични подаци уочени су у оквиру већег броја истраживања (Dolonec-Orbanić и сар., 2016; Цвјетићанин, 2017а; Цвјетићанин и сар., 2010), у којима је доказано да примена експеримената (ЛЕМ) доприноси квалитету и нешто већој трајности знања ученика на нивоу синтезе него ТМ, с тим што тај квалитет опада на ре-тесту.

Статистички значајна разлика (према претходно наведеном статистичком параметру) између постигнућа ученика свих група на ре-тесту, уочена је на когнитивном нивоу разумевања, примене и евалуације. У оквиру когнитивног нивоа разумевања ученици К групе остварили су 174 бода, ученици Е1 групе остварили су 237 бодова, док су ученици Е2 групе остварили 219 бодова. Наведени подаци показују да ЛЕМ више него ТМ доприноси трајности знања ученика о кретању и особинама материјала на нивоу разумевања, односно способностима ученика да схвате, разумеју и успешно објасне претходно научен материјал након дужег времена. Супротно наведеном, у оквиру једног истраживања (Цвјетићанин, 2017а) показало се да су ученици Е групе (ЛЕМ) и К групе (ТМ) остварили приближна знања на нивоу разумевања на ре-тесту. Слично је уочено и оквиру истраживања (Цвјетићанин и сар., 2010). Упоредном анализом резултата ученика свих група са пост-теста и ре-теста може се запазити то да су ученици свих група остварили најбоља постигнућа управо на нивоу разумевања на пост-тесту, и за нијансу незнатно слабија постигнућа на истом нивоу на ре-тесту, с тим што је квалитет трајности знања ученика К групе знатно опао у односу на квалитет трајности знања ученике Е1 групе. Наведени подаци указују на чињеницу да ЛЕМ незнатно више у односу на ТМ доприноси квалитету знања ученика о кретању и особинама материјала на пост-тесту на нивоу разумевања, и знатно више (тачније УЕ) у односу на ТМ доприноси квалитету трајности знања ученика на овом нивоу на ре-тесту. Слично наведеном, резултати истраживања (Цвјетићанин, 2017а) показали су да су ученици Е групе (ЛЕМ) остварили незнатно квалитетнија, али и трајнија знања, од ученика К групе (ТМ) на нивоу разумевања, с тим што је тај квалитет ученика обе групе за нијансу опао на ре-тесту.

На когнитивном нивоу примене ученици К групе остварили су 250 бодова, ученици Е1 групе остварили су 355 бодова, а ученици Е2 групе 315 бодова. Најтрајнија знања о кретању и особинама материјала на овом нивоу показали су ученици Е1 групе, затим ученици Е2 групе и на крају ученици К групе. На основу добијених података може се претпоставити да ЛЕМ у већој мери доприноси задржавању наученог о кретању и особинама материјала у односу на ТМ. Супротно наведеном у истраживању аутора Магић и сар. (2019), дошло се до резултата, који показују да су све три групе ученика Е1, Е2 (ЛЕМ) и К (ТМ) показале приближна знања на нивоу примене на ре-тесту. Поред наведеног, уочена је и одређена сличност између резултата поменутог и овог истраживања, која се одражава у

истом редоследу постигнућа ученика. Без обзира на чињеницу што у поменутом истраживању није уочена знатна разлика између ученичких резултата, ипак су ученици Е1 групе (УЕ) били за нијансу бољи од ученика Е2 групе (ДЕ), а ови од ученика К групе (ТМ), што је уочено и у оквиру овог истраживања. Посматрајући графиконе о упоредном доприносу примене ЛЕМ и ТМ трајности знања ученика о кретању и особинама материјала, може се приметити да квалитет трајности знања ученика К групе на нивоу примене знатно опада у односу на ученике Е1 групе. Имајући у виду да квалитет трајности знања ученика К групе у оквиру овог истраживања почиње да опада још на нивоу разумевања, овакви резултати на нивоу примене били су очекивани. Упоредном анализом постигнућа ученика на пост-тесту и ре-тесту може се приметити да су ученици свих група остварили приближна знања о кретању и особинама материјала на овом нивоу на оба теста, с тим што су ти резултати најслабији у оквиру К групе. Наведена чињеница указује на то да примена ЛЕМ у односу на ТМ у већој мери доприноси квалитету (тачније ДЕ) и трајности знања (тачније УЕ) ученика о одабраним садржајима на когнитивном нивоу примене. Слични резултати потврђени су и у оквиру истраживања (Цвјетићанин и сар., 2010) у ком је уочено да примена ЛЕМ, у односу на ТМ, доприноси бољим постигнућима ученика, односно задржавању наученог у периоду од месец и по дана, на нивоу примене.

У оквиру когнитивног нивоа евалуације ученици К групе остварили су 19 бодова, ученици Е1 групе постигли су 171 бод, док су ученици Е2 групе на истом нивоу остварили 81 бод. Наведени подаци показују да су ученици Е1 групе били најуспешнији у процени, провери, оцени и критиковању вредности претходно наученог материјала о одабраним садржајима након периода од месец и по дана. После њих, сличне резултате остварили су ученици Е2 групе, док су најслабије задржавање наученог на овом нивоу показали ученици К групе. Слично наведеном, у оквиру већег броја истраживања (Цвјетићанин, 2017а; Цвјетићанин и сар., 2010; Магић и сар., 2019) уочено је да су ученици који су садржаје интегрисаних природних наука учили уз примену ЛЕМ остварили трајнија знања од ученика што су исте садржаје учили уз примену ТМ на нивоу евалуације на ре-тесту. Имајући у виду то да квалитет трајности знања ученика К групе, као што је претходно већ наведено, почиње да опада још на нивоу разумевања (и наставља да опада на вишим когнитивним нивоима), овакви резултати били су очекивани. Наведени подаци показују да ЛЕМ у знатно већој мери доприноси квалитету трајности знања ученика на нивоу евалуације у односу на ТМ. Слични резултати уочени су и у оквиру поменутог истраживања (Магић и сар., 2019). Упоредном анализом постигнућа ученика свих група на пост-тесту и ре-тесту, може се приметити да су ученици свих група остварили знатно квалитетнија знања на пост-тесту (у највећој мери ученици Е1 групе) него на истом нивоу на ре-тесту. Имајући наведено у виду, може се констатовати следеће, да примена ЛЕМ у већој мери у односу на ТМ

доприноси квалитету и трајности знања (тачније УЕ) ученика о кретању и особинама матријала на нивоу евалуације. Слично наведеном примећено је и у оквиру истраживања (Цвјетићанин, 2017а; Цвјетићанин и сар., 2010), у којима је уочено да примена ЛЕМ у знатно већој мери од ТМ доприноси, не само квалитету знања ученика, него и њиховој трајности на нивоу евалуације. Наведеним подацима иду у прилог и резултати *Коефицијента варијације*, који показују већу уједначеност у знању ученика Е1 и Е2 групе у односу на ученике К групе, уопштено, али и на поменутиим когнитивним нивоима, с тим што је ниво знања за нијансу виши у Е1 групи. Поред поменутог, имајући у виду упоредни допринос примене сва три наведена инструктивна приступа, резултати претходних истраживања показали су да се ЛЕМ сматра пожељним наставним приступом за примену на самом почетку часа обраде садржаја (Özay и сар., 2009) и да тај приступ доприноси трајности знања ученика током дужег периода. Ученици дуже време задржавају научено ако увод у лекцију отпочне извођењем експеримената, затим се настави њеним демонстрирањем и заврши теоријским излагањем наставника (Stavreva-Veselinovska и сар., 2011).

Када се има у виду инструктивни приступ, који је примењен у оквиру сваке групе, резултати истраживања указују на чињеницу да ИИУЕ највише доприноси трајности знања ученика, затим ЕИДЕ и на крају ЕИТМ. Из наведеног произилази следећа чињеница, да ИИУЕ највише доприноси складиштењу научених информација у дугорочној меморији и позивању на те информације, након временског периода од месец ипо дана, затим ЕИДЕ и знатно мање у односу на њих ЕИТМ. Супротни резултати добијени су у оквиру истраживања аутора (Matlen и Klahr, 2012), у којем се показало да експлицитније форме вођења, у већој мери доприносе задржавању наученог у временском периоду чак од пет месеци у односу на имплицитну интрукцију.

На основу анализе добијених резултата може се закључити да је потврђена постављена алтернативна хипотеза (X_2) и да је делимично потврђена постављена алтернативна подхипотеза (X_{2A}) да ће ученици постићи трајнија знања на вишим когнитивним нивоима (анализа, евалуација и синтеза), ако садржаје о кретању и особинама материјала уче помоћу ЛЕМ, него ако их уче помоћу ТМ.

5.3.2. Разлика у доприносу УЕ и ТМ трајности знања ученика

Упоредном анализом укупног броја остварених бодова између ученика групе К и Е1 групе, може се запазити да она износи 408 бодова, и да то представља највећу остварену разлику између постигнућа ученика свих група на ре-тесту. Наведени подаци показују да УЕ знатно више од ТМ доприноси задржавању наученог о кретању и особинама материјала. Слични резултати потврђени су и у

оквиру истраживачког рада (Цвјетићанин, 2017а), у ком је доказано да УЕ знатно више доприносе квалитету трајности знања од ТМ на ре-тесту.

Када се анализирају резултати ученика на сваком когнитивном нивоу, према резултатима *Шефе пост-хок теста* уочава се да су ученици групе К и Е1 групе остварили приближна постигнућа на нивоу знања, анализе и синтезе. У оквиру когнитивног нивоа знања, ученици К групе остварили су 81 бод, док су ученици Е1 групе на истом нивоу постигли 82 бода. Наведени подаци показују да УЕ и ТМ подједнако доприносе задржавању наученог градива о кретању и особинама материјала, односно употреби једноставнијих менталних операција попут памћења, меморисања, идентификовања, препознавања и слично током дужег времена. Слични резултати уочени су и у оквиру истраживања (Цвјетићанин и сар., 2010) у ком се показало да су ученици обе групе – Е (УЕ) и К (ТМ) – остварили приближно иста достигнућа на нивоу знања на ре-тесту. Упоредном анализом постигнућа ученика на нивоу знања на пост-тесту и ре-тесту, може се запазити да су ученици обе групе остварили приближно иста знања на првом когнитивном нивоу, на оба теста. Ови подаци показују да УЕ и ТМ у подједнакој мери доприносе, не само квалитету постигнућа ученика на нивоу знања, него и њиховој трајности. Слично наведеном уочено је и у оквиру истраживања аутора Цвјетићанин (2017а).

На когнитивном нивоу анализе ученици К групе остварили су 364 бода, док су ученици Е1 групе на истом нивоу остварили 427 бодова. Наведени подаци показују да УЕ, незнатно више у односу на ТМ, доприносе квалитету трајности знања ученика о кретању и особинама материјала на когнитивном нивоу анализе. Приближни подаци уочени су и у оквиру истраживања (Цвјетићанин и сар., 2010), у ком је доказано да УЕ у већој мери него ТМ доприносе задржавању претходно наученог на овом когнитивном нивоу. Разлика између поменутог и овог истраживања огледа се у томе што у наведеном истраживању постоји статистички значајна разлика између постигнућа ученика на нивоу анализе на ре-тесту, док у овом она није уочена. Упоредном анализом резултата ученика групе К и Е1 групе са пост-теста и ре-теста, може се запазити то да су ученици Е1 групе остварили знатно квалитетнија знања о кретању и особинама материјала од ученика К групе на пост-тесту и незнатно трајнија знања од ученика К групе на ре-тесту на нивоу анализе. Ови подаци показују да УЕ знатно више од ТМ доприносе квалитету наученог на нивоу анализе, али да се та разлика губи када је реч о квалитету трајности тих знања. Слични подаци уочени су и у оквиру истраживања (Цвјетићанин и сар., 2010), у ком је уочено да УЕ знатно више утичу, не само на квалитет знања ученика на нивоу анализе, него и на њихову трајност.

У оквиру когнитивног нивоа синтезе ученици К групе нису остварили ниједан бод, док су ученици Е1 групе на истом нивоу остварили само 33 бода. Наведени подаци указују на веома слаба постигнућа ученика обе групе на нивоу синтезе, односно на слично слабо задржавање наученог на овом нивоу. Супротно наведеном

у оквиру истраживања (Цвјетићанин, 2017а), дошло се до резултата који показују да су ученици из УЕ групе остварили знатно трајнија знања о кретању и особинама материјала од ученика из ТМ групе на нивоу синтезе на ре-тесту. Сличност између наведеног и овог истраживања проналази се у чињеници о слабијим постигнућима ученика обе групе на овом нивоу у односу на све претходне когнитивне нивое. Упоредном анализом постигнућа ученика са пост-теста и ре-теста може се запазити да су ученици Е1 групе остварили знатно квалитетније знање на пост-тесту на овом нивоу од ученика К групе, и незнатно трајнија знања на ре-тесту од ученика исте групе. Из наведеног произилази да УЕ знатно више у односу на ТМ доприносе квалитету знања ученика на нивоу синтезе и незнатно више утичу на задржавање наученог на овом нивоу. Слични резултати уочени су у оквиру истраживања (Цвјетићанин и сар., 2010), у ком је доказано да УЕ, у односу на ТМ, у већој мери доприносе, не само квалитету знања ученика на нивоу синтезе, него и задржавању претходно наученог на овом нивоу. Слабија постигнућа ученика на оба теста на овом нивоу, као што је претходно наведено и описано, највероватније јесу последица примене методе помоћу које су ученици усвајали претходна знања о кретању и особинама материјала, што се осим на квалитет знања, касније одразило и на задржавање наученог градива.

Статистички значајна разлика (према наведеном статистичком параметру) између квалитета трајности знања ученика о кретању и особинама материјала групе К и Е1 групе на ре-тесту уочена је на нивоу разумевања, примене и евалуације, тамо где је ученици требало да употребе менталне операције, попут преправљања, лоцирања, објашњавања, описивања, илустровања, тумачења, цртања, примењивања, повезивања, коришћења, организовања, реструктурирања, вежбања, показивања, просуђивања, оцењивања, упоређивања, процењивања, мерења, одлучивања, селектовања, разматрања, вредновања, критиковања и слично. У оквиру когнитивног нивоа разумевања, ученици К групе остварили су 174 бода, док су ученици Е1 групе на истом нивоу постигли 247 бодова. Наведени подаци указују на то да УЕ знатно више у односу на ТМ доприносе способностима ученика да објасне суштину проучаваног садржаја о кретању и особинама материјала након периода од месец и по дана. Супротно наведеном у оквиру истраживања (Цвјетићанин, 2017а), показало се да су ученици УЕ и ТМ групе остварили приближна знања на нивоу разумевања на ре-тесту. Упоредном анализом постигнућа ученика са пост-теста и ре-теста, може се приметити да су ученици обе групе остварили приближна знања по квалитету на пост-тесту (нешто су бољи успех постигли ученици Е1 групе), док су ученици Е1 групе остварили статистички трајнија знања од ученика К групе на истом нивоу на ре-тесту. Посматрајући графиконе, који показују резултате ученика на оба теста, такође се може запазити да квалитет трајности знања ученика К групе знатно опада на ре-тесту у односу на пост-тест. Из наведеног се може претпоставити да УЕ незнатно више у односу на

ТМ доприносе квалитету знања ученика на нивоу разумевања на пост-тесту, и знатно више доприносе задржавању претходно наученог о кретању и особинама материјала на истом нивоу на ре-тесту. Могући разлог за овакве резултате може се потражити у самом начину реализације третмана. Наиме, ученици Е1 групе су одабране садржаје учили уз самостално ангажовање и руковање материјалом за учење. Експерименти су допринели реализацији принципа очигледности и практичној визуелизацији садржаја. Самостално извођење и руковање једноставним материјалима покренуло је већи број чула код ученика ове групе, што је допринело дубљем практичном разумевању проучаваног садржаја. Активација већег броја чула, попут додиривања предмета, материјала, кретања и покретања, посматрања, слушања, мирисања, понекад и испробавања укуса неког материјала (када садржаји то дозволе) – води до пребацивања са конкретног ученичког размишљања на комплексније форме менталног ангажовања (Bilgin, 2006). У претходним истраживањима доказано је да самосталне ученичке активности у виду извођења једноставних експеримената доприносе додатној активацији ученика и покретању когнитивних процеса (Wheatley, 1991). Поред наведеног, доказано је да оне представљају поуздан критеријум успешности ученика у оквиру наставног процеса (Ateş и Eryilmaz, 2011; Bilgin, 2006; Logar и Savec Ferk, 2011; Unal, 2008). Све ово изостало је у К групи, која је исте садржаје усвајала уз главни извор знања – њихов школски уџбеник. Када се све наведене чињенице узму у обзир, могуће је констатовати да су наведене активности допринеле дубљем разумевању одабраних садржаја код ученика Е1 групе, што их је аутоматски ускладиштило у дугорочну меморију. Када су ученицима поново затребале ове информације, они су их позвали у радну меморију, одакле су их искористили за одређене задатке.

На когнитивном нивоу примене ученици К групе остварили су 260 бодова, док су ученици Е1 групе остварили 355 бодова. Наведени подаци показују да УЕ у знатно већој мери у односу на ТМ доприносе задржавању наученог о кретању и особинама материјала у периоду од месец и по дана. Супротно наведеном у оквиру истраживања (Maričić и сар., 2019), доказано је да УЕ у приближној мери као и ТМ доприносе квалитету трајности знања ученика на ре-тесту. Сличност између наведеног и овог истраживања проналази се томе што су ученици Е1 групе (УЕ) и у оквиру наведеног истраживања били за нијансу успешнији на овом нивоу од ученика из К групе (ТМ). Упоредном анализом постигнућа ученика са пост-теста и ре-теста може се запазити да су ученици обе групе постигли приближна знања о кретању и особинама материјала по квалитету на пост-тесту, која су близу статистичке значајности у корист ученика Е1 групе (али је не прелазе), као и то да су ученици Е1 групе остварили статистички трајнија знања од ученика К групе на ре-тесту на овом когнитивном нивоу. Посматрајући графиконе о успеху ученика обе групе на оба теста, такође се може уочити да квалитет знања ученика групе К и Е1 групе не опада на ре-тесту у односу на пост-тест. Наведени подаци показују да

УЕ у нешто већој мери доприносе квалитету знања ученика на нивоу примене на пост-тесту од ТМ, и знатно доприносе задржавању наученог о одабраним садржајима на истом нивоу на ре-тесту. Слични подаци уочени су у оквиру истраживања (Цвјетићанин и сар., 2010), у ком се показало да УЕ доприносе, не само квалитету знања ученика на нивоу примене, него и задржавању тих знања на истом нивоу на ре-тесту. Разлог за ову чињеницу такође се може потражити у самом начину реализације одабраних садржаја. Као што је већ било назначено, примена експеримената и њихово самостално извођење од стране ученика доприноси додатном физичком (лично ангажовање, руковање материјалом за учење, покретању већег броја чула) и менталном активирању (покретање когнитивних процеса, пребацивање са конкретног на апстрактније форме размишљања), реализацији принципа очигледности и практичној визуелизацији садржаја. Ученици К групе су одабране садржаје учили уз слушање излагања истраживача и самосталну претрагу информација у уџбенику, што је њихово физичко ангажовање свело на минимум, а ментално активирање задржало на конкретном нивоу. Поред наведеног у овој групи изостали су принцип очигледности, као и практична визуелизација садржаја. Претпоставља се да су управо ове чињенице утицале на то да ученици Е1 групе у знатно већој мери у односу на ученика К групе повежу научено са свакодневним искуством и примене га у новим ситуацијама.

У оквиру когнитивног нивоа евалуације ученици К групе остварили су 18 бодова, док су ученици Е1 групе на истом нивоу постигли 171 бод. Ови подаци показују да УЕ у знатно већој мери него ТМ доприносе способностима ученика да оцењују, процењују, вреднују, критикују и сл. претходно научено о кретању и особинама материјала након дужег времена. Слични резултати уочени су у оквиру истраживања аутора Цвјетићанин и сар. (2010), Магић и сар. (2019), у којима је уочено да УЕ знатно више од ТМ доприносе задржавању наученог на когнитивном нивоу евалуације. Упоредном анализом постигнућа ученика са пост-теста и ре-теста на овом нивоу, може се запазити да су ученици Е1 групе остварили не само знатно квалитетнија, него и знатно трајнија знања о кретању и особинама материјала од ученика К групе. Наведени подаци показују да УЕ знатно више него ТМ доприносе квалитету и задржавању претходно наученог о одбраним садржајима на когнитивном нивоу евалуације. Слично је уочено и у оквиру истраживања (Цвјетићанин, 2017а; Цвјетићанин и сар., 2010; Магић и сар., 2019). Разлог овоме, као што је претходно наведено, може се потражити у самом начину реализације садржаја о кретању и особинама материјала. Као што је већ било назначено, примена експеримената и њихово самостално извођење од стране ученика доприноси додатном физичком и менталном активирању, покретању когнитивних процеса и пребацивању с конкретног на знатно комплексније форме размишљања. Овакве активности су у знатно већој мери ангажовале ученике Е1

групе него ученике К групе на менталном плану, што је допринело њиховим већим постигнућима и задржавању наученог на једном од највиших когнитивних нивоа – евалуацији, који сам по себи захтева примену сложенијих менталних операција.

Када се има у виду инструктивни приступ, који је примењен у оквиру сваке групе, резултати истраживања указују на чињеницу да ИИУЕ знатно више допрноси трајности знања ученика у односу на ЕИТМ. Овакви подаци су и били за очекивати, јер је управо и највећа разлика између квалитета трајности знања уочена између Е1 и К групе. Наведени подаци указују на то да ИИУЕ у знатно већој мери у односу на ЕИТМ допрноси складиштењу усвојених садржаја у дугорочној меморији и њиховом позивању у радну меморију након месец ипо дана. Супротни резултати добијени су у оквиру истраживања аутора (Matlen и Klahr, 2012), у којем се показало да експлицитније форме вођења, у већој мери доприносе задржавању наученог у временском периоду чак од пет месеци у односу на имплицитну инструкцију.

На основу анализе добијених резултата може се закључити да је делимично потврђена постављена алтернативна подхипотеза (X_{2B}) да ће ученици постићи трајнија знања на вишим когнитивним нивоима (анализа, евалуација и синтеза), ако садржаје о кретању и особинама материјала уче помоћу УЕ, него ако их уче помоћу ТМ.

5.3.3. Разлика у доприносу ДЕ и ТМ трајности знања ученика

Упоредном анализом укупног броја остварених бодова између ученика групе К и Е1 групе, може се запазити да су остварили 230 бодова, те да између њихових постигнућа на ре-тесту није уочена статистички значајна разлика. Наведени подаци указују на то да ДЕ у приближној мери као и ТМ доприносе задржавању наученог о кретању и особинама материјала. Супротно наведеном у истраживању (Магић и сар., 2019), показало се да постоји значајна разлика између примене ДЕ и ТМ у корист знатно трајнијих знања ученика из ДЕ групе.

Када се погледају постигнућа ученика групе К и Е2 групе на сваком когнитивном нивоу, према резултатима *Шефе пост-хок теста*, може се запазити да су ученици обе групе на свих шест нивоа знања остварили приближан успех. На когнитивном нивоу знања ученици К групе освојили су 81 бод, док су ученици Е2 групе освојили 80 бодова. Наведени подаци били су очекивани с обзиром на то да је у великом броју претходних истраживања (Магић и сар., 2019; Цвјетићанин, 2017а; Цвјетићанин и сар., 2010) доказано да примена експеримената (УЕ и ДЕ) у подједнакој мери као и ТМ доприноси квалитету трајности усвојеног на нивоу знања. Упоредном анализом постигнућа ученика групе К и Е2 групе на пост-тесту и ре-тесту може се запазити да су ученици обе групе остварили приближно иста

знања на оба теста, те се може претпоставити да ДЕ и ТМ у приближно истој мери доприносе квалитету и трајности наученог на нивоу знања.

У оквиру когнитивног нивоа разумевања, ученици К групе остварили су 174 бода, док су ученици Е2 групе остварили 219 бодова. Према наведеним подацима може се приметити да између постигнућа ученика обе групе на нивоу разумевања није уочена значајна разлика, али да су ученици Е2 групе остварили за нијасну боља постигнућа на овом нивоу од ученика К групе. Из поменутог произилази претпоставка да ДЕ незнатно више у односу на ТМ доприносе способностима ученика да суштински разумеју и објасне научени материјал након дужег времена. Слични резултати уочени су у истраживањима (Магић и сар., 2019; Цвјетићанин и сар., 2010), у оквиру којих је потврђено да примена експеримената (УЕ и ДЕ) у приближно истој мери као и ТМ доприносе квалитету трајности знања ученика на нивоу разумевања, с тим што су ученици из експерименталних група остварили незнатно боља постигнућа од ученика из контролне групе. Упоредном анализом постигнућа ученика групе К и Е2 групе на оба теста, може се запазити да су ученици обе групе остварили приближна знања по квалитету на пост-тесту и приближно иста знања по трајности на ре-тесту, с тим што су ученици Е2 групе били мало успешнији на овом нивоу на ре-тесту од ученика К групе. Посматрајући графиконе што показују успех ученика на оба теста, може се уочити да су ученици обе групе остварили нешто слабија постигнућа на ре-тесту него на пост-тесту. Слични резултати уочени су и у оквиру истраживања (Магић и сар., 2019).

На когнитивном нивоу примене ученици К групе освојили су 260 бодова, док су ученици Е2 групе освојили 315 бодова. Наведени подаци указују на то да ДЕ незнатно више у односу на ТМ доприноси примени наученог знања о кретању и особинама материјала у новим ситуацијама, те проналаску решења за одређен проблем након периода од месец и по дана. Слично наведеном, у оквиру неких истраживања (Магић и сар., 2019; Цвјетићанин, 2017а; Цвјетићанин и сар., 2010) уочено је да примена експеримената (УЕ и ДЕ) у приближно истој мери као и ТМ доприноси квалитету трајности знања ученика на нивоу примене. Упоредном анализом резултата ученика са пост-теста и ре-теста може се уочити да су ученици Е2 групе остварили знатно квалитетније знање на нивоу примене на пост-тесту и незнатно трајнија знања на истом нивоу на ре-тесту од ученика К групе. Из наведеног произилази претпоставка да ДЕ знатно више него ТМ доприносе квалитету знања на овом нивоу и незнатно утичу на задржавање наученог у периоду од месец и по дана. У оквиру истраживања (Khan и сар., 2012) уочено је да су ученици који су садржаје природних наука учили уз активнији приступ (експерименте) остварили квалитетније знање на нивоу примене од ТМ групе, док је у истраживању (Магић и сар., 2019) уочено да су ученици из ДЕ и ТМ групе постигли подједнако трајна знања на овом нивоу на ре-тесту. Посматрајући графиконе који указују на успех ученика групе К и Е2 групе на оба теста, такође се

може запазити да квалитет знања ученика Е2 групе о кретању и особинама материјала у већој мери опада на ре-тесту у односу на пост-тест на овом нивоу. С обзиром на чињеницу да су ученици Е2 групе показали најбољи успех на нивоу примене на пост-тесту (не само у односу на К групу, већ и на Е1 групу), а да њихова знања у мало већој мери опадају на ре-тесту на овом нивоу, може се претпоставити да примена ДЕ незнатно утиче на задржавање наученог о кретању и особинама материјала на нивоу примене.

У оквиру когнитивног нивоа анализе ученици К групе остварили су 364 бода, док су ученици Е2 групе остварили 399 бодова. Наведени подаци показују да ДЕ у приближно истој мери као и ТМ доприносе способностима ученика да анализирају претходно научено о кретању и особинама материјала и раставе га на његове саставне делове у циљу разумевања суштине проучаваног градива. Супротно наведеном у оквиру истраживања (Магић и сар., 2019; Цвјетићанин, 2017а), уочено је да примена експеримената (УЕ и ДЕ) знатно више у односу на ТМ доприноси задржавању наученог градива на овом когнитивном нивоу. Упоредном анализом постигнућа ученика на пост-тесту и ре-тесту, може се запазити да су ученици обе групе остварили приближно иста знања о кретању и особинама материјала, како по квалитету на пост-тесту, тако и по трајности на ре-тесту, на овом нивоу. Из наведеног се може претпоставити да ДЕ у приближно истој мери као и ТМ доприносе квалитету и задржавању наученог о одабраним садржајима на когнитивном нивоу анализе. Супротно наведеном у оквиру истраживања (Магић и сар., 2019), уочено је да ДЕ знатно више у односу на ТМ доприносе, не само квалитету, него и трајности наученог градива на нивоу анализе. С обзиром на то да је оваквих радова најмање на пољу испитивања упоредног доприноса примене ЛЕМ у односу на ТМ, овај феномен (упоредни допринос примене ДЕ и ТМ) требало би даље испитати, јер је мало експерименталних доказа који би могли ићи у прилог било којој од наведених чињеница.

На когнитивном нивоу евалуације ученици К групе освојили су 18 бодова, док су ученици Е2 групе освојили 81 бод. Наведени подаци показују да ДЕ незнатно више доприносе задржавању наученог о кретању и особинама материјала на когнитивном нивоу евалуације од ТМ. Супротно наведеном у оквиру истраживања (Магић и сар., 2019; Цвјетићанин и сар., 2010), уочено је да ДЕ знатно више него ТМ доприносе трајности знања ученика на нивоу евалуације. Упоредном анализом постигнућа ученика са пост-теста и ре-теста, може се уочити да су ученици Е2 групе остварили знатно квалитетнија знања о кретању и особинама материјала на нивоу евалуације од ученика К групе, и незнатно трајнија знања на овом нивоу од ученика К групе. Из наведеног се може претпоставити да ДЕ знатно доприносе квалитету знања ученика на нивоу евалуације и незнатно доприносе задржавању наученог у односу на ТМ. Приближни резултати уочени су у оквиру истраживања (Магић и сар., 2019), у ком је уочено да ДЕ знатно више од

ТМ доприносе квалитету знања на нивоу евалуације, али и њиховој трајности. Посматрајући графиконе који указују на резултате ученика К и Е2 групе са оба теста, може се запазити да квалитет знања ученика Е2 групе о кретању и особинама материјала знатно опада на ре-тесту у односу на пост-тест. Имајући наведено у виду, може се претпоставити да ДЕ слабо утичу на задржавање наученог о кретању и особинама материјала на нивоу евалуације. Ова чињеница може се опет повезати с примењиваном методом помоћу које су ученици усвајали претходне садржаје о кретању и особинама материјала, о чему је већ било речи. Свакако, као што је претходно већ назначено, овај феномен требало би даље испитати.

У оквиру когнитивног нивоа синтезе ученици К групе нису остварили ниједан бод, док су ученици Е2 групе на истом нивоу остварили само 33 бода. Из наведеног се може претпоставити да ДЕ подједнако као и ТМ доприносе квалитету трајности знања ученика о кретању и особинама материјала на нивоу синтезе, односно њиховим способностима креирања нечег новог из познате целине након дужег периода. Супротно наведеном у оквиру истраживања (Maričić и сар., 2019; Цвјетићанин, 2017а), уочено је да примена експеримената (УЕ и ДЕ) знатно више од ТМ доприноси задржавању наученог градива на нивоу синтезе. Упоредном анализом постигнућа ученика групе К и Е2 групе на пост-тесту и ре-тесту, може се запазити да су ученици Е2 групе остварили знатно квалитетније знање од ученика К групе на овом нивоу на пост-тесту, и незнатно трајније знање од њих на ре-тесту. Из наведеног се може закључити да ДЕ знатно више од ТМ доприносе квалитету знања ученика на нивоу синтезе и незнатно доприносе задржавању наученог градива о кретању и особинама материјала на истом когнитивном нивоу након периода од месец и по дана. Слични подаци уочени су и у оквиру истраживања (Maričić и сар., 2019), у ком се показало да ДЕ знатно више у односу на ТМ доприносе, не само квалитету, него и трајности знања ученика на нивоу синтезе. Посматрањем графикона који показују резултате ученика К и Е2 групе на оба теста, може се уочити да квалитет знања ученика Е2 групе о кретању и особинама материјала знатније опада на овом нивоу на ре-тесту у односу на пост-тест. Имајући наведено у виду, може се претпоставити да ДЕ слабо доприносе задржавању наученог о кретању и особинама материјала на највишем когнитивном нивоу – синтези. Наведени подаци могу се повезати с примењеном методом помоћу које су ученици усвајали претходне садржаје о кретању и особинама материјала, а могу бити и последица самог инструктивног приступа, будући да је и у оквиру претходних истраживања утврђено да квалитет трајности знања ученика највише опада на нивоу синтезе (Maričić и сар., 2019; Цвјетићанин, 2017а; Цвјетићанин и сар., 2010). Као што је претходно наведено, на овом пољу недостају истраживачки радови који испитују упоредни допринос примене ДЕ и ТМ, те се још не може са сигурношћу тврдити шта може бити последица слабијих постигнућа ученика на овом когнитивном нивоу.

Када се има у виду инструктивни приступ, који је примењен у оквиру сваке групе, резултати истраживања указују на то да ЕИДЕ приближно доприноси трајности знања ученика, као и ЕИТМ. С обзиром на чињеницу да су ученици обе групе за време реализације третмана учили одабране садржаје уз оне активности које су у већој (К групе), или мањој мери (Е2 група) одвлачиле њихову пажњу на друге активности, што их није оставило употпуности усредсређеним на језгро интеракцијских елемената (као ученике Е1 групе), овакви резултати и били су за очекивати. Имајући у виду то да истраживачки радови о инструктивном приступу ДЕ у односу на ТМ квалитету и трајности знања ученика нису пронађени, предлаже се даље испитивање овог феномена.

На основу анализе добијених резултата може се закључити да је оповргнута постављена алтернативна подхипотеза (X_{2B}) да ће ученици постићи трајнија знања на вишим когнитивним нивоима (анализа, евалуација и синтеза), ако садржаје о кретању и особинама материјала уче помоћу ДЕ, него ако их уче помоћу ТМ.

5.3.4. Разлика у доприносу УЕ и ДЕ трајности знања ученика

На основу упоредне анализе укупног броја остварених бодова ученика Е1 и Е2 групе, може се запазити да су остварили 178 бодова, те да између њихових постигнућа на ре-тесту није уочена статистички значајна разлика. Наведени подаци указују на то да УЕ у приближној мери као и ДЕ доприносе задржавању наученог о одабраним садржајима. Супротно наведеном у истраживањима (Магић и сар., 2019; Randler и Hulde, 2007), показало се да постоји значајна разлика између примене УЕ и ДЕ, у корист знатно трајнијих знања ученика из УЕ групе. Поред тога, у истраживачком раду аутора (Tael и Erol, 2008) уочено је да су ученици експерименталне групе (УЕ) дужи период задржали научено о магнетизму, за разлику од ученика из контролне групе (ДЕ), код којих је уочена регресија, односно повлачење знања. Насупрот наведеним истраживањима у раду који су спровели Logar и Savec Ferik (2011), показало се да су ученици из ДЕ групе остварили статистички трајнија знања, мерена након 14 дана а затим поново након пет месеци, од ученика УЕ групе.

Када се погледају постигнућа ученика обе групе на сваком когнитивном нивоу према резултатима *Шефе пост-хок теста*, може се запазити да су ученици Е1 и Е2 групе на свих шест когнитивних нивоа остварили приближно иста знања о кретању и особинама материјала. На когнитивном нивоу знања ученици Е1 групе освојили су 82 бода, док су ученици Е2 групе на истом нивоу освојили 80 бодова. Наведени подаци указују на то да УЕ и ДЕ у подједнакој мери доприносе квалитету ученичких постигнућа на нивоу знања. Ова чињеница је претходно потврђена у великом броју истраживања (Магић и сар., 2019; Свјетићанин, 2013; Свјетићанин и Магић, 2017; Свјетићанин и сар., 2015). Упредном анализом постигнућа ученика Е1

и E2 групе може се запазити да су ученици обе групе на оба теста остварили приближно исти успех на нивоу знања, те се може констатовати да УЕ и ДЕ подједанко доприносе, не само квалитету, него и трајности ученичких постигнућа на овом когнитивном нивоу. Слично је уочено и у оквиру истраживања (Cvjetićanin, 2013; Cvjetićanin и Maričić, 2017).

У оквиру когнитивног нивоа разумевања, ученици E1 групе остварили су 237 бодова, док су ученици E2 групе остварили 219 бодова. Наведени подаци указују на то да УЕ и ДЕ у приближној мери (нешто више УЕ) доприносе задржавању наученог на нивоу разумевања. Слични подаци уочени су у оквиру истраживања (Cvjetićanin, 2013; Cvjetićanin и Maričić, 2017; Cvjetićanin и сар.; 2015), у којима је примећено да УЕ незнатно више од ДЕ доприносе задржавању наученог на нивоу разумевања. Упоредном анализом постигнућа ученика обе групе на пост-тесту и ре-тесту, може се приметити да су ученици E1 и E2 групе остварили приближно иста знања о кретању и особинама материјала по квалитету на пост-тесту и по трајности на ре-тесту. Такође, посматрајући графиконе који показују успех ученика обе групе, може се запазити да су ученици E1 и E2 групе на оба теста остварили приближно иста постигнућа, што указује на то да УЕ и ДЕ доприносе задржавању наученог градива на овом нивоу. Из наведених података произилази претпоставка да УЕ и ДЕ у приближно истој мери доприносе квалитету и трајности знања ученика на нивоу разумевања, као и то да УЕ и ДЕ доприносе задржавању наученог на овом когнитивном нивоу и након периода од месец и по дана. Слични подаци уочени су и у оквиру истраживања аутора Cvjetićanin и Maričić (2017).

На когнитивном нивоу примене ученици E1 групе остварили су 355 бодова, док су ученици E2 групе остварили 315 бодова. Наведени подаци указују на то да УЕ и ДЕ у приближној мери доприносе способностима ученика да примењују научено о одабраним садржајима, повезују га, користе, организују, реструктурирају, тумаче, демонстрирају, показују и слично након дужег времена. Слични подаци уочени су и у оквиру истраживања (Cvjetićanin, 2013; Cvjetićanin и сар., 2015), а у којима је доказано да УЕ и ДЕ у приближно истој мери доприносе трајности знања ученика на нивоу примене. Упоредном анализом постигнућа ученика E1 и E2 групе на пост-тесту и ре-тесту, може се приметити да су ученици обе групе остварили приближно иста знања о кретању и особинама материјала по квалитету на пост-тесту (нешто боља постигнућа ученика E2 групе), као и приближна знања по трајности на ре-тесту на овом нивоу. Из приложеног се може претпоставити да УЕ и ДЕ у сличној мери доприносе, не само квалитету знања ученика на нивоу примене, него и задржавању тог знања у периоду од месец и по дана. Слично наведеном уочено је и у оквиру истраживања (Cvjetićanin, 2013; Cvjetićanin и Maričić, 2017).

У оквиру когнитивног нивоа анализе ученици E1 групе остварили су 427 бодова, док су ученици E2 групе остварили 399 бодова. Наведени подаци указују

на то да УЕ и ДЕ у приближно истој мери доприносе ученичком анализирању проучаваног садржаја о кретању и особинама материјала, као и њиховим способностима растављања наученог на његове саставне делове у циљу разумевања суштине, након дужег периода. Супротно наведеном у оквиру истраживања (Maričić и сар., 2019), уочено је да су ученици из Е1 групе (УЕ) остварили трајнија знања од ученика из Е2 групе (ДЕ) на когнитивном нивоу анализе на ре-тесту. Наведени подаци су у корелацији с резултатима истраживања (Cvjetičanin, 2013; Cvjetičanin и Maričić, 2017). Упоредном анализом постигнућа ученика Е1 и Е2 групе на пост-тесту и ре-тесту, може се запазити да су ученици обе групе остварили приближно иста знања о кретању и особинама материјала по квалитету на пост-тесту на нивоу анализе, као и приближно трајна знања на истом нивоу на ре-тесту. Наведени подаци указују на чињеницу да УЕ и ДЕ у сличној мери доприносе, не само квалитету наученог, него и његовом задржавању на нивоу анализе. Слични резултати уочени су и у оквиру истраживања (Maričić и сар., 2019; Cvjetičanin и Maričić, 2017), у којима је потврђено да УЕ и ДЕ у приближно истој мери доприносе квалитету наученог на нивоу анализе, али да УЕ знатно више од ДЕ доприносе задржавању усвојеног знања на овом нивоу. Имајући у виду резултате претходних истраживања на ову тему, може се запазити да су у оквиру овог истраживања и ДЕ допринели трајности знања ученика на нивоу анализе.

На когнитивном нивоу евалуације ученици Е1 групе освојили су 171 бод, док су ученици Е2 групе освојили 81 бод. Наведени подаци показују да УЕ и ДЕ у приближно истој мери (нешто више УЕ) доприносе квалитету трајности знања ученика на нивоу евалуације. Слични подаци уочени су у оквиру истраживања (Cvjetičanin, 2013; Cvjetičanin и Maričić, 2017), у којима је такође уочено да УЕ више у односу на ДЕ доприносе задржавању наученог на нивоу евалуације на ре-тесту, само што је између постигнућа ученика уочена и статистички значајна разлика. Упоредном анализом успеха ученика Е1 и Е2 групе на пост-тесту и ре-тесту може се приметити да су ученици Е1 групе остварили знатно квалитетнија знања на нивоу евалуације на пост-тесту у односу на ученике Е2 групе, али приближна знања по трајности као и ученици Е2 групе на ре-тесту. Из наведеног произилази да УЕ знатно више у односу на ДЕ доприносе стицању квалитетнијих знања ученика на нивоу евалуације; и у приближној мери као и ДЕ доприносе задржавању наученог на овом нивоу. Приближни резултати уочени су и у оквиру истраживања (Maričić и сар., 2019; Cvjetičanin и Maričić, 2017), у којима је доказано да УЕ знатно више у односу на ДЕ доприносе, не само квалитету знања ученика на нивоу евалуације, него и трајности тог знања. Посматрајући графиконе који показују успех ученика Е1 и Е2 групе на оба теста, може се запазити да квалитет знања ученика Е1 и Е2 групе о кретању и особинама материјала знатно опада на овом нивоу на ре-тесту у односу на пост-тест. И поред наведене чињенице, ученици Е1 групе су ипак показали нешто боља постигнућа на овом нивоу од

ученика E2 групе. Из наведеног може се претпоставити да УЕ и ДЕ у слабој мери (нешто више УЕ) доприносе задржавању наученог на нивоу евалуације. Ови подаци могу се повезати с методом помоћу које су усвајани претходни садржаји о кретању и особинама материјала. Као што је претходно наведено, ученици су те садржаје раније учили уз примену ТМ и повремено уз ДЕ (нека одељења), те нису били у прилици да развију експерименталне вештине до мере која би им омогућила стицање трајнијих знања након дужег времена на овом когнитивном нивоу.

У оквиру когнитивног нивоа синтезе ученици обе групе (E1 и E2) остварили су једнак број бодова, односно само 33 бода. Наведени подаци указују на то да УЕ и ДЕ у подједнакој мери доприносе способностима ученика да из наученог градива о кретању и особинама материјала креирају нешто сасвим ново. Супротно наведеном у оквиру истраживања (Maričić и сар., 2019; Cvjetićanin, 2013; Cvjetićanin и Maričić, 2017; Cvjetićanin и сар., 2015), уочено је да УЕ знатно више у односу на ДЕ доприносе задржавању наученог на нивоу синтезе. Упоредном анализом постигнућа ученика на пост-тесту и ре-тесту може се приметити да су ученици обе групе на оба теста остварили лоша постигнућа. Овој чињеници иду у прилог и резултати претходних истраживања (Maričić и сар., 2019; Cvjetićanin, 2013; Cvjetićanin и Maričić, 2017), у којима је такође уочено да су ученици обе групе остварили најслабија постигнућа управо на овом нивоу, како на пост-тесту, тако и на ре-тесту. Наведени подаци се такође могу повезати с применом методе помоћу које су ученици усвајали претходна знања о кретању и особинама материјала, што се, поред на квалитет њихових знања, одразило и на задржавање наученог о наведеним садржајима.

Када се има у виду инструктивни приступ, који је примењен у оквиру сваке групе, резултати истраживања указују на чињеницу да ИИУЕ у приближној мери доприноси трајности знања ученика као и ЕИДЕ. С обзиром на чињеницу да су ове две врсте инструкција у већој мери (ИИУЕ) у односу на ЕИТМ и у мањој мери (ЕИДЕ) у односу на ЕИТМ допринеле усредсређивању ученичке пажње на језгро интеракцијских елемената, овакви подаци су и били за очекивати. Резултати ученика E2 групе по успеху оствареном на ре-тесту, налазе се тачно између резултата ученика E1 и K групе, што опет указује на то да највећа разлика у доприносу трајности знања постоји између ИИУЕ и ЕИТМ. Слични резултати уочени су и у оквиру истраживања Cohen (2008) у којем је уочено да су ученици из УЕ и ДЕ групе остварили приближна постигнућа на пост-тесту, али и на тесту ближег трансфера - преноса знања. Супротни резултати добијени су у оквиру истраживања аутора (Matlen и Klahr, 2012), у којем се показало да експлицитније форме вођења, у већој мери доприносе задржавању наученог у временском периоду чак од пет месеци у односу на имплицитну инструкцију.

На основу анализе добијених резултата може се закључити да је оповргнута постављена алтернативна хипотеза (H4) и да је оповргнута алтернативна

подхипотеза (X_{4A}) да ће ученици постићи трајнија знања на вишим когнитивним нивоима (анализа, евалуација и синтеза), ако садржаје о кретању и особинама материјала уче помоћу УЕ, него ако их уче помоћу ДЕ.

5.4. Разлике у знању ученика све три групе на пре-тесту, пост-тесту и ре-тесту

Када се погледају резултати упоредне анализе квалитета знања ученика све три групе на сва три теста (*Анализа варијансе поновљених мерења*), може се закључити да постоји статистички значајна разлика између ученичких постигнућа. Даљом анализом, према резултатима *Анализе варијансе поновљених мерења* и *Вилкоксоновог теста*, утврђено је да постоји значајна разлика између постигнућа на свака два теста посебно (пре-тест – пост-тест, пост-тест – ре-тест, пре-тест – ре-тест). Ови подаци потврђени су и на основу упоредне анализе укупног броја остварених бодова ученика свих група између три теста. Слични резултати уочени су и у оквиру истраживања (Марић и сар., 2019), у ком је доказано да постоји значајна разлика у постигнућима између ученика свих група на пре-тесту, пост-тесту и ре-тесту.

5.4.1. Разлика у знању ученика на пре-тесту и пост-тесту

На основу упоредне анализе укупног броја остварених бодова на пре-тесту и пост-тесту, може се запазити да су ученици свих група остварили квалитетнија знања о кретању и особинама материјала на пост-тесту. За ученике К групе ова разлика износи 328 бодова, за ученике Е2 групе 1.079 бодова, док за ученике Е1 групе она износи 1.386 бодова. Наведени подаци указују на чињеницу да су ученици Е1 групе највише напредовали у постизању квалитетних знања о кретању и особинама материјала на пост-тесту у односу на пре-тест, затим ученици Е2 групе, и на крају ученици К групе. Слични подаци добијени су и у оквиру истраживања (Udo, 2010), у ком су ученици свих група остварили боља постигнућа на пост-тесту него на пре-тесту, с тим што су ученици из Е1 групе (метода вођеног откривања) показали најбољи успех, затим ученици Е2 групе (метода демонстрирања) и на крају ученици К групе (конвенционални приступ). Поред наведеног, у истраживачком раду (Sola и Ојо, 2007) у оквиру ког су ученици све четири групе показали знатно боља постигнућа на пост-тесту у односу на пре-тест, дошло се и до података да су групе ЕГ1 и ЕГ3 (у оквиру којих су реализовани експерименти, УЕ - ЕГ1 и ДЕ - ЕГ3) показале и већу разлику између ова два теста и знатно бољи успех на пост-тесту у односу на групе ЕГ3 и КГ (које су исте садржаје училе уз невођени истраживачки приступ - ЕГ3 и традиционалну наставу - КГ). Сличност овог истраживања у односу на претходно наведено проналази се у томе што су ученици који су учили уз примену експеримената постигли највећу разлику

између резултата на пре-тесту и пост-тесту, док је разлика између ова два истраживања констатована и када је реч о знатно лошијим постигнућима једне групе ученика, оне с невођеним ученичким експериментима, који су показали малу разлику између резултата на пре-тесту и пост-тесту. Сви ови подаци указују на то да метода помоћу које се реализује наставни процес утиче на успех ученика.

Када се анализирају постигнућа ученика унутар сваке групе на пре-тесту и пост-тесту, може се уочити да постоје значајне разлике између квалитета знања ученика о кретању и особинама материјала унутар К, Е1 и Е2 групе. Упоредном анализом квалитета знања ученика К групе на пре-тесту и пост-тесту, уочено је да су они остварили приближно иста постигнућа на нивоу знања, разумевања и синтезе, док су на нивоу примене, анализе и евалуације уочене значајне разлике када је реч о њиховом знању. Супротно наведеном у оквиру истраживања (Maričić и сар., 2019), уочено је да између постигнућа ученика контролне групе (ТМ) на пре-тесту и пост-тесту не постоји статистички значајна разлика. Унутар К групе на пре-тесту на нивоу примене 28 њих тачно је одговорило на задатак о особинама материјала, а 11 њих на задатак о кретању, док је на пост-тесту 37 њих тачно одговорило на задатак о особинама материјала, а 14 њих на задатак о кретању материјала. Наведени подаци показују да примена ТМ знатно доприноси квалитету знања ученика на нивоу примене одмах након реализације третмана, када је научено још свеже. Интересантан је податак да су и на пре-тесту, као и на пост-тесту, ученици К групе боља знања показали о садржајима о особинама материјала, него о садржајима о кретању материјала. Како нису пронађена ранија истраживања у оквиру којих су упоређивани ови садржаји, ови резултати пружају нов допринос науци у оквиру ове тематике. На когнитивном нивоу анализе на пре-тесту 3 ученика тачно су одговорила на задатак о особинама материјала, а 22 њих тачно је одговорило на задатак о кретању, док је на пост-тесту 38 њих тачно одговорило на задатак о особинама, а 9 њих на задатак о кретању материјала. Наведени подаци показују да примена ТМ у знатно већој мери доприноси способностима ученика да анализирају и раставе научено на његове саставне делове, док им је градиво још свеже. Поред наведеног, ученици К групе показали су боља знања о садржајима о особинама материјала него о кретању, док су на пре-тесту показали боља знања о кретању материјала него о њиховим особинама. На когнитивном нивоу евалуације 3 ученика тачно је одговорило на задатак о особинама материјала, док ниједан ученик није тачно одговорио на задатак о садржајима о кретању материјала, док је на пост-тесту 13 њих тачно одговорило на задатак о особинама материјала, а само 1 ученик на задатак о кретању. Наведени подаци указују на то да примена ТМ у знатно већој мери доприноси способностима ученика да критички процене и вреднују научен садржај одмах након реализације третмана. Осим тога, резултати су показали да су ученици К групе на пост-тесту на нивоу анализе показали боља знања о садржајима о особинама материјала у односу на садржаје о кретању, за

разлику од пре-теста, где је уочено супротно. Ови подаци се подударају и са ставом аутора (Glynn и сар., 2012) да ученици посредством процеса активног и пасивног заборављања научног, након дужег периода у великој мери губе из сећања усвојен материјал. Резултати ове упоредне анализе такође су показали да су ученици К групе на пост-тесту остварили квалитетнија знања о садржајима о особинама материјала на когнитивном нивоу примене, анализе и евалуације (у односу на садржаје о кретању на пост-тесту), што није случај и на пре-тесту.

Упоредном анализом квалитета знања ученика Е1 групе на пре-тесту и пост-тесту, уочено је да су они остварили статистички значајна постигнућа на сваком когнитивном нивоу. Делимично слични резултати уочени су у оквиру истраживања (Maričić и сар., 2019), у ком је уочено да између постигнућа ученика Е1 групе (УЕ) на пре-тесту и пост-тесту постоји статистички значајна разлика на нивоу примене, анализе, евалуације и синтезе. Када се погледају подаци приказани у табели која показује успех ученика на сваком нивоу у оквиру садржаја о особинама материјала и садржаја о кретању, може се запазити да су ученици Е1 групе на пост-тесту показали квалитетнија знања о садржајима о особинама материјала у односу на садржаје о кретању материјала на свим когнитивним нивоима, што је уочено и на пре-тесту. Наведени подаци указују на то да редовна примена УЕ у знатно већој мери доприноси квалитету знања ученика од њихове нередовне, или никакве примене. Слични резултати уочени су у оквиру већег броја истраживања (Ateş и Eryilmaz, 2011; Demircioğlu и Yadigaroglu, 2011; Hashim и сар., 2015; Salameh El-Rabadi, 2013; Sola и Ojo, 2007; Stohr-Hunt, 1996; Udo, 2010), у којима је доказано да редовна примена УЕ у знатно већој мери доприноси квалитету знања ученика него њихова ретка примена, или искуство без њихове примене. Осим тога, резултати овог истраживања показују да УЕ у већој мери доприноси и квалитету знања ученика о садржајима о особинама материјала у односу на садржаје о њиховом кретању, с тим што су та постигнућа знатно већа на пост-тесту него на пре-тесту.

Упоредном анализом квалитета знања ученика Е2 групе о кретању и особинама материјала на пре-тесту и пост-тесту, уочено је да су они остварили приближно иста постигнућа само на когнитивном нивоу знања, док је на осталим нивоима уочена статистички значајна разлика. Слични резултати уочени су у оквиру истраживања (Maričić и сар., 2019), у ком је утврђено да између постигнућа ученика Е2 групе (ДЕ) на пре-тесту и пост-тесту постоји статистички значајна разлика на нивоу примене, анализе, евалуације и синтезе. Наведени подаци указују на то да редовна примена ДЕ у знатно већој мери доприноси квалитету знања ученика на нивоу разумевања, примене, анализе, евалуације и синтезе него њихова нередовна примена, или искуство без њихове примене. Слични резултати уочени су у оквиру истраживања (Sert-Çibik и сар., 2008; Sola и Ojo, 2007; Udo, 2010), у којима је доказано да редовна примена ДЕ у знатно већој мери доприноси квалитету знања ученика него њихова ретка или никаква примена. Када се

погледају подаци приказани у табели која показује успех ученика на овим нивоима у оквиру садржаја о особинама материјала и садржаја о њиховом кретању, може се запазити да су ученици Е2 групе на пост-тесту показали квалитетнија знања о садржајима о особинама материјала у односу на садржаје о кретању на свим когнитивним нивоима, што је делимично уочено и на пре-тесту. Наведени подаци указују на то да ДЕ у већој мери доприноси томе да ученици разумеју суштину садржаја о особинама материјала, да примене то знање у свакодневном искуству, да га раставе на његове саставне делове, критички га процене и саставе једну потпуно нову целину, у односу на исте способности ученика у оквиру усвојеног о садржајима о кретању. Осим тога, важно је нагласити да су ова постигнућа ученика знатно већа на пост-тесту него на пре-тесту.

Имајући у виду претходно наведене ставке (прилично високе просечне оцене ученика на крају другог разреда и из предмета *Свет око нас*, чињеницу о понављању претходних знања ученика о садржајима о кретању и особинама материјала), од ученика свих група очекивало се да ће остварити боље резултате на пре-тесту, с мањом разликом у односу на пост-тест. Знатно лошија знања о кретању и особинама материјала ученика свих група на пре-тесту у односу на пост-тест, као што је претходно наведено, највероватније јесу последица примене ТМ и ДЕ. Ови подаци иду и у прилог, не само резултатима претходно наведених истраживања, већ и чињеници о редоследу квалитета знања ученика свих група овог истраживања на пост-тесту (ученици Е1, Е2 и на крају ученици К групе) у односу на пре-тест. Постоји изузетно велик број претходних истраживања у оквиру којих је доказано да самосталан ученички рад при извођењу експеримената доприноси бољим постигнућима ученика од експлицитнијих форми вођења, попут демонстрације и ТМ (Alfieri и сар., 2011). Овакви подаци проналазе своје оправдање и надовезују се на те резултате. Поред наведеног, на слабија постигнућа ученика на пре-тесту у односу на пост-тест, као што је наведено, највероватније су утицали процес активног и пасивног заборављања наученог (Glynn и сар., 2012; Robbins и сар., 2001), као и процес ометања претходно учених садржаја о кретању и особинама материјала другим садржајима интегрисаних природних наука, које су ученици у међувремену усвајали (Rather, 2010). И поред чињенице о понављању претходно наученог, сви наведени фактори највероватније су утицали на то да ученици остваре слабија постигнућа на пре-тесту, што је повећало разлику у односу на постигнућа на пост-тесту.

5.4.2. Разлике у знању ученика на пост-тесту и ре-тесту

На основу упоредне анализе укупног броја остварених бодова на пост-тесту и ре-тесту, може се запазити да су ученици свих група остварили слабија постигнућа на ре-тесту него на пост-тесту. За ученике К групе ова разлика износи 146 бодова,

за ученике E2 групе 663 бода, док за ученике E1 групе она износи 733 бода. Наведени подаци указују на то да су ученици свих група остварили слабија знања о кретању и особинама материјала на ре-тесту него на пост-тесту, с тим што су ученици E1 групе највише напредовали у постизању најквалитетнијих (најтрајнијих) знања на ре-тесту, затим ученици E2 групе и на крају ученици K групе. Слични резултати уочени су и у оквиру истраживања (Mađić и сар., 2019) у ком се показало да су ученици свих група остварили слабија постигнућа на ре-тесту него на пост-тесту, с тим што су ученици E1 групе (УЕ) били најбољи, затим ученици E2 групе (ДЕ) и на крају ученици K групе (ТМ). У једном истраживању (Цвјетићанин и сар., 2010) доказано је да су ученици обе групе (експерименталне и контролне) остварили лошија постигнућа на ре-тесту него на пост-тесту. Осим тога, ученици, који су учили садржаје из природе и друштва уз примену експеримената показали су трајнија знања од ученика који су исте садржаје учили уз примену ТМ. Слично наведеном пронађено је и у оквиру истраживања (Цвјетићанин, 2017а), где је уочено да су ученици обе групе показали слабија постигнућа на ре-тесту него на пост-тесту. Поред тога, ученици E групе (примена експеримената) показали су трајнија знања од ученика из K групе (ТМ) на ре-тесту.

Када се анализирају постигнућа ученика унутар сваке групе на пост-тесту и ре-тесту, може се уочити да постоје значајне разлике између њихових резултата. Упоредном анализом квалитета знања ученика K групе на пост-тесту и ре-тесту, уочено је да су они остварили приближно иста постигнућа на нивоу знања, примене, анализе, евалуације и синтезе, док је значајна разлика између њихових постигнућа уочена само на нивоу разумевања. Слично наведеном у оквиру истраживања (Mađić и сар., 2019), уочено је да између постигнућа ученика контролне групе (ТМ) на пост-тесту и ре-тесту не постоји статистички значајна разлика. Унутар K групе на пост-тесту на нивоу разумевања 39 њих тачно је одговорило на задатак о особинама материјала, а 35 на задатак о кретању материјала, док је на пост-тесту 39 њих тачно одговорило на задатак о особинама, а само 19 на задатак о кретању материјала. Наведени подаци указују на то да примена ТМ знатно доприноси квалитету знања ученика на нивоу разумевања одмах након реализације третмана, када је научено градиво још свеже. Слични подаци уочени су и у оквиру истраживања (Khan и сар., 2012) у коме је доказано да примена ТМ доприноси квалитету знања ученика на нивоу разумевања одмах након реализације третмана. Интересантан је податак да су и на пост-тесту, као и на ре-тесту, ученици K групе показали подједнака знања о садржајима о особинама материјала, док су у оквиру садржаја о кретању материјала ученици ове групе показали знатно боља знања на пост-тесту него на ре-тесту. Ови подаци се такође подударају са ставом аутора (Glynn и сар., 2012) да ученици посредством процеса активног и пасивног заборављања ученог садржаја, након дужег периода у већој мери губе из сећања усвојено градиво. Резултати ове упоредне анализе такође су

показали да примена ТМ у знатно већој мери доприноси способностима ученика да суштински разумеју научено о кретању одмах након реализације третмана, док је научени материјал још свеж, него када прође одређено време од учења.

Упоредном анализом квалитета знања ученика Е1 групе о кретању и особинама материјала на пост-тесту и ре-тесту, уочено је да су они остварили приближна знања на нивоу знања, примене и анализе, док су на нивоу разумевања, евалуације и синтезе уочене статистички значајне разлике у њиховим постигнућима на ова два теста. Приближни резултати уочени су у оквиру истраживања (Магић и сар., 2019) у ком је утврђено да између постигнућа ученика Е1 групе (УЕ) на пост-тесту и ре-тесту постоји статистички значајна разлика на нивоу примене, анализе, евалуације и синтезе. На когнитивном нивоу разумевања 44 ученика тачно је одговорило на задатак о особинама материјала, а 41 ученик на задатак о кретању, док је на ре-тесту 44 ученика тачно одговорило на задатак о особинама, а 35 њих на задатак о кретању материјала. У оквиру когнитивног нивоа евалуације, 32 ученика тачно су одговорила на задатак о особинама материјала, као и на задатак о кретању, док је на ре-тесту 13 ученика тачно одговорило на задатак о особинама, а 6 њих на задатак о кретању материјала. На нивоу синтезе 19 ученика тачно је одговорило на задатак о особинама материјала, а само 10 ученика на задатак о кретању, док је на ре-тесту 1 ученик тачно одговорио на задатак о особинама материјала, а 2 њих на задатак о кретању. Наведени подаци указују на то да примена УЕ знатно доприноси квалитету знања ученика о кретању и особинама материјала на нивоу разумевања, евалуације и синтезе одмах након реализације третмана, када је научено градиво још свеже. Приближни резултати уочени су и у оквиру истраживања (Свјетићанин и Магић, 2017), где се показало да су ученици Е1 групе остварили квалитетнија знања на пост-тесту него на ре-тесту. Интересантан је податак да су ученици Е1 групе такође показали боља постигнућа на овим нивоима у оквиру садржаја о особинама материјала (осим на нивоу синтезе на ре-тесту, где су за нијансу показали боља знања о кретању материјала), с тим што су та постигнућа знатно већа на пост-тесту него на ре-тесту. Наведени подаци указују на то да скоро примена УЕ у великој мери доприноси способностима ученика да разумеју суштину садржаја о материјалима, критички процене њихову вредност и саставе из њихових делова нову целину.

Упоредном анализом квалитета знања ученика Е2 групе о кретању и особинама материјала на пост-тесту и ре-тесту, уочено је да су они остварили приближна постигнућа само на когнитивном нивоу знања и анализе, док је на осталим нивоима уочена статистички значајна разлика. Слични резултати уочени су у оквиру истраживања (Магић и сар., 2019) у ком је утврђено да између постигнућа ученика Е2 групе (ДЕ) на пост-тесту и ре-тесту постоји статистички значајна разлика на нивоу примене, анализе, евалуације и синтезе. Наведени подаци указују на то да скоро примена ДЕ у знатно већој мери доприноси

квалитету знања ученика на нивоу разумевања, примене, евалуације и синтезе у односу на дужи период након њихове примене. Слични резултати уочени су у оквиру истраживања (Logar и Savec Ferik, 2011) у којима је доказано да скоро примена ДЕ у знатно већој мери доприноси квалитету знања ученика, у односу на период од 14 дана, као и на време од пет месеци од њихове примене. Када се погледају подаци приказани у табели која показује успех ученика на овим нивоима у оквиру одабраних садржаја, може се запазити да су ученици Е2 групе на пост-тесту показали квалитетнија знања о садржајима о особинама материјала него о садржајима о кретању, што је делимично уочено и на ре-тесту. Ови подаци указују на то да скоро примена ДЕ у већој мери доприноси способностима ученика да разумеју суштину садржаја о особинама материјала, да примене то знање у свакодневном искуству, да га критички процене и саставе једну потпуно нову целину у односу на исте способности ученика у оквиру наученог о кретању. Осим тога важно је нагласити да су ова постигнућа ученика знатно већа на пост-тесту него на ре-тесту.

Имајући у виду претходно наведене чињенице о процесу активног и пасивног заборављања наученог (Glynn и сар., 2012; Robbins и сар., 2001), као и о процесу ометања претходно учених садржаја о кретању и особинама материјала другим садржајима интегрисаних природних наука које су ученици у међувремену усвајали, у периоду између пост-теста и ре-теста (Rather, 2010), овакви резултати су били очекивани. Добијени подаци иду у прилог, не само резултатима претходно наведених истраживања, већ и чињеници о редоследу квалитета (трајности) знања ученика свих група овог истраживања на ре-тесту у односу на пост-тест; ученици Е1 групе били су најуспешнији, затим ученици Е2 групе и на крају ученици К групе, на оба теста. Наведени подаци показују да УЕ више него ДЕ и ТМ доприносе, не само квалитету знања, него и њиховој трајности, с тим што су постигнућа ученика на ре-тесту слабија него на пост-тесту. Сличан закључак изведен је и у оквиру истраживања (Salameh El-Rabadi, 2013), где је наведено да поред тога што УЕ утичу на развој научних и процесних вештина код ученика, они доприносе и дужем задржавању и запамћивању научених концепата од ТМ.

5.4.3. Разлике у знању ученика на пре-тесту и ре-тесту

На основу упоредне анализе укупног броја остварених бодова на пре-тесту и пост-тесту, може се запазити да су ученици свих група остварили квалитетнија знања о кретању и особинама материјала на ре-тесту. За ученике К групе ова разлика износи само 182 бода, за ученике Е2 групе 416 бодова, док за ученике Е1 групе она износи 653 бода. Наведени подаци показују да су ученици Е1 групе највише напредовали у постизању трајнијих знања на ре-тесту у односу на пре-тест, затим ученици Е2 групе и на крају ученици К групе. Из наведеног се може

закључити да УЕ у највећој мери доприноси задржавању наученог о кретању и особинама материјала у периоду од два и по месеца, затим ДЕ, и на крају ТМ. Слични резултати уочени су и у оквиру истраживања (Магић и сар., 2019) у ком је потврђено да су ученици из УЕ групе остварили најтрајнија знања у периоду од два и по месеца у односу на пре-тест, затим ученици ДЕ групе и на крају ученици ТМ групе. Супротни резултати уочени су у оквиру истраживања (Tael и Erol, 2008) у ком је запажено да су ученици УЕ групе показали значајан напредак на ре-тесту у односу на пре-тест, док је код ученика ДЕ групе на ре-тесту уочена регресија, односно повлачење знања, што их је приближило њиховим постигнућима на пре-тесту.

Када се анализирају постигнућа ученика унутар сваке групе на пре-тесту и ре-тесту, може се уочити да постоје значајне разлике између њихових постигнућа. Упоредном анализом квалитета знања ученика К групе о кретању и особинама материјала на пре-тесту и ре-тесту, уочено је да су они остварили приближно исти успех на нивоу знања, евалуације и синтезе, док је знатна разлика између њихових постигнућа уочена на нивоу разумевања, примене и анализе. Ово је супротно наведеном у оквиру истраживања (Цвјетићанин, 2017а; Магић и сар., 2019), у којима је уочено да између постигнућа ученика ТМ групе на пре-тесту и ре-тесту не постоји статистички значајна разлика. Унутар К групе на пре-тесту на нивоу разумевања 35 њих тачно је одговорило на задатак о особинама материјала, а 37 на задатак о кретању, док је на ре-тесту 39 њих тачно одговорило на задатак о особинама, а само 19 на задатак о кретању материјала. На нивоу примене на пре-тесту 28 њих тачно је одговорило на задатак о особинама материјала, а 11 њих на задатак о кретању, док је на ре-тесту 34 њих тачно одговорило на задатак о особинама, а само 18 њих на задатак о кретању материјала. У оквиру когнитивног нивоа анализе на пре-тесту 3 њих тачно је одговорило на задатак о особинама материјала, а 22 њих на задатак о кретању, док је на ре-тесту 28 њих тачно одговорило на задатак о особинама, а само 24 њих на задатак о кретању материјала. Наведени подаци указују на то да примена ТМ знатно доприноси задржавању наученог градива на овим нивоима у краћем периоду од њиховог усвајања. Слични подаци уочени су и у оквиру истраживања (Магић и сар., 2019). Интересантан је податак да су на ре-тесту ученици К групе показали знатно квалитетнија знања о особинама материјала него о кретању материјала, на свим овим нивоима, док је на пре-тесту запажено супротно (осим на нивоу примене, где су ученици показали боља знања о материјалима). Ови подаци се подударају са ставом појединих аутора (Glynn и сар., 2012) да ученици посредством процеса активног и пасивног заборављања ученог, након дужег периода у већој мери губе из сећања научено градиво. Резултати ове упоредне анализе такође су показала да примена ТМ у знатно већој мери доприноси способностима ученика да суштински разумеју научено о особинама материјала, да то знање примене у свакодневном животу и да

га анализирају растављањем на његове саставне делове, у краћем периоду од његове реализације.

Упоредном анализом квалитета знања ученика Е1 групе о кретању и особинама материјала на пре-тесту и ре-тесту, уочено је да су остварили приближно иста знања на нивоу знања, разумевања и синтезе, док су на нивоу примене, анализе и евалуације уочене статистички значајне разлике у њиховим постигнућима на ова два теста. Слични резултати уочени су у оквиру истраживања (Магић и сар., 2019) у ком је доказано да између постигнућа ученика УЕ групе на пре-тесту и ре-тесту постоји статистички значајна разлика на нивоу примене, анализе, евалуације и синтезе. На когнитивном нивоу примене на пре-тесту 25 ученика тачно је одговорило на задатак о особинама материјала, а само 5 ученика на задатак о кретању, док је на ре-тесту 25 ученика тачно одговорило на задатак о особинама, а 29 њих на задатак о кретању материјала. У оквиру когнитивног нивоа анализе 3 ученика тачно су одговорила на задатак о особинама материјала на пре-тесту, а 16 њих на задатак о кретању, док је на ре-тесту 39 ученика тачно одговорило на задатак о особинама, а 22 њих на задатак о кретању материјала. На нивоу евалуације 4 ученика тачно је одговорило на задатак о особинама материјала, а ниједан ученик није тачно одговорио на задатак о кретању, док је на ре-тесту 13 ученика тачно одговорило на задатак о особинама, а 6 њих на задатак о кретању материјала. Наведени подаци указују на то да примена УЕ знатно доприноси квалитету знања ученика на овим нивоима после краћег периода од њихове примене. Слични резултати уочени су и у оквиру истраживања (Цвјетићанин, 2017а), где се показало да су ученици УЕ групе остварили квалитетнија знања на ре-тесту него на пре-тесту. Интересантан је податак да су ученици Е1 групе такође показали боља постигнућа на овим нивоима у оквиру садржаја о особинама материјала (осим на нивоу примене на ре-тесту и нивоу анализе на пре-тесту, где су за нијансу показали боља знања о кретању), с тим што су та постигнућа знатно већа на ре-тесту него на пре-тесту. Наведени подаци указују на то да примена УЕ у великој мери доприноси способностима ученика да примене научено градиво о материјалима, анализирају га и критички процене његову вредност у краћем периоду од њихове примене.

Упоредном анализом квалитета знања ученика Е2 групе о кретању и особинама материјала на пре-тесту и ре-тесту, уочено је да су они остварили приближна постигнућа на когнитивном нивоу знања, разумевања, евалуације и синтезе, док је на нивоу примене и евалуације уочена статистички значајна разлика. Слични резултати уочени су у оквиру истраживања (Магић и сар., 2019), у ком је потврђено да између постигнућа ученика Е2 групе (ДЕ) на пре-тесту и ре-тесту постоји статистички значајна разлика на нивоу примене, анализе, евалуације и синтезе. Наведени подаци указују на то да примена ДЕ у знатно већој мери доприноси квалитету знања ученика на овим нивоима током дужег времена од

њихове примене. Слични резултати уочени су у оквиру истраживања (Свјетићанин и сар. 2015), у којем је доказано да примена ДЕ у знатно већој мери доприноси квалитету знања ученика у краћем периоду од њихове реализације. Када се погледају подаци приказани у табели, која показује успех ученика на овим нивоима у оквиру одабраних садржаја, може се запазити да су ученици Е2 групе на ре-тесту показали квалитетнија знања о садржајима о особинама материјала у односу на садржаје о кретању, што је само делимично уочено и на пре-тесту. Ови подаци показују да примена ДЕ у већој мери доприноси способностима ученика да примене научено о особинама материјала у свакодневном искуству и анализирају га растављањем на његове сатсавне делове у односу на исте способности ученика у оквиру наученог о кретању. Осим тога, важно је нагласити да су ова постигнућа ученика знатно већа на ре-тесту него на пре-тесту.

Знатно боља постигнућа ученика свих група на ре-тесту него на пре-тесту, највероватније представља последицу тога што је између реализације самог третмана и провере трајности знања прошло свега месец и по дана, док је између претходне обраде ових садржаја (у претходним разредима) прошло најмање пола године. Без обзира на то што су ученици свих група пред пре-тест поновили те садржаје, ефекат спонтаног и активног заборављања (Glynn и сар., 2012; Robbins и сар., 2001) у том случају показао се делатворнијим у односу на време између реализације третмана и провере трајности знања (ре-теста). Поред наведеног, исто важи и за ометање наученог о кретању и особинама материјала другим садржајима, које су ученици у међувремену усвајали. Осим тога, велики утицај на задржавање наученог на ре-тесту у односу на пре-тест извршиле су и примењене методе. Наиме, ученици свих група у претходним разредима одабране садржаје најчешће су усвајали уз примену ТМ и повремено уз примену ДЕ (нека одељења), што се највероватније одразило и на њихова лошија постигнућа на пре-тесту. У самом третману, ученици УЕ и ДЕ групе, редовно су сваке недеље учили те садржаје уз примену експеримената, што је утицало и на њихово задржавање наученог градива. Слични резултати уочени су и у оквиру истраживања (Атеџ и Еруилмаз, 2011; Freedman, 1997; Stohr-Hunt, 1996; Turpin, 2000) у којима је примећено да су ученици што су учесталије учили уз примену експеримената (једном дневно, или недељно) остварили знатно боља постигнућа од ученика који су ређе учили уз примену експеримената (једном месечно, мање од једном месечно, или никако).

На основу анализе добијених резултата може се закључити да су делимично потврђене алтернативне потхипотезе (X_{1T} и X_{2T}) да постоје статистички значајне разлике у квалитету и трајности знања о одабраним садржајима унутар сваке групе ученика на вишим когнитивним нивоима (анализа, евалуација и синтеза) на пре-тесту, пост-тесту и ре-тесту.

5.5. Мишљење ученика

5.5.1. Мишљење ученика на пре-анкети

Упоредном анализом укупног броја датих одговора на свако питање на пре-анкети, може се закључити да су ученици Е1 групе показали знатно позитивније мишљење о доприносу примене ЛЕМ при стицању њихових знања у претходним разредима од ученика Е2 групе (Е1 341 ПС, 44 ДС, 66 НС, 10 ДЕ, 9 ПЕ; Е2 237 ПС, 58 ДС, 85 НС, 11 ДЕ, 79 ПЕ). Имајући у виду чињеницу да је у обе групе убедљиво највећи број одговора на свих десет питања са пре-анкете дат ставки *У потпуности се слажем* (Е1 341 одговор, Е2 237 одговора), може се претпоставити да претходна примена ЛЕМ доприноси развоју позитивног мишљења код ученика. Слични резултати уочени су и у оквиру истраживања аутора (Obadović и сар., 2013), у ком је на узорку од 496 ученика утврђено да претходна примена ЛЕМ утиче на развој позитивног мишљења код ученика према садржајима физике. Слични подаци уочени су и у оквиру истраживања (Maričić, Cvjetičanin, и Obadović, 2018). Уколико су садржаји природних наука претходно учени уз примену експеримената, ученици развијају позитивније ставове према учењу (Bilgin и Geban, 2004; Hofstein и Lunetta, 2003; Lazarowitz и Huppert, 1993). Поред наведеног у истраживању (Logar и Savec Ferik, 2011) потврђено је да је заинтересоавност ученика за садржаје природних наука изузетно велика уколико су они претходно изводили експерименте.

Када се анализирају разлике између мишљења ученика Е1 и Е2 групе, имајући у виду сваки блок питања из анкете посебно, може се приметити да су ученици Е1 групе исказали позитивније мишљење од ученика Е2 групе у оквиру првог и другог блока анкете, док је у оквиру трећег блока анкете њихово мишљење приближно исто. У оквиру првог блока питања (први фактор *Факторске анализе варијансе*, који обухвата прво, друго, треће и шесто питање с пре-анкете), којим се желело утврдити мишљење ученика о претходној примени ЛЕМ, као и њен утицај на ученичку заинтересованост и разумевање садржаја, може се приметити (према резултатима *независног t-теста*) да су ученици обе групе показали слично мишљење у оквиру првог, другог и шестог питања с пре-анкете. Наведени подаци указују на то да ученици Е1 и Е2 групе у приближној мери сматрају да су им часови предмета *Свет око нас* у претходним разредима били занимљиви када се на њима изводе експерименти (Е1 74,47%, Е2 65,95%), да су усвајали претходне садржаје на занимљив и разумљив начин (Е1 91,48%, Е2 93,61%), као и то да им је извођење огледа помогло да боље разумеју то што уче (Е1 97,87%, Е2 95,75%). Слично је уочено и у истраживањима (Ergül и сар., 2011; Okan и Idris Zakari, 2017) у којима су ученици што су претходно изводили експерименте показали знатно позитивније ставове према науци од ученика који нису изводили експерименте. Поред наведеног у истраживању (Holstermann и сар., 2010), запажено је да је

интересовање ученика у директној вези с претходним извођењем једноставних практичних активности. Супротно наведеном у истраживању (Dhanapal и Wan Zi Shan, 2014), уочено је да нема промене кад је реч о заинтересованости ученика, као и то да претходна примена експеримената није утицала на боље разумевање тога што уче.

У оквиру трећег питања из првог блока анкете уочено је да постоји статистички значајна разлика између мишљења ученика Е1 и Е2 групе на пре-анкети. Када се анализира мишљење ученика обе групе о учесталости извођења експеримената у претходним разредима, запажа се значајна разлика у учесталости учења помоћу ЛЕМ садржаја интегрисаних природних наука у Е1 и Е2 групи. Наиме, 93,62% ученика из Е1 групе изјаснило се да су учили претходне садржаје уз извођење експеримената на часовима предмета *Свет око нас*, док је тај проценат у Е2 групи знатно нижи, односно он износи 78,72%. Слични резултати уочени су и у оквиру истраживања (Магић и сар., 2018), у којем је уочено да постоји статистички значајна разлика између броја ученика који су претходно учили уз примену експеримената (87,71% њих) и броја ученика који су се изјаснили да претходно нису учили уз примену експеримената (12,29% њих). Имајући у виду то да се упрво на овом питању појавила статистички значајна разлика, генерални резултати о постојању статистички значајне разлике између мишљења ученика Е1 и Е2 групе (у корист ученика Е1 групе) сматрају се оправданим. Слични резултати уочени су и у оквиру истраживања (Ergül и сар., 2011; Holstermann и сар., 2010; Okan и Idris Zakari, 2017; Ornstein, 2006), у којима је утврђено да су ученици што су претходно изводили експерименте показали позитивније ставове и веће интересовање за садржаје предмета природних наука од ученика који нису имали то искуство. С друге стране, узимајући у обзир веома велик број ученика у обе групе који су се изјаснили да су претходно изводили експерименте (Е1 44 ученика, Е2 37 ученика), чињеница о томе да су обе групе ученика показале позитивно мишљење о примени ЛЕМ у претходним разредима остаје оправдана.

У оквиру другог блока питања (други фактор *Факторске анализе варијансе*, који обухвата пето, осмо и десето питање с пре-анкете), којим се желело утврдити мишљење ученика о претходној примени УЕ на стицање њихових знања, као и њихов утицај на ученичку заинтересованост и разумевање садржаја, може се приметити (према резултатима *независног t-теста*) да су ученици обе групе показали знатне разлике у мишљењу у оквиру свих питања из овог блока. Наведени подаци указују на то да ученици Е1 групе у односу на ученике Е2 групе у знатно већој мери сматрају да су претходне садржаје учили уз самостално извођење експеримената у оквиру мањих група (Е1 78,72%, Е2 2,13%), да су градиво боље разумели када они сами изводе експерименте у мањим групама (Е1 59,58%, Е2 21,27%), као и то да су им часови предмета *Свет око нас* били занимљивији када су они сами изводили експерименте, него када су им ти експерименти демонстрирани

од стране учитеља/учитељице (E1 72,33%, E2 27,66%). Слично наведеном у оквиру истраживања (Maričić и сар., 2018) потврђено је да је изузетно велик проценат ученика (87,71%) претходне садржаје интегрисаних природних наука учили уз примену експеримената, од чега се чак 54,42% ученика изјаснило да је те садржаје усвајало уз примену УЕ. Поред поменутог, у истраживању (Okam и Idris Zakari, 2017) је утврђено да претходна примена УЕ, у односу на ТМ, доприноси бољем концептуалном разумевању учених садржаја и развоју позитивних ставова ученика према учењу, док је у оквиру истраживања (Bilgin, 2006; Thompson и Soyibo, 2002) уочено да УЕ знатно више од ДЕ доприноси разумевању наученог и развоју позитивних ставова ученика према ученим садржајима. Осим тога, у истраживању (Pirečnik, 2010) ученици су се изјаснили да уколико они сами изводе експеримент – тачно и јасно виде и разумеју шта се у оквиру њега догађа. Што се тиче заинтересованости ученика, у оквиру истраживања (Randler, и Hulde; 2007) потврђено је да је уочена статистички значајна разлика између контролне (ДЕ) и експерименталне (УЕ) групе, у корист знатно веће заинтересованости за проучаване садржаје ученика који су те садржаје учили уз самостално извођење експеримената, што је у складу и са резултатима овог истраживања. Поред наведеног у истраживању (Holstermann и сар., 2010) потврђено је да је претходно искуство у обављању УЕ у позитивној корелацији с интересовањем ученика за ове активности и изучавањем садржаја природних наука. Супротно наведеном у истраживању (Dhanapal, Wan Zi Shan, 2014), доказано је да се интересовање ученика за изучавање садржаја након примене експеримената није променило, док су интервјуисани истраживачи одговорили да су они ипак за време посматрања часова приметили већу заинтересованост ученика на оним часовима на којима су извођени експерименти.

У оквиру трећег блока питања (трећи фактор *Факторске анализе варијансе*, који обухвата четврто, седмо и девето питање с пре-анкете), којим се желело утврдити мишљење ученика о претходној примени ДЕ, као и њихов утицај на ученичку заинтересованост и разумевање садржаја, може се приметити (према резултатима *независног t-теста*) да су ученици обе групе показали приближно исто мишљење у оквиру свих питања из овог блока. Наведени подаци указују на то да ученици E1 и E2 групе у приближно истој мери сматрају да су учили претходне садржаје уз примену ДЕ, које је изводио учитељ/учитељица пред целим разредом на часовима предмета *Свет око нас* (E1 93,62%, E2 89,36%), да су градиво боље разумели када су претходне садржаје учили уз примену ДЕ који су извођени пред целим разредом (E1 78,72%, E2 82,97%), као и то да су им часови предмета *Свет око нас* били занимљивији када су претходне садржаје учили уз примену ДЕ пред целим разредом (E1 78,72%, E2 70,21%). У истраживању (Maričić и сар., 2018) од укупног броја ученика што су се изјаснили да су учили претходне садржаје интегрисаних природних наука уз примену експеримената (87,71%), мали број њих

изјавио је да су то радили уз примену ДЕ – 43.58% њих, што је знатно мање него у овом истраживању. Поред наведеног у истраживачком раду (Logar и Save Ferk, 2011), потврђено је да ДЕ у већој мери него УЕ доприносе разумевању учених садржаја, али је уочено и да су се ученици ДЕ групе изјаснили како су имали потешкоће приликом посматрања демонстрационог експеримента и истовременог хватања белешки/запажања, што је само делимично у складу с резултатима овог истраживања. Слично наведеном у истраживању (Maxwell и сар., 2015), потврђено је да су ученици ДЕ групе показали приближно исто разумевање садржаја као и ученици из УЕ групе, као и мало позитивније ставове према науци у односу на ученике УЕ групе. И поред наведеног, чак и у истраживањима у којима је потврђен већи допринос примене УЕ у односу на ДЕ наведеним варијаблама, потврђено је и то да су се наставници изјаснили да они више воле да демонстрирају ученицима експерименте, него да их пусте да их они самостално у мањим групама изводе (Morey, 1990; Glasson, 1989). Имајући у виду заинтересованост ученика, у истраживачком раду (Logar и Save Ferk, 2011) потврђено је да ДЕ у приближно (великој) мери као и УЕ доприносе заинтересованости ученика за изучавање садржаја природних наука, што је у складу и с резултатима овог истраживања.

На основу анализе добијених резултата може се закључити да је потврђена постављена алтернативна хипотеза (H_5) и да је потврђена алтернативна потхипотеза (H_{5A}) да ће ученици Е1 групе показати позитивније мишљење на пре-анкети о доприносу примене ЛЕМ при стицању њихових знања од ученика Е2 групе.

5.5.2. Мишљење ученика на пост-анкети

Упоредном анализом укупног броја датих одговора на свако питање на пост-анкети, може се приметити да су ученици Е1 групе показали знатно позитивније мишљење о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања од ученика Е2 групе (Е1 424 ПС, 32 ДС, 14 НС, 0 ДЕ, 0 ПЕ; Е2 372 ПС, 61 ДС, 35 НС, 2 ДЕ, 0 ПЕ). С обзиром на то да су ученици обе групе дали знатно више својих одговора ставки *У потпуности се слажем* на пост-анкети него на пре-анкети, може се претпоставити да су Е1 и Е2 група показале позитивније мишљење на пост-анкети него на пре-анкети, с тим што је мишљење ученика Е1 групе знатно позитивније од мишљења ученика Е2 групе. Наведени подаци указују на то да примена УЕ у знатно већој мери доприноси развоју позитивног мишљења ученика о доприносу примене ЛЕМ при стицању њихових знања у односу на ДЕ. Слични подаци потврђени су и у оквиру истраживања (Bilgin, 2006), у ком је утврђено да су ученици из УЕ групе након реализације третмана показали знатно позитивније ставове према науци од ученика ДЕ групе. Слично је уочено и у истраживачком раду (Thompson и Soyibo, 2002). Евентуални разлог за ово може се пронаћи у самом начину реализације

третмана. Наиме, ученици Е1 групе су самостално изводили експерименте, они су путем личног искуства пратили ток одвијања природне појаве (процеса), што им је пружило прилику да директно доживе и виде шта се дешава у експерименту. Ученици Е2 групе, с друге стране, нису имали ту могућност. Они су у позицији посматрача пратили извођење, односно демонстрирање експеримента, што је њихову активност ограничило на веома сужен аспект активног учешћа у наставном процесу. Поред наведеног, они су истовремено морали да прате извођење експеримента, да слушају истраживача, те да бележе своја запажања настала као производ активног посматрања. У претходним истраживањима (Logar и Savec Ferk, 2011) управљао ова чињеница утицала је на развој мишљења ученика ДЕ групе.

Када се анализирају разлике између мишљења ученика Е1 и Е2 групе, имајући у виду сваки блок пост-анкете посебно, може се приметити да су ученици Е1 групе исказали позитивније мишљење од ученика Е2 групе у првом и другом блоку пост-анкете, док су у трећем блоку ученици обе групе показали приближно исто мишљење о доприносу примене ЛЕМ њиховим знањима. У оквиру првог блока питања (први фактор *Факторске анализе варијансе*, који обухвата прво, друго и треће питање с Е1 и Е2 пост-анкете), којима се желело утврдити мишљење ученика о претходној примени УЕ (Е1 пост-анкета) и ДЕ (Е2 пост-анкета), као и њихов утицај на ученичку заинтересованост и разумевање садржаја, може се приметити (према резултатима *независног т-теста*) да су ученици обе групе показали скоро исто мишљење у вези са првим и трећим питањем на пост-анкети. Наведени подаци указују на то да ученици Е1 и Е2 групе у приближно истој мери сматрају да су им часови предмета *Природа и друштво* на којима су примењивани УЕ и ДЕ били занимљиви (Е1 100%, Е2 91,49%), као и то да су разумели упутства с инструктивног листића која су сами читали (Е1 група) и које им је објаснио истраживач (Е2 група), те да су разумели шта се од њих на часу очекује (Е1 93,62%, Е2 89,36%). Приближни резултати уочени су и у оквиру истраживања (Randler и Hulde, 2007), у ком је потврђено да су УЕ и ДЕ позитивно утицали на ученичко разумевање садржаја и емоционалне варијабле добробит и досада на часу, док су УЕ у знатно већој мери од ДЕ допринели развоју ученичке заинтересованости за то што уче. Осим тога, у истраживачком раду (Logar и Savec Ferk, 2011) је потврђено да ученици сматрају да им добро структурисан наставни листић помаже приликом извођења експеримента, односно између мишљења ученика УЕ и ДЕ групе није уочена статистички значајна разлика у оквиру овог питања. У истом истраживању ученици ДЕ групе скренули су пажњу на то да им је истовремено посматрање и хватање бележака приликом демонстрирања експеримента ометало пажњу и да им се дешавало да приликом тог процеса пропусти нешто важно, док ученици УЕ групе нису имали ових проблема, јер су они сами себи прилагодили брзину извођења експеримента и хватања белешки, односно запажања. Радни инструменти, попут радних упутстава, практикума и

инструктивних листића, имају важну улогу у формирању и унапређивању експерименталних вештина код ученика (Hofstein и Lunetta, 2003). Овако смишљен материјал помаже ученицима да се усредсреде на кључна питања, то јест на питања на која морају одговорити, али их и усмеравају на оне активности што морају обавити како би дошли до исправних решења (посматрања, тумачења) (Logar и Savec Ferk, 2011). Поред наведеног у истраживачком раду (Gendjove, 2007), уочено је да су додатни експерименти, које су ученици самостално изводили и код своје куће (не само у школи), допринели већим постигнућима ученика, њиховим позитивним ставовима према науци и развоју жеље за додатним ангажовањем. Осим тога, у поменутом раду запажено је да самостални кућни експерименти подстичу ученичку независност, самоконтролу, задовољство, позитиван однос према садржајима које проучавају, жељу за додатним учењем и мотивацију, изражавање позитивних емоција насталих као производ рада и његових резултата, боље разумевање тога како своја знања и стечене вештине могу применити у свакодневном животном искуству и слично.

У оквиру другог питања из првог блока пост-анкете уочено је да постоји статистички значајна разлика између мишљења ученика Е1 и Е2 групе (Е1 42 ПС, 4 ДС, 1 НС, 0 ДЕ, 0 ПЕ; Е2 34 ПС, 9 ДС, 4 НС, 0 ДЕ, 0 ПЕ), у корист ученика из Е1 групе. Наведени подаци указују на то да самостално извођење експеримента у мањим групама у знатно већој мери од активног посматрања њиховог извођења, односно демонстрирања, доприноси разумевању градива које се учи. Приближно исти резултати уочени су и у оквиру истраживања (Maxwell и сар., 2015) у ком је потврђено да примена УЕ доприноси бољем разумевању садржаја, док је њихов утицај на развој позитивних ставова према науци у приближној мери једнак утицају ДЕ. Супротно наведеном у истраживању (Logar и Savec Ferk, 2011), показало се да су ДЕ у већој мери од УЕ утицали на разумевање садржаја које ученици уче, док су се ученици изјаснили да више воле када сами изводе експерименте, него када им се експерименти демонстрирају.

У оквиру другог блока питања (други фактор *Факторске анализе варијансе*, који обухвата седмо, осмо и девето питање с пост-анкете), којим се желело утврдити мишљење ученика о претходној примени УЕ и ДЕ, као и њихов утицај на ученичку кооперативност при изучавању одабраних садржаја, може се приметити (према резултатима *независног t-testa*) да су ученици обе групе показали приближно исто мишљење у оквиру осмог питања из овог блока. Наведени подаци указују на то да УЕ и ДЕ у приближно истој мери доприносе томе да ученици сматрају да им је заједнички разговор с њиховим другарима из групе (Е1 пост-анкета), као и заједнички разговор с истраживачем након сваког демонстрираног експеримента (Е2 пост-анкета), помогао да боље разумеју појмове које су на том часу учили (Е1 44 ПС, 1 ДС, 2 НС, 0 ДЕ, 0 ПЕ; Е2 41 ПС, 1 ДС, 5 НС, 0 ДЕ, 0 ПЕ). Слични подаци уочени су и у истраживању (McKee-Vickie и сар., 2007), где је

примећено да су ученици из УЕ и ДЕ групе након реализације третмана показали приближно исто концептуално разумевање свих учених садржаја. У истраживачком раду (Logar и Savac Ferik, 2011) обе групе ученика (УЕ и ДЕ) су се изјасниле да било која форма експериментисања, било самостално извођење или посматрање извођења експеримента, треба да буде подржана наставниковим објашњењима у циљу бољег разумевања садржаја. Експериментално искуство представља основни циљ научне едукације и поспешује разумевање природних концепата (појмова), оно доприноси развоју ученичких интересовања и мотивације, развоју практичних вештина и способности решавања проблема на научни начин (Hofstein и Lunetta, 2003). У великом броју претходних истраживања (Abrahams, 2009; Abrahams и Millar, 2008; Bennett, Hogarth, Lubben, Campbell и Robinson, 2010) потврђено је да ученици сматрају да је то најпријатнији начин подучавања природних наука, који подстиче ентузијазам, али и најкориснија и најефикаснија наставна метода (Mancu и Reid, 2004). Осим тога, ученици сматрају да експериментални рад изузетно доприноси разумевању садржаја, јер је сам по себи разуман, без обзира на то која се форма извођења експеримента на часу користи (Logar и Savac Ferik, 2011). Ученици лакше уче и памте научено ако су то усвојили уз експериментални рад (Pirečnik, 2010). Супротно наведеном, резултати истраживачког рада (Bilgin, 2006) показали су знатно боље перформансе ученика из УЕ групе, како на пост-тесту, тако и на пост-скали.

У оквиру седмог и деветог питања из другог блока пост-анкете, уочено је да су ученици обе групе показали знатне разлике у мишљењу. Наведени подаци указују на то да ученици Е1 групе у знатно већој мери сматрају да су уз разговор с другарима дошли до заједничких закључака о решењу сваког експеримента, него ученици Е2 групе, који су исту активност обављали уз усмеравање истраживача (Е1 44 ПС, 2 ДС, 1 НС, 0 ДЕ, 0 ПЕ; Е2 32 ПС, 10 ДС, 5 НС, 0 ДЕ, 0 ПЕ), као и то да им је заједничка дискусија уз презентовање резултата помогла да провере решење сваког експеримента и да боље науче све појмове које су на том часу учили (Е1 45 ПС, 2 ДС, 0 НС, 0 ДЕ, 0 ПЕ; Е2 39 ПС, 4 ДС, 4 НС, 0 ДЕ, 0 ПЕ). Слични резултати уочени су и у оквиру истраживања (Свјетићанин и Марић, 2017; Свјетићанин и сар., 2015) у којима је уочено да су боља постигнућа ученика из УЕ групе у односу на ученике из ДЕ групе повезана са самосталним ученичким радом и кооперативношћу међу ђацима у малим хетерогеним групама. У поменутих истраживањима запажено је да су се ученици договарали и заједно решавали сваки корак у свим етапама часа, при чему су успешнији ученици помагали мање успешним ученицима током рада тако што су им пружали подршку, помагали и објашњавали извођење експеримента, добијене резултате и извлачење закључака.

С обзиром на то да су обе експерименталне групе ученика училе уз кооперативни приступ, с циљем да се дају тачни одговори на питања с инструктивног листића, овај параметар, који се у претходним студијама показао

као кључни фактор успешности рада једне групе, у овом истраживању сведен је на минимум (то јест, био је заступљен у сваком третману), те су резултати овог истраживања у делимичној корелацији с претходно поменутиим радовима. Имајући у виду и то да су ученици Е1 групе у највећој мери самостално радили и усвајали знања кроз лично практично искуство, ослањајући се једни на друге у оквиру тумачења упутстава с листића и потраге за решењима задатака, претпоставља се да је кооперативност ипак имала утицаја на постигнућа ученика, јер је она била најизраженија управо у овој групи. Поред наведеног, при раду ученика Е1 групе социјална интеракција била је знатно дуже заступљена и подржана практичним искуством, што је допринело динамици рада свих хетерогених група. Као и у наведеним истраживањима, и у овом је уочено да су успешнији ученици помагали мање успешним ученицима при извођењу експеримената, посматрању промена током извођења експеримента, анализи запажања, закључивању на основу добијених резултата експеримента и слично. У тој интеракцији они су преузели одговорност једни за друге, како би цела хетерогена група била покретљивија те најуспшенија у решавању предвиђених задатака. У оваквој интеракцији (о чему је претходно већ било речи), мање успешни ученици имају користи од сарадње с успешнијим ученицима, док успшенији ученици путем преношења сопственог знања продубљују научено и памте га на дужи период (Johnson и Johnson, 1992; Johnson и сар., 1998). Овакви елементи били су заступљени и у Е2 групи, али су овде били знатно сведенији. У Е2 групи доминирала је вођена активност наставника, што је вероватно утицало, како на постигнућа, тако и на мишљење ученика, будући да су они били постављени у знатно пасивнију позицију – позицију посматрача, те је с те стране кооперативност у овој групи била ограничена и сведена само на кратак радни део у оквиру ког је ученици на основу претходног активног посматрања требало заједно да дају одговоре на питања с листића. То је знатно утицало, не само на развој социјалних вештина (што се одразило и на динамику рада свих група), него и на њихову заинтересованост за то што уче, ангажованост, а у највећој мери на пажњу. Пасивност након краћег времена, као што је претходно наведено, утиче на концентрацију ученика, то јест узрокује расуту пажњу и они почињу да губе почетно интересовање за проучавани феномен (Tael и Erol, 2008). Поред свега наведеног у истраживању (Bilgin, 2006), утврђено је да када се једноставне практичне активности укомбинују с кооперативним приступом (рад у малим групама, 4 ученика), уместо с наставниковим демонстрационим приступом – дају знатно боље резултате, односно развијају научне вештине (Hofstein и Lunetta, 2004; Walters и Soyibo, 2001), али и позитивне ставове ученика према науци (Bilgin и Geban, 2004; Hofstein и Lunetta, 2003). Осим тога, у истраживању (Tael и Erol, 2008) је потврђено да кооперативност која је била заступљена у УЕ групи у знатно већој мери него ДЕ доприноси не само постигнућима ученика; према њиховом мишљењу она

обезбеђује и боље окружење за учење, које укључује дискусију и помаже ученицима да уче на лак, ефикасан и смислен начин.

У оквиру трећег блока питања (трећи фактор *Факторске анализе варијансе*, који обухвата четврто, пето, шесто и десето питање сапост-анкете), којим се желело утврдити мишљење ученика о претходној примени УЕ и ДЕ, као и њихов утицај на ученичку активност приликом изучавања одабраних садржаја, може се приметити (према резултатима *независног t-теста*) да су ученици обе групе показали приближно исто мишљење у оквиру свих питања из овог блока. Наведени подаци указују на то да ученици Е1 и Е2 групе у приближно истој мери сматрају да је свако у мањој хетерогеној групи имао своја задужења и да је учествовао у извођењу експеримента (Е1 пост-анкет), да су пажљиво слушали шта истраживач прича, пре и за време демонстрирања експеримента (Е2 пост-анкета) (Е1 40 ПС, 6 ДС, 1 НС, 0 ДЕ, 0 ПЕ; Е2 41 ПС, 4 ДС, 2 НС, 0 ДЕ, 0 ПЕ), да им је договор с другарима у групи помогао да боље разумеју шта треба да раде на часу (Е1 пост-анкета), да су пажљиво посматрали оно што истраживач показује пре и за време демонстрирања експеримента (Е2 пост-анкета) (Е1 44 ПС, 1 ДС, 2 НС, 0 ДЕ, 0 ПЕ; Е2 41 ПС, 5 ДС, 1 НС, 0 ДЕ, 0 ПЕ), да им је договор с другарима у групи помогао да боље разумеју оно што уче на часу (Е1 пост-анкета), да су видели и разумели сваки експеримент који је истраживач демонстрирао на часу (Е2 пост-анкета) (Е1 41 ПС, 3 ДС, 3 НС, 0 ДЕ, 0 ПЕ; Е2 35 ПС, 10 ДС, 2 НС, 0 ДЕ, 0 ПЕ), као и то да су били активнији на часу када су сами изводили експерименте у мањим групама (Е1 пост-анкета), односно када су посматрали њихово извођење од стране истраживача (Е2 пост-анкета) (Е1 39 ПС, 67 ДС, 1 НС, 0 ДЕ, 0 ПЕ; Е2 36 ПС, 6 ДС, 4 НС, 1 ДЕ, 0 ПЕ). Приближно наведеном, у оквиру истраживања (Maxwell и сар., 2015) уочено је да су обе групе ученика (УЕ и ДЕ) показале приближно исте ставове према претходном извођењу експеримената, од којих су за нијансу позитивнији били ставови ученика ДЕ групе. Супротно наведеном у већем броју истраживања (Bilgin, 2006; Bilgin и Geban, 2004; Dhanapal и Wan Zi Shan, 2014; Hofstein и Lunetta, 2003; Randler и Hulde, 2007; Thompson и Soyibo, 2002), доказано је да су УЕ у знатно већој мери него ДЕ допринели развоју позитивног мишљењу ученика о претходној примени експеримената. Осим наведеног, у истраживању (Logar и Savac Ferik, 2011) потврђено је да су се ученици УЕ групе изјаснили да више воле када сами изводе експерименте него када им се они демонстрирају, док су се ученици ДЕ групе изјаснили да воле оба начина извођења експеримената. Поред тога, у поменутом истраживању ученици обе групе изјаснили су се да код ДЕ воле то што не морају да дирају опасне хемикалије, што наставник нагласи најважније детаље, пружи им потребна објашњења и што су сигурни у то да је експеримент правилно изведен, док су за главни недостатак ДЕ навели слабу видљивост демонстрираног експеримента, као и истовремено посматрање и записивање запажања. Што се тиче предности УЕ, обе групе ученика навеле су да воле експериментални рад, да га

памте дужи период и да су у прилици да се договарају, сарађују и дискутују са својим другарима из разреда, док су за главни недостатак УЕ навели то што им се догоди да их наставник стави у групу или пар с лошијим учеником, с којим они не могу да деле своја запажања и закључке, већ све морају да ураде сами, као и то да нису сигурни у исправност изведеног експеримента. У истраживању (Dhanapal и Wan Zi Shan, 2014) ученици који су претходно самостално изводили експерименте показали су више антиципације (са 63,89% на 69,44%), као и више уживања на часу (са 48,61% на 68,06%) у односу на групу која није имала то искуство, што је делимично у сагласности с резултатима овог истраживања. Осим наведеног у поменутој студији, активност ученика повећала се за 9,72% (што је утицало на њихове вештине комуникације – са 34,72% на 44,44%), а након реализације третмана примећено је да су ученици били мотивисани да предузму додатне активности, односно да читају и истражују проучавано градиво и ван школе.

На основу анализе добијених резултата може се закључити да је потврђена постављена алтернативна хипотеза (X_5) и да је потврђена алтернативна потхипотеза (X_{5B}) да ће ученици Е1 групе показати позитивније мишљење од ученика Е2 групе о доприносу примене ЛЕМ при стицању њихових знања на пост-анкети.

5.5.3. Разлика у мишљењу ученика Е1 и Е2 групе на пре-анкете и пост-анкете

Упоредном анализом укупног броја одговора ученика Е1 и Е2 групе на пре-анкети и пост-анкети (пре-анкета: Е1 341 ПС, Е2 237 ПС; пост-анкета: Е1 424 ПС, Е2 372 ПС), може се запазити да су ученици обеју група показали знатно позитивније мишљење о доприносу примене ЛЕМ при стицању њихових знања на пост-анкети него на пре-анкети. Имајући у виду чињеницу да нису сви ученици претходне садржаје из интегрисаних природних наука учили уз примену експеримената, већ су то радили уз примену ТМ и повремено уз примену ДЕ, наведени подаци о знатно позитивнијем мишљењу ученика на пост-анкети него на пре-анкети сматрају се оправданим, јер су ученици у оквиру овог истраживања редовно усвајали одабране садржаје уз примену УЕ и ДЕ. Овој чињеници иду у прилог и резултати претходних истраживања (Dhanapal и Wan Zi Shan, 2014; Ergül и сар., 2011; Okan и Idris Zakari, 2017), у којима је потврђено да су ученици који су учили уз примену експеримената показали знатно позитивније мишљење од ученика што нису имали то искуство. Поред наведеног, треба узети у обзир и то, да чак и они ученици који су се изјаснили да су претходне садржаје интегрисаних природних наука учили уз примену експеримената, нису то радили у време које је непосредно претходило овом истраживању, већ најмање неколико месеци раније, што не представља скоро искуство, као што је случај при примени експеримената у самом третману. Осим тога, ученици претходне садржаје о кретању и особинама

материјала нису редовно усвајали уз примену експеримената, већ само повремено, што се такође одразило на разлику у њиховим мишљењима на пре-анкети и пост-анкети. Када се и ове чињенице размотре, позитивније мишљење ученика на пост-анкети сматра се оправданим. Слични резултати уочени су и у оквиру истраживања (Freedman, 1997; Stohr-Hunt, 1996; Turpin, 2000), у којима је потврђено да су они ученици што су учесталије учили уз примену експеримената (сваки дан, или једном недељно) показали боља постигнућа, али не и позитивније мишљење, од групе која је ређе учила уз примену експеримената (једном месечно, мање од једном месечно, или никако).

Када се анализира мишљење ученика E1 и E2 групе поређењем одговора на она питања која су се могла упоредити (1. питање с пре-анкете и 1. питање с пост-анкете, 8. питање с пре-анкете и 2. питање с пост-анкете, 10. питање с пре-анкете и 1. питање с пост-анкете, 7. питање с пре-анкете и 2. питање с пост-анкете, 9. питање с пре-анкете и 1. питање с пост-анкете), може се приметити да су ученици обеју група остварили знатно позитивније мишљење о доприносу примене ЛЕМ при стицању њихових знања на пост-анкети него на пре-анкети. Наведени подаци указују на то да блиско и редовно искуство примене УЕ и ДЕ у знатно већој мери у односу на далеко и ретко искуство примене ЛЕМ, утиче на развој позитивног мишљења, односно разумевање и заинтересованост ученика за проучавање садржаја интегрисаних природних наука. Слични подаци (како је претходно наведено) уочени су и у истраживањима (Bristow, 2000; Dhanapal и Wan Zi Shan, 2014; Okan и Idris Zakari, 2017) у којима је потврђено да редовна примена експеримената у знатно већој мери доприноси развоју позитивног мишљења у односу на нередовну примену експеримената, или учење без примене експеримента. У истраживањима (Ateş и Eryilmaz, 2011; Stohr-Hunt, 1996; Turpin, 2000) потврђено је да редовна примена експеримената (једном дневно, или једном недељно) у знатно већој мери утиче на развој ученичких постигнућа него њихова нередовна примена (једном месечно, мање од једном месечно, или никако), док разлике у мишљењу ученика између ове две групе нису уочене, што је само у делимичној корелацији с резултатима овог истраживања. Могући разлог за непостојање статистички значајне разлике између мишљења ученика у наведеним радовима управо се огледа у дужини трајања третмана (на пример, у истраживању аутора Ateş и Eryilmaz (2011) третман је трајао три недеље). Вероватно је ово истраживање трајало кратко, па није могло доћи до промене мишљења ученика. У овом истраживању третман је трајао четири недеље, док је у студијама са сличним резултатима третман трајао 12 (Bristow, 2000), или 15 недеља (Bilgin, 2006), док је једно истраживање (Ergül и сар., 2011) трајало чак годину дана. Осим тога, у претходно наведеним истраживањима примећено је да ученици нису навикнути или увежбани да примењују експерименте, те су имали потешкоће у праћењу упутстава и извођењу одређених активности, што се касније вероватно одразило и

на њихово мишљење. Поред наведеног у истраживањима (Bilgin, 2006; Logar и Savec Ferik, 2011; Maxwell и сар., 2015; Randler и Hulde, 2007), утврђено је да редовна примена експеримената утиче на развој позитивног мишљења (разумевање и заинтересованост) код ученика, што је у складу и с резултатима овог истраживања.

Када се анализира мишљење ученика унутар сваке групе (Е1 и Е2) посебно, пре реализације третмана и после реализације третмана (у оквиру свих оних питања која су се могла упоредити, а која се односе на заинтересованост ученика на часовима приликом примене експеримената и њихово разумевање садржаја), може се приметити да постоји значајна разлика између мишљења ученика о доприносу примене ЛЕМ при стицању њихових знања унутар сваке групе. У оквиру Е1 групе између свих питања која су се могла упоредити (1. питање с пре-анкете и 1. питање с пост-анкете, 8. питање с пре-анкете и 2. питање с пост-анкете, 10. питање с пре-анкете и 1. питање с пост-анкете), уочено је да постоји статистички значајна разлика између мишљења ученика пре и после реализације третмана. Разлика између првог питања с пре-анкете и првог питања с пост-анкете ученика Е1 групе, у корист позитивнијих одговора на пост-анкети, износи 9 ПС (*У потпуности се слажем*), између осмог питања с пре-анкете и другог питања с пост-анкете – износи 19 ПС, а између десетог питања с пре-анкете и првог питања с пост-анкете – износи 10 ПС. Ови подаци показују да скорa и редовна примена УЕ у знатно већој мери доприноси развоју позитивног мишљења (разумевање садржаја и заинтересованости) код ученика, него њихова далека и нередовна примена. Слични подаци уочени су и у оквиру истраживања (Bristow, 2000; Okam и Idris Zakari, 2017), у којима је потврђено да скорa и редовна примена УЕ знатно утиче на развој позитивног мишљења код ученика. Поред наведеног, слични подаци уочени су и у истраживањима (Hofstein и Lunetta, 2003; Randler и Hulde, 2007) у којим је потврђено да скорa и редовна примена УЕ доприноси развоју позитивног мишљења и разумевању садржаја који се уче. Осим тога, у истраживањима (Dhanapal и Wan Zi Shan, 2014; Randler и Hulde, 2007) такође је уочено да скорa и редовна примена УЕ у великој мери доприноси развоју ученичке заинтересованости за проучавање садржаја природних наука.

У оквиру Е2 групе између свих питања која су се могла упоредити (1. питање с пре-анкете и 1. питање с пост-анкете – заинтересованост ученика; 7. питање с пре-анкете и 2. питање с пост-анкете – разумевање садржаја; 9. питање с пре-анкете и 1. питање с пост-анкете – заинтересованост ученика), уочено је да су ученици остварили приближно исто мишљење у оквиру првог питања с пре-анкете и пост-анкете, као и у оквиру деветог питања с пре-анкете и првог питања с пост-анкете. Разлика између првог питања с пре-анкете и првог питања с пост-анкете ученика Е2 групе, у корист позитивнијих одговора на пост-анкети, износи 19 ПС, и између деветог питања с пре-анкете и првог питања с пост-анкете – износи 19 ПС.

Наведени подаци указују на то да скоро и редовна примена ДЕ у знатно већој мери, у односу на далеку и нередовну примену ДЕ, доприноси развоју позитивног мишљења, односно заинтересованости ученика на часовима интегрисаних природних наука. Слично наведеном у оквиру истраживања (Logar и Savac Ferik, 2011), потврђено је да извођење експеримената (ДЕ и УЕ) у великој мери утиче на развој заинтересованости ученика на часовима природних наука. Поред тога, у истраживању (Hofstein и Lunetta, 2003), такође је уочено да редовна примена ДЕ у великој мери доприноси ученичкој заинтересованости, али и разумевању садржаја које уче, што је делимично у складу и с резултатима овог истраживања.

Ученици Е2 групе показали су приближно исто мишљење у оквиру 7. питања с пре-анкете и 2. питања с пост-анкете, која се доносе на разумевање садржаја. Разлика између седмог питања с пре-анкете и другог питања с пост-анкете ученика Е2 групе износи само 1 ПС, у корист позитивнијег мишљења на пост-анкети. Наведени подаци указују на чињеницу да далека и нередовна примена ДЕ у приближној мери као и њихова скоро и редовна примена доприносе развоју позитивног мишљења, односно ученичког разумевања садржаја. Супротно наведеном у истраживању (Logar и Savac Ferik, 2011; Hofstein и Lunetta, 2003; McKee-Vickie и сар., 2007), потврђено је да скоро и редовна примена ДЕ доприноси развоју позитивног мишљења и концептуалног разумевања садржаја, у већој мери него њихова далека и нередовна примена.

На основу анализе добијених резултата може се закључити да су потврђене алтернативне потхипотезе (X_{5B} , X_{5G} , и X_{5D}) да ће ученици Е1 и Е2 групе показати позитивније мишљење о доприносу примене ЛЕМ при стицању њихових знања на пост-анкети него на пре-анкети.

5.6. Компаративна анализа знања и мишљења ученика експерименталних група о ЛЕМ

5.6.1. Корелација између квалитета знања ученика Е1 и Е2 групе о кретању и особинама материјала на пост-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ при стицању тих знања

На основу компаративне анализе резултата између знања ученика Е1 и Е2 групе о кретању и особинама материјала на пост-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ при стицању тих знања на пост-анкети, утврђено је да постоји позитивна корелација. Наведени подаци указују на то да је пораст знања ученика Е1 и Е2 групе на пост-тесту праћен порастом њиховог позитивног мишљења о доприносу примене ЛЕМ при стицању тих знања, показаном на пост-анкети. Слични резултати уочени су и у оквиру истраживања (Matićić и сар., 2018), у ком је утврђено да постоји позитивна корелација између показаног знања и исказаног мишљења ученика о садржајима из физике.

Имајући у виду чињеницу да нису пронађени радови који се баве утврђивањем корелације између квалитета знања ученика трећег разреда основне школе о кретању и особинама матријала на шест когнитивних нивоа и њиховог мишљења, у тексту испод наведени су само подаци добијени у оквиру овог истраживања. Поред наведеног, важно је подсетити и на чињеницу о неопходности истраживања на ову тему, како би се са већом поузданошћу могло указати на врсту везе која се јавља између когнитивног и афективног подручја у оквиру ове тематике.

Када се ова корелација анализира у оквиру сваког когнитивног нивоа на пост-тесту, може се приметити да је она по интензитету слабија (мања) између когнитивних нивоа знања, разумевања, примене, анализе и синтезе, и мишљења ученика о доприносу примене ЛЕМ при стицању њихових знања (на пост-анкети). Наведени подаци указују на то да је повезаност између способности ученика да се позивају на меморисане информације, разумеју суштину проучаваног садржаја, примене стечено знање у свакодневном искуству, анализирају научени материјал, раставе га на његове саставне делове, креирају из те растављене целине нешто сасвим ново, и њиховог позитивног мишљења о доприносу примене ЛЕМ тим способностима – по смеру позитивна и по јачини слаба. Слично наведеном у истраживачком раду (Holstermann и сар., 2010), утврђено је да примена једноставних експеримената утиче на развој позитивног мишљења код ученика, односно њихове заинтересованости. Поред наведеног, у овом истраживању уочено је да је седам реализованих активности позитивно утицало на развој интересовања ученика, једна је утицала негативно, а преосталих двадесет није изазвало никакав ефекат. Повезаност између наведеног и овог истраживања проналази се у утврђеној слабој корелацији, насталој као производ тога да нису све изведене активности у подједанкој мери утицале на развој позитивног мишљења код ученика.

Када се анализира корелација између когнитивног нивоа евалуације и мишљења ученика о доприносу примене ЛЕМ њиховим знањима, може се приметити да она не постоји (иако је веома близу те границе). Наведени подаци указују на то да повезаност између способности ученика да критички вреднују и процене научени материјал, и њиховог позитивног мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања – није уочена. Супротни подаци утврђени су и у оквиру истраживања (Holstermann и сар., 2010) у ком је потврђено да управо од квалитета изведених једноставних експеримената зависи и заинтересованост ученика за те активности.

На основу компаративне анализе резултата између знања ученика унутар сваке групе посебно (E1 и E2) на пост-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене УЕ и ДЕ при стицању тих знања на пост-анкети, утврђено је да постоји позитивна корелација између знања и мишљења ученика E1 групе, као и позитивна корелација између знања и мишљења ученика E2 групе. Делимично приближни

результати уочени су и у оквиру истраживања (Obadović и сар., 2013) у ком је примећено да постоји позитивна корелација између претходне примене УЕ и позитивних ставова ученика према учењу физике (када примењују научни метод), док између претходне примене ДЕ и ставова ученика није уочена корелација.

Када се ова корелација анализира у оквиру сваког когнитивног нивоа унутар Е1 групе, може се приметити да је она по смеру позитивна, а по интензитету слабија (мала) између когнитивних нивоа знања, разумевања, примене, анализе и евалуације и мишљења ученика о доприносу примене УЕ стицању њихових знања на пост-анкети; док између когнитивног нивоа синтезе и мишљења ученика о доприносу примене УЕ није уочена (иако је близу те границе). Наведени подаци указују на то да с порастом когнитивног нивоа повезаност између ученичког знања и њиховог позитивног мишљења о доприносу примене УЕ стицању тих знања – слаби. С обзиром на то да су ученици Е1 групе најслабија знања показали управо на нивоу синтезе, добијени подаци су очекивани, јер је знање на овом нивоу опало, а мишљење ученика ове групе на пост-анкети у оквиру сваког питања било је позитивно. Слично наведеном у оквиру истраживања (Holstermann и сар., 2010), уочено је да је претходна примена УЕ у позитивној корелацији са заинтересованошћу ученика за те активности, и да она зависи од квалитета реализације тих активности.

Када се ова корелација анализира у оквиру сваког когнитивног нивоа унутар Е2 групе, може се приметити да је она по смеру позитивна, а по интензитету средњејака између когнитивних нивоа разумевања, примене и анализе, и мишљења ученика о доприносу примене ДЕ при стицању тих знања на пост-анкети, и по смеру позитивна, а по интензитету слаба (мала), између когнитивних нивоа знања, евалуације и синтезе и мишљења ученика о доприносу примене ДЕ њиховим знањима. Наведени подаци указују на то постоји средње јака повезаност између способности ученика да разумеју суштину проучаваног материјала, повежу научено са свакодневним искуством, анализирају усвојени материјал, раставе га на његове саставне делове, и њиховог позитивног мишљења о доприносу примене ДЕ тим знањима, као и слабија, односно мала повезаност између способности ученика да се позивају на претходно меморисано знање, китички га вреднују и саставе из њега сасвим нову целину и њиховог мишљења о доприносу примене ДЕ тим знањима. Супротно наведеном у оквиру истраживања (Obadović и сар., 2013), између претходне примене ДЕ и позитивног мишљења ученика о учењу физике није уочена позитивна корелација.

На основу анализе добијених резултата може се закључити да је потврђена постављена алтернативна хипотеза (H_6) и да су потврђене алтернативне потхипотезе (H_{6A} и H_{6B}) да ће постојати позитивна корелација између квалитета знања ученика Е1 и Е2 групе на пост-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ при стицању тих знања на пост-анкети.

5.6.2. Корелација између трајности знања ученика E1 и E2 групе о кретању и особинама материјала и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ при стицању тих знања

Компаративном анализом резултата између знања ученика E1 и E2 групе на ре-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ при стицању тих знања на пост-анкети, утврђено је да постоји позитивна корелација. Наведени подаци указују на то да је пораст знања ученика E1 и E2 групе на ре-тесту праћен порастом њиховог позитивног мишљења о доприносу примене ЛЕМ при стицању тих знања на пост-анкети. Слични резултати уочени су и у оквиру истраживања (Obadović и сар., 2013) у ком је доказано да постоји позитивна корелација између претходне примене УЕ и ДЕ у настави интегрисаних природних наука и позитивног мишљења ученика о доприносу њихове примене при стицању знања.

Имајући у виду чињеницу да нису пронађени радови који се баве утврђивањем корелације између квалитета трајности знања ученика трећег разреда основне школе о кретању и особинама материјала на шест когнитивних нивоа и њиховог мишљења, у тексту испод наведени су само подаци добијени у оквиру овог истраживања. Поред наведеног, као што је претходно већ било назначено, важно је подсетити и на чињеницу о неопходности истраживања на ову тему, како би се с већом поузданошћу могло указати на врсту везе која се јавља између когнитивног и афективног подручја у оквиру ове тематике.

Када се ова корелација анализира у оквиру сваког когнитивног нивоа на ре-тесту, може се приметити да је она по смеру позитивна, а по интензитету средњејака (средња) између когнитивних нивоа знања и разумевања и мишљења ученика о доприносу примене ЛЕМ при стицању њихових знања (на пост-анкети). Наведени подаци указују на то да је повезаност између способности ученика да се позивају на претходно меморисане информације, разумеју суштину проучаваног садржаја након периода од месец и по дана, и њиховог позитивног мишљења о доприносу примене ЛЕМ тим способностима – по јачини средњејака. Добијени резултати су и очекивани, с обзиром на то да су ученици E1 и E2 групе показали изузетну трајност знања на овим нивоима на ре-тесту, што је пратило и њихово позитивно мишљење о доприносу примене ЛЕМ тим знањима на пост-анкети. Приближни резултати уочени су и у оквиру истраживања (Magićić и сар., 2018), у ком је потврђено да претходна примена УЕ и ДЕ доприноси повезаности између знања и мишљења ученика о њиховој примени.

Анализом корелације између когнитивног нивоа примене и анализе те мишљења ученика о доприносу примене ЛЕМ њиховим знањима, може се приметити да је она по смеру позитивна, а по интензитету слаба, односно мала. Наведени подаци указују на то да је повезаност између способности ученика да

разумеју проучавани материјал и примене научено у свакодневном искуству након периода од месец и по дана и њиховог позитивног мишљења о доприносу примене ЛЕМ при стицању тих знања по јачини – слаба (мала). Овакви резултати и били су очекивани с обзиром на то да квалитет трајности знања ученика Е1 и Е2 групе на овим нивоима, у односу на претходне, полако почиње да опада. У истраживању (Holstermann и сар., 2010) је потврђено да од квалитета изведених једноставних експеримената зависи и заинтересованост ученика за те активности. У наведеном раду није мерена трајност знања, то јест није постојао дужи период између реализованих активности и испитивања мишљења ученика.

Када се анализира корелација између когнитивног нивоа евалуације и синтезе те мишљења ученика о доприносу примене ЛЕМ њиховим знањима, може се приметити да она не постоји. Наведени подаци показују да није уочена повезаност између способности ученика да критички вреднују, односно процене научени материјал, креирају из њега нешто сасвим ново, те њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ при стицању тих знања. Добијени резултати били су очекивани, с обзиром на то да су ученици Е1 и Е2 групе најслабију трајност знања показали на овим нивоима, што није у корелацији с њиховим позитивним мишљењем на пост-анкети. Супротно наведеном у истраживању (Marilić и сар., 2018), потврђено је да постоји позитивна повезаност између претходно реализованих УЕ и ДЕ и знања, те њиховог мишљења уопштено.

На основу компаративне анализе резултата између знања ученика унутар сваке групе посебно на ре-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене УЕ и ДЕ при стицању тих знања на пост-анкети, утврђено је да постоји позитивна корелација између знања и мишљења ученика Е1 групе, као и позитивна корелација између знања и мишљења ученика Е2 групе. Делимично приближни резултати уочени су и у оквиру истраживања (Obadović и сар., 2013), у ком је примећено да постоји позитивна корелација између претходне примене УЕ и позитивних ставова ученика према учењу садржаја физике, док између претходне примене ДЕ и ставова ученика није уочена ова повезаност.

Када се ова корелација анализира у оквиру сваког когнитивног нивоа унутар Е1 групе, може се приметити да је она по смеру позитивна, а по интензитету средњејака (средња) између когнитивних нивоа знања и разумевања те мишљења ученика о доприносу примене УЕ при стицању њихових знања на пост-анкети, док је између когнитивног нивоа примене и мишљења ученика о доприносу примене УЕ при стицању тих знања по смеру исто позитивна, а по интензитету мала. Поред наведеног, повезаност између когнитивних нивоа анализе и евалуације те мишљења ученика о доприносу примене УЕ није уочена, док је између нивоа синтезе и мишљења ученика Е1 групе она негативног смера и слаба по јачини (мала). Наведени подаци јасно показују да опадање квалитета трајности знања ученика Е1 групе по когнитивним нивоима не прати њихово позитивно мишљења

на пост-анкети, то јест с порастом когнитивног нивоа квалитет знања ученика Е1 групе слаби, што није у корелацији с њиховим позитивним мишљењем о доприносу примене УЕ при стицању знања. Имајући у виду чињеницу да су ученици Е1 групе најслабија знања показали управо на нивоу синтезе на ре-тесту (знатно слабија него на пост-тесту), постојање негативне корелације између ове варијабле и мишљења ученика о доприносу примене УЕ њиховим знањима било је очекивано, јер се управо овде проналази највећа разлика између оствареног знања и исказаног мишљења. Слично наведеном у оквиру истраживања (Holstermann и сар., 2010) уочено је да је претходна примена УЕ у позитивној корелацији са заинтересованошћу ученика за те активности, и да она зависи од квалитета реализације тих активности. Поред тога, како је претходно наведено, највећи број реализованих активности (чак 20) није оставио никакав утицај на заинтересованост ученика, мањи број је позитивно утицао на њихова интересовања (7), док је једна активност негативно утицала на развој ове варијабле. Повезаност између наведеног и овог истраживања проналази се управо у чињеници о различитом утицају наведених активности на мишљење ученика, што је делимично приближно и утицају УЕ на квалитет трајности знања ученика на различитим когнитивним нивоима и њиховом мишљењу о доприносу примене УЕ при стицању тих знања у овом истраживању.

Када се ова корелација анализира у оквиру сваког когнитивног нивоа унутар Е2 групе, може се приметити да је она по смеру позитивна, а по интензитету средњејака (средња) између когнитивних нивоа знања, разумевања, примене и анализе, те мишљења ученика о доприносу примене ДЕ при стицању тих знања на пост-анкети, и по смеру позитивна, а по интензитету слаба (мала) између когнитивног нивоа евалуације и мишљења ученика о доприносу примене ДЕ њиховим знањима. Између когнитивног нивоа синтезе и мишљења ученика о доприносу примене ДЕ при стицању тих знања ова повезаност није уочена. Наведени подаци указују на то да постоји средња повезаност између способности ученика да се позивају на претходно меморисана знања, разумеју суштину проучаваног материјала, повежу научено са свакодневним искуством, анализирају научени материјал, раставе га на његове саставне делове након периода од месец и по дана, те њиховог позитивног мишљења о доприносу примене ДЕ тим знањима, као и слабија повезаност између способности ученика да критички вреднују и процене научени материјал и њиховог мишљења о доприносу примене ДЕ њиховим знањима. Поред наведеног, повезаност између способности ученика да из научених садржаја креирају сасвим нову целину и њиховог мишљења о доприносу примене ДЕ при стицању тих знања – не постоји. Делимично приближни резултати уочени су у оквиру истраживања (Obadović и сар., 2013), где је потврђено да између претходне примене ДЕ и позитивног мишљења ученика о учењу физике није уочена позитивна корелација.

На основу анализе добијених резултата може се закључити да је потврђена постављена алтернативна хипотеза (X_7) и да су потврђене алтернативне потхипотезе (X_{7A} и X_{7B}) да ће постојати позитивна корелација између квалитета трајности знања ученика Е1 и Е2 групе на ре-тесту и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ при стицању тих знања на пост-анкети.

6. ЗАКЉУЧАК

Ово истраживање реализовано је с циљем, који обухвата: утврђивање доприноса примене лабораторијско-експерименталне методе (ЛЕМ) квалитету и трајности знања ученика трећег разреда о одабраним садржајима интегрисаних природних наука на свим когнитивним нивоима (когнитивни домен) у односу на традиционалну методу учења (ТМ); испитивање мишљења ученика о доприносу примене ЛЕМ при стицању њихових знања о одабраним садржајима интегрисаних природних наука (афективни домен); као и утврђивање корелације између квалитета и трајности знања ученика о одабраним садржајима интегрисаних природних наука на свим когнитивним нивоима те мишљења ученика о доприносу примене ЛЕМ при стицању тих знања (повезаност између когнитивног и афективног домена). У истраживању се детаљно испитује: компаративна разлика у доприносу примене различитих врста експеримената (ученичких, УЕ; и демонстрационих, ДЕ); компаративна разлика у доприносу примене различитих врста експеримената у односу на ТМ квалитету и трајности знања ученика на свим когнитивним нивоима; мишљење ученика о доприносу примене експеримента (УЕ и ДЕ) при стицању њихових знања о одабраним садржајима; као и корелација између тих знања и ученичког мишљења о доприносу примењене врсте експеримента (УЕ или ДЕ) при стицању тих знања. Наставни садржаји на којима се врши истраживање јесу садржаји о кретању и особинама материјала у трећем разреду основне школе. Ови садржаји су вертикално повезани са садржајима из претходна два разреда (првом и другом), и по обиму и структури (квантитету, квалитету информација, појмова и слично) значајно се усложњавају у трећем разреду, те представљају веома погодан наставни материјал за ову врсту истраживања. У истраживању су учествовали ученици трећег разреда основних школа: *Петар Кочић* из Темерина, *Славко Родић* из Бачког Јарка и *Данило Зеленовић* из Сирига. Дизајн истраживања садржи једанаест фаза и подељен је на два дела. Први део обухвата претходну припрему и обезбеђивање основних услова, критеријума за саму реализацију истраживања (прве три фазе); док други део обухвата саму реализацију истраживања с анализом и интерпретацијом добијених резултата (последњих осам фаза). При навођењу закључака реализованог истраживања, праћен је редослед дефинисаних истраживачких питања, преко којих је разрађен главни циљ и обухваћени сви потциљеви. Ови резултати истраживања разматрани су с аспекта *Теорије когнитивног оптерећења* и *Теорије конструктивизма*.

ЛЕМ више од ТМ доприноси укупном квалитету знања ученика о кретању и особинама материјала. Међутим, када се анализира знање ученика на различитим когнитивним нивоима, закључује се да на когнитивном нивоу знања и разумевања ученици постижу уједначена знања, без обзира на то да ли ове садржаје уче помоћу

ЛЕМ или ТМ. Значајна разлика постоји на осталим когнитивним нивоима (примена, анализа, евалуација и синтеза), где се показало да ЛЕМ знатно више него ТМ доприноси ученичким знањима о одабраним садржајима. Допринос ТМ квалитету знања ученика о кретању и особинама материјала значајно опада што је виши когнитивни ниво, док ЛЕМ знатно доприноси знању ученика све до нивоа евалуације (знање, разумевање, примена, анализа и евалуација). Међутим, мали број ученика је успео да достигне когнитивни ниво синтезе уз примену ЛЕМ. На основу ових резултата, може се закључити да инструктивни приступ при примени ЛЕМ (имплицитна инструкција при извођењу УЕ – ИИУЕ, и експлицитна инструкција при извођењу ДЕ – ЕИДЕ), више него инструктивни приступ при примени ТМ (експлицитна инструкција при примени ТМ – ЕИТМ) доприноси смањењу спољашњег когнитивног оптерећења и повећању пожељног когнитивног оптерећења, што директно утиче на то да се капацитет радне меморије усмери на језгро интеракцијских елемената и допринесе продуктивном учењу.

Међутим, када се анализира допринос квалитету знања ученика о кретању и особинама материјала сваке врсте експеримента посебно (УЕ и ДЕ), и у односу на ТМ, може се закључити да постоји значајна разлика између доприноса примене сваке врсте експеримента (појединачно) у односу на ТМ; као и да се разликују доприноси примене самих експеримената (УЕ и ДЕ) укупном квалитету знања ученика о одабраним садржајима, те квалитету знања ученика на различитим когнитивним нивоима.

УЕ више него ТМ доприносе укупном квалитету знања ученика о кретању и особинама материјала. Када се анализира знање ученика о одабраним садржајима на сваком когнитивном нивоу, закључује се да је допринос примене УЕ квалитету знања ученика о кретању и особинама материјала најприближнији доприносу примене ТМ на когнитивном нивоу знања, разумевања и примене. На осталим когнитивним нивоима (анализа, евалуација и синтеза), УЕ знатно више него ТМ доприносе знањима ученика о одабраним садржајима (већи број ученика је успео тачно да реши задатке на овим когнитивним нивоима). УЕ доприносе квалитету знања ученика на нивоу знања, разумевања, примене, анализе и евалуације, док је њихов допринос знањима ученика о одабраним садржајима на нивоу синтезе нешто слабији. С повећањем когнитивног нивоа, ученици који су учили помоћу УЕ (без обзира на то што су постигли боља знања од ученика који су учили помоћу ТМ) постижу слабији квалитет знања. Могући разлог за ово проналази се у примени методе помоћу које су ученици учили одабране садржаје у претходним разредима. Уколико ученици нису претходно самостално изводили експерименте, или су то радили ретко (већина ученика у овом истраживању је веома ретко учила уз УЕ), њихове експерименталне вештине нису развијене до те мере да би допринеле њиховим бољим знањима, односно употреби креативних процеса неопходних за примену наученог на нивоу синтезе. У реализацији УЕ коришћена је ИИУЕ, која је

и у овом истраживању показала већи допринос квалитету знања ученика него ЕИТМ. Наведене импликације су у складу с *Теоријом конструктивизма*, која заговара став да су ученици активни учесници у наставном процесу, те да уз минимално вођење треба што самосталније да конструишу своја знања. Резултати овог истраживања показали су да ИИУЕ и већој мери него ЕИТМ утиче на смањење спољашњег когнитивног оптерећења те доприноси повећању пожељног когнитивног оптерећења, будући да је у оквиру ЕИТМ радна меморија ученика оптерећена многобројним спољашњим факторима, који ометају пажњу ученика и при том процесу отежавају учење.

ДЕ више у односу на ТМ доприносе укупном квалитету знања ученика о кретању и особинама материјала. Када се анализира квалитет знања ученика о одабраним садржајима на различитим когнитивним нивоима, закључује се да нема знатније разлике у доприносу примене ДЕ и ТМ на когнитивном нивоу знања, разумевања и анализе, док на осталим когнитивним нивоима (примена, евалуација и синтеза) ДЕ знатно више него ТМ доприносе квалитету знања ученика о одабраним садржајима (већи број ученика је успео тачно да реши задатке на овим когнитивним нивоима). Ови подаци проналазе своје оправдање и у самом начину усвајања одабраних садржаја у првом и другом разреду (где је ТМ доминирала). Наиме, претпоставља се да су ученици претходно већ делимично били упознати с ДЕ, што је допринело томе да најбоље резултате остваре на нивоу примене. На нивоу евалуације и синтезе допринос ДЕ је знатно већи него допринос ТМ, али како знања ученика обеју група на овим нивоима опадају (знатно више у случају ТМ), може се закључити да ови резултати представљају одраз слабости ТМ, то јест њене немогућности да покаже и мањи помак на највишим когнитивним нивоима. Управо сам поступак демонстрације, која представља визуализацију садржаја и активно усмеравање пажње ученика на суштину проучаваног феномена, без расипања њихове пажње на небитне информације – представља главне бенефите ДЕ у односу на ТМ, што оправдава и добијене резултате у оквиру овог истраживања на наведеним когнитивним нивоима. Иако се при учењу садржаја о кретању и особинама материјала користила иста врста инструкције (експлицитна), овим истраживањем се доказало да од начина на који се реализује ова врста инструкције зависи и квалитет знања ученика. Експлицитна инструкција помоћу ДЕ (ЕИДЕ) у већој мери доприноси квалитету наученог о одабраним садржајима него иста врста инструкције (експлицитна) у којој се примењује ТМ (ЕИТМ). Наведени подаци су у складу са ставом *теорије когнитивног оптерећења*, која сугерише да је ученицима потребно пружити јасно и директно вођење у наставном процесу док не достигну ниво стручњака. Ови резултати показали су да ЕИДЕ више него ЕИТМ доприноси смањењу спољашњег когнитивног оптерећења и повећању везаног когнитивног оптерећења, јер је пажња ученика уз ДЕ на директнији начин и у већој мери усмерена на језгро интеркацијских елемената

(кроз више активности) него код ученика који уче уз ТМ, где је, уз излагање истраживача, неопходно трагати за додатним информацијама (у школском уџбенику), што је оптеретило капацитет радне меморије и отежало учење.

УЕ више у односу на ДЕ доприносе укупном квалитету знања ученика о кретању и особинама материјала. Допринос примене УЕ квалитету знања ученика о одабраним садржајима приближан је доприносу примене ДЕ на нивоу знања, разумевања, примене, анализе и синтезе, док на нивоу евалуације УЕ у знатно већој мери него ДЕ доприносе квалитету знања ученика о кретању и особинама материјала (већи број ученика је успео тачно да реши задатке на овом когнитивном нивоу). Оправдање за наведену тврдњу може се потражити у самом начину реализације експеримената. Ученици који су учили уз УЕ су у свим фазама наставе, самостално, уз договор и сарадњу, пратили упутства с инструктивног листића и радили на радним задацима, док су ученици који су учили уз извођење експеримента од стране истраживача, радили уз ограничену активност, те се њихово самостално ангажовање одвијало у групном раду, када су уз договор и сарадњу решавали радне задатке заједно. Учење кроз лично искуство (самостално извођење експеримената) представља један од основних потврђених параметара успешности ученика у процесу учења природних (диференцираних и интегрисаних) садржаја, и у већој мери од демонстрационог приступа извођењу експеримената подстиче њихову самосталност, активност, ангажованост, заинтересованост, пажњу при раду, социјалну интерактивност, кооперативност и креативне способности. То све утиче и на квалитет знања ученика. Иако је у учењу садржаја о кретању и особинама материјала у оба третмана примењена ЛЕМ (само реализована на другачији начин), овим истраживањем се доказало да од врсте инструкције, која је у директној зависности од врсте примењеног експеримента (што одређује да ли ће инструкција имати експлицитни или имплицитни карактер), зависи и квалитет знања ученика. Наведене импликације су у складу с *теоријом конструктивизма*, која сугерише да је ученицима потребно пружити минималну количину смерница како би они на што самосталнији начин конструисали своја знања. Резултати истраживања показали су да ИИУЕ у већој мери него ЕИДЕ доприноси смањењу спољашњег когнитивног оптерећења и повећању везаног когнитивног оптерећења, јер су ученици уз примену УЕ у највећој мери усмерени на језгро интеракцијских елемената, док су ученици из ДЕ групе поред тога морали у исто време да воде рачуна о већем броју активности, што је оптеретило капацитет радне меморије и отежало њихово учење.

Добијени резултати о доприносу примене ЛЕМ и ТМ квалитету знања ученика на свим когнитивним нивоима, односно о доприносу сваке врсте експеримената и ТМ, показују да нема правила на ком когнитивном нивоу ће бити уочена значајна разлика у знањима ученика. Занимљиво је да ученици остваре разлику у квалитету знања на нижем когнитивном нивоу, не остваре је на наредном

(вишем) нивоу, па је опет остваре на нивоу који следи. Ова појава није уочена када се упорђује разлика у доприносу примене УЕ и ДЕ квалитету знања ученика на различитим когнитивним нивоима.

ЛЕМ више од ТМ доприноси укупном квалитету трајности знања ученика о кретању и особинама материјала. Међутим, када се анализирају знања ученика на различитим когнитивним нивоима, закључује се да на когнитивном нивоу знања, анализе и синтезе ученици постижу приближно иста знања, без обзира на то да ли ове садржаје усвајају помоћу ЛЕМ или ТМ. Значајна разлика постоји на осталим когнитивним нивоима (разумевање, примена и евалуација), где се показало да ЛЕМ знатно више него ТМ доприноси ученичким знањима о одабраним садржајима (већи број ученика је успео тачно да реши задатке на овим когнитивним нивоима). Ученици који су учили помоћу ЛЕМ нису били успешнији од ученика који су учили помоћу ТМ на нивоу анализе и синтезе, као што су били на пост-тесту. Интересантно је и то да је већина ученика која је учила уз примену ТМ, за разлику од група које су училе уз примену ЛЕМ, заборавила знања што су им била потребна како би тачно урадили задатке на нивоу разумевања, док су на пост-тесту били успешни на овом нивоу. Квалитет трајности знања ученика, достигнут уз примену ТМ, у већој мери опада него квалитет трајности знања ученика достигнут уз примену ЛЕМ (знатно у односу на УЕ, и незнатно у односу на ДЕ) на нивоу разумевања, примене и евалуације на ре-тесту у односу на постигнућа ученика на пост-тесту. Наведени подаци показују да ТМ у знатно мањој мери од ЛЕМ доприноси квалитету трајности знања ученика на овим нивоима. Ови подаци проналазе своје оправдање, како у примени методе помоћу које су ученици усвајали претходне садржаје о кретању и особинама материјала (што се директно одразило и на саму реализацију третмана), тако и у самом начину реализације примењених методичких приступа у овом истраживању. Наиме, ученици обе групе у претходним разредима најчешће су одабране садржаје учили уз ТМ, и повремено уз ДЕ, што је утицало и на њихову успешност у оквиру реализације овог истраживања. Поред наведеног, сам начин обраде одабраних садржаја уз одговарајући инструктивни приступ, додатно је утицао не само на квалитет знања ученика, који је проверен одмах након реализације третмана, већ и на трајност знања, проверену након периода од месец и по дана. На основу ових резултата може се закључити да инструктивни приступ при примени ЛЕМ (ИИУЕ и ЕИДЕ заједно), више од инструктивног приступа при примени ТМ (ЕИТМ), доприноси складиштењу наученог у дугорочној меморији и позивању на те информације након периода од месец и по дана.

Када се анализира допринос примене сваке врсте експеримента посебно (УЕ и ДЕ), и у односу на ТМ, трајности знања ученика о кретању и особинама материјала, може се закључити да постоји значајна разлика између доприноса примене УЕ у

односу на ТМ укупној трајности знања ученика о одабраним садржајима, али и разлика у трајности знања ученика на различитим когнитивним нивоима.

УЕ више него ТМ доприносе укупном квалитету трајности знања о кретању и особинама материјала. Допринос примене УЕ трајности знања ученика о одабраним садржајима сличан је доприносу примене ТМ на когнитивном нивоу знања, анализе и синтезе. Ученици који су учили помоћу УЕ нису били успешнији од ученика што су одабране садржаје учили помоћу ТМ на нивоу анализе и синтезе, али јесу били бољи на пост-тесту. Занимљив је податак да је већина ученика ТМ групе, у поређењу с ученицима УЕ групе, заборавила знања која су им била потребна како би тачно урадили задатке на нивоу разумевања и примене, за разлику од ситуације на пост-тесту, где су били успешни на овим нивоима. Значајна разлика у доприносу примене УЕ и ТМ квалитету трајности знања ученика о одабраним садржајима постоји на когнитивном нивоу разумевања, примене и евалуације (већи број ученика је успео тачно да реши задатке на овим когнитивним нивоима). С обзиром на то да квалитет задржаног знања ученика ТМ групе знатно опада у односу на ученике УЕ групе на овим когнитивним нивоима на ре-тесту, у поређењу с њиховим постигнућима на пост-тесту, може се закључити да УЕ у знатно више него ТМ доприносе задржавању наученог на нивоу разумевања, примене и евалуације. Разлог овој чињеници проналази се у самом начину реализације примењених метода. Наиме, ученици УЕ групе су одабране садржаје учили уз самосталну активност и руковање материјалом за учење, што је допринело реализацији принципа очигледности, практичној визуелизацији садржаја, активацији већег броја чула, а то је резултовало дубљим разумевањем проучаваног материјала. Овакве врсте активности изостале су у ТМ групи, те је знатно виши квалитет знања ученика УЕ групе на ре-тесту и био очекиван, јер дубље разумевање садржаја доприноси и његовом задржавању и након дужег времена. Како су у учењу садржаја о кретању и особинама материјала у оквиру ових група примењена два различита начина реализације одабраних садржаја, реализована уз другачији инструктивни приступ, може се закључити да квалитет трајности знања ученика зависи од примењеног методичког, али и инструктивног приступа. Наведене импликације су у складу с конструктивистичком теоријом, која сугерише да је ученицима потребно пружити минимално вођење у оквиру наставног процеса, како би они што самосталније конструисали своја знања и задржали их што дуже време. Резултати овог истраживања потврдили су да имплицитна инструкција уз УЕ (ИИУЕ) у знатно већој мери него експлицитна инструкцију уз ТМ (ЕИТМ) доприноси складиштењу наученог у дугорочној меморији и позивању на те информације након периода од месец и по дана.

ДЕ у приближној мери као и ТМ доприносе укупном квалитету трајности знања ученика о кретању и особинама материјала. Када се анализира когнитивни домен, односно квалитет трајности знања ученика на сваком когнитивном нивоу,

учава се да ДЕ и ТМ доприносе уједначеном квалитету трајности знања ученика о одабраним садржајима на свим когнитивним нивоима (знање, разумевање, примена, анализа, евалуација и синтеза). Интересантан је податак да је већина ученика ДЕ групе заборавила знања која су им била потребна како би тачно урадили задатке на нивоу примене, евалуације и синтезе, за разлику од ситуације на пост-тесту, где су били успешни на овом нивоу. С обзиром на то да квалитет задржаног знања достигнут уз примену ДЕ знатно опада на наведеним когнитивним нивоима на ре-тесту, у односу на знања на пост-тесту, може се закључити да ДЕ у слабој мери доприносе квалитету трајности знања ученика о одабраним садржајима на нивоу примене, евалуације и синтезе. Наведени подаци проналазе своје оправдање у самом начину реализације третмана. Наиме, ове две групе ученика су училе одабране садржаје уз различит методички приступ при њиховој обради (ДЕ и ТМ), што је знатно утицало на сам квалитет њихових знања, мерен одмах након реализације третмана. Међутим, како су оба ова третмана реализована уз велики број спољашњих активности, које су расипале ученичку пажњу на више различитих страна (знатно више ТМ), приближно задржавање наученог о одабраним садржајима ових група било је очекивано. Како се при учењу садржаја о кретању и особинама материјала у обе ове групе користила иста врста инструкције, експлицитна, овим истраживањем се доказало да она у подједнакој мери доприноси квалитету задржаног знања. Наведени подаци су у складу са ставом теорије когнитивног оптерећења – ученицима је потребно пружити јасно и директно вођење у наставном процесу (док они не достигну ниво стручњака), како би остварили што квалитетнија знања и задржали их током дужег периода. Дакле, ЕИДЕ у сличној мери као и ЕИТМ доприноси складиштењу наученог у дугорочној меморији те позивању на те информације након периода од месец и по дана.

УЕ приближно као и ДЕ доприносе укупном квалитету трајности знања ученика о кретању и особинама материјала. Када се анализира квалитет трајности знања ученика УЕ и ДЕ групе на свим когнитивним нивоима, може се закључити да УЕ и ДЕ доприносе уједначеном задржавању наученог на сваком когнитивном нивоу. Занимљива је чињеница да је већина ученика УЕ групе заборавила знања која су им била потребна како би тачно урадили задатке на нивоу евалуације, за разлику од стања на пост-тесту, где су били успешни на овом нивоу. Имајући у виду то да квалитет задржаног знања достигнут уз примену УЕ знатно опада на поменутом когнитивном нивоу на ре-тесту, у поређењу са знањем ученика на пост-тесту, може се закључити да УЕ у слабој мери доприносе квалитету трајности знања ученика о одабраним садржајима на нивоу евалуације. ИИУЕ у сличној мери као и ЕИДЕ доприноси квалитету трајности наученог. Наведене импликације су у складу и са становиштем теорије когнитивног оптерећења, као и са ставом конструктивистичког приступа учењу. Оно у чему се обе ове теорије слажу, а што је у складу и с резултатима овог истраживања, јесте то да је ученицима за време

процеса учења потребно пружити одређену врсту инструкције. Резултати су показали да минимално инструктивно вођење у приближној мери као и високо, директно вођење, доприноси задржавању наученог у периоду од месец и по дана. ИИУЕ подједнако као и ЕИДЕ доприноси складиштењу наученог у дугорочној меморији те позивању на те информације након месец и по дана.

Резултати истраживања о доприносу примене ЛЕМ и ТМ, то јест сваке врсте екепримената и ТМ, трајности знања ученика на свим когнитивним нивоима, такође показују да нема правила на ком ће когнитивном нивоу бити уочена значајна разлика у знању ученика. Интересантан је податак да ученици остваре разлику у трајности знања на неколико нижих когнитивних нивоа, затим је не остваре на наредном (вишем) нивоу, па је остваре на нивоу који следи. Када се упоређује разлика у доприносу примене ДЕ и ТМ, као и УЕ и ДЕ, трајности знања ученика на свим когнитивним нивоима – ова појава се не уочава.

Слабији квалитет трајности знања ученика о кретању и особинама материјала након месец и по дана на свим когнитивним нивоима јесте очекиван. Он највероватније представља последицу процеса активног и пасивног заборављања одабраних садржаја, као и последицу непонављања и ометања ових садржаја учењем других садржаја у периоду између мерења квалитета и трајности знања.

Мишљење ученика Е1 групе (која је одабране садржаје учила уз помоћ УЕ) о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања, проверено пре реализације третмана, позитивније је од мишљења ученика Е2 групе (која је одабране садржаје учила уз помоћ ДЕ). Када се анализира њихово мишљење о утицају појединих врста експеримената (УЕ и ДЕ) на знања која су стекли у претходном периоду из интегрисаних природних наука, односно на разумевање тих садржаја, те на њихову заинтересованост да уче помоћу експеримената, закључује се да ученици Е1 групе имају знатно позитивније мишљење од ученика Е2 групе о доприносу примене УЕ. Позитивнији став ученика Е1 групе од ученика Е2 групе према значају УЕ при стицању њихових знања (односно разумевању садржаја) и већи степен њихове заинтересованости да уче помоћу ових експеримената јесте очекиван, јер су ученици Е1 учесталије учили помоћу УЕ у претходним разредима од ученика Е2 групе. Пре третмана ученици обеју група имали су уједначено мишљење о доприносу примене ДЕ при стицању њихових знања о садржајима интегрисаних природних наука, као и о доприносу ове врсте експеримената разумевању проучаваних садржаја и заинтересованости за такав начин учења.

После реализације третмана (учења садржаја помоћу УЕ или ДЕ) дошло је до позитивнијег мишљења ученика о доприносу примене ЛЕМ. Самостално извођење експеримента (УЕ) у мањим групама у знатно већој мери од активног посматрања њиховог извођења (ДЕ) доприноси развоју позитивног мишљења ученика о разумевању учених садржаја, заинтересованости на часовима, као и развијању позитивних социјалних интеракција међу ученицима. На пост-анкети је више

ученика E1 групе него на пре-анкети изразило позитивније мишљење о доприносу примене УЕ разумевању садржаја о кретању и особинама материјала, као и позитивније мишљење о доприносу УЕ њиховој заинтересованости да уче на овај начин. У E2 групи није дошло до повећања броја ученика који сматрају да би ДЕ могли да им помогну да боље разумеју садржаје о кретању и особинама материјала, али је повећан број ученика (у односу на пре-анкету) код којих је ова врста експеримента изазвала заинтересованост да уче на овај начин.

Могуће објашњење за ово може бити то што су ученици E1 групе самостално изводили експерименте, те су пратили ток одвијања природне појаве (процеса), што им је пружило прилику да директно доживе и виде шта се дешава у експерименту. Учење кроз лично искуство утиче на одржавање јасно усмерене пажње ученика на проучавану појаву, а то доприноси дубљем разумевању садржаја и развоју ученичке заинтересованости на часу, што директно води развоју позитивног мишљења ученика о доприносу примене УЕ. Осим тога, иако је кооперативност била заступљена у сваком третману (свакој групи), она је најдуже трајала у E1 групи, што је допринело развоју социјалне интеракције (а то се одразило и на динамику рада свих група). Квалитетна социјална интеракција подстиче ученичку активност, доприноси разумевању ученог и додатно утиче на њихову заинтересованост на часу, што доприноси развоју позитивног мишљења ученика о УЕ. Ученици E2 групе су с друге стране, у позицији посматрача, пратили демонстрирање експеримента, што је њихову активност ограничило и svelo на знатно мањи удео (у односу на ученике E1 групе) у наставном процесу. Поред тога, они су истовремено морали да прате извођење експеримента, слушају истраживача и бележе своја запажања настала као производ активног посматрања, што њихову пажњу није држало јасно усмереном, већ расутом на више истовремених активности. Све ово одразило се и на њихово мишљење о доприносу примене ДЕ стицању њихових знања, које се показало знатно мање позитивним од мишљења ученика E1 групе.

Корелација између когнитивног (квалитет и трајност знања ученика на свим когнитивним нивоима) и афективног домена (мишљење ученика о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања), представља неистражену варијаблу у настави интегрисаних природних наука, те претходна истраживања на ову тему нису пронађена. Имајући наведено у виду, резултати спроведеног истраживања пружају нови допринос науци (методици наставе интегрисаних природних наука) на овом пољу.

Квалитет знања ученика E1 и E2 групе је у позитивној корелацији с њиховим мишљењем о доприносу примене ЛЕМ при стицању тих знања на пост-анкети. Пораст знања ученика E1 и E2 групе на пост-тесту повезан је с порастом њиховог позитивног мишљења о доприносу примене ЛЕМ при стицању тих знања на пост-анкети. Ова корелација између знања ученика на когнитивном нивоу знања,

разумевања, примене, анализе и синтезе те њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ при стицању тих знања по смеру је позитивна, а по јачини – слабијег интензитета (то јест мала). Између когнитивног нивоа евалуације и мишљења ученика о доприносу примене ЛЕМ при стицању тих знања повезаност није уочена. Када се погледају резултати истраживања, које је остварила свака група ученика посебно, може се закључити да између знања ученика Е1 групе на когнитивном нивоу знања, разумевања, примене, анализе и евалуације те њиховог мишљења о доприносу примене УЕ при стицању тих знања – постоји корелација која је по смеру позитивна, а по јачини слаба. Између когнитивног нивоа синтезе и мишљења ученика Е1 групе о доприносу примене УЕ при стицању тих знања, ова повезаност није уочена. С обзиром на то да су ученици ове групе најслабија знања показали управо на нивоу синтезе, добијени подаци су били очекивани, јер је знање на овом нивоу опало, а мишљење ученика на пост-анкети у оквиру сваког питања било је позитивно. Између знања ученика Е2 групе на когнитивном нивоу разумевања, примене и анализе те њиховог мишљења о доприносу примене ДЕ при стицању тих знања, постоји корелација која је по смеру позитивна, а по јачини средњег интензитета. Осим тога, између знања ученика на когнитивном нивоу знања, евалуације и синтезе и њиховог мишљења о доприносу примене ДЕ при стицању тих знања, постоји повезаност која је по смеру позитивна, а по јачини слаба (мала). Имајући у виду то да су резултати ученика Е2 групе са пост-теста приближнији њиховом исказаном мишљењу о доприносу примене ЛЕМ при стицању тих знања на пост-анкети, јача корелација у овој групи (у односу на Е1 групу) је очекивана.

Трајност знања ученика Е1 и Е2 групе у позитивној је корелацији с њиховим мишљењем о доприносу примене ЛЕМ при стицању тих знања на пост-анкети. Пораст знања ученика Е1 и Е2 групе на ре-тесту повезан је порастом њиховог позитивног мишљења о доприносу примене ЛЕМ при стицању тих знања на пост-анкети. Ова корелација између знања ученика Е1 и Е2 групе на когнитивном нивоу знања и разумевања те њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ при стицању тих знања – по смеру је позитивна, а по јачини средњег интензитета. Између знања ученика обеју група на когнитивном нивоу примене и анализе те њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ при стицању тих знања – ова повезаност по смеру је позитивна, а по јачини слаба. Између знања ученика Е1 и Е2 групе на когнитивном нивоу евалуације и синтезе и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ при стицању тих знања, она не постоји. На основу наведених резултата може се констатовати да с порастом когнитивног нивоа корелација (позитивна) између оствареног знања ученика обеју група о одабраним садржајима на ре-тесту и њиховог исказаног мишљења о доприносу примене ЛЕМ при стицању тих знања на пост-анкети – слаби. Када се погледају резултати истраживања, које је остварила свака група ученика посебно, може се закључити да између знања ученика Е1 групе на когнитивном нивоу знања и разумевања те њиховог мишљења

о доприносу примене УЕ при стицању тих знања – постоји корелација, која је по смеру позитивна, а по јачини средња. Корелација између знања ученика ове групе на нивоу примене и њиховог мишљења о доприносу примене УЕ тим знањима по смеру је позитивна, а по јачини слаба (мала). Повезаност између когнитивног нивоа анализе и евалуације и мишљења ученика о доприносу примене УЕ тим знањима није уочена, док је између нивоа синтезе и мишљења ученика Е1 групе о доприносу примене УЕ при стицању тих знања – она негативног смера, а по јачини слаба (мала). Имајући у виду чињеницу да су ученици Е1 групе најслабија знања показали управо на нивоу синтезе на ре-тесту (знатно слабија него на пост-тесту), постојање негативне корелације између ове варијабле и њиховог мишљења о доприносу примене УЕ тим знањима било је очекивано. Између знања ученика Е2 групе на когнитивном нивоу знања, разумевања, примене и анализе те њиховог мишљења о доприносу примене ДЕ стицању тих знања постоји корелација која је по смеру позитивна, а по јачини средњег интензитета. Осим тога, између знања ученика на когнитивном нивоу евалуације и њиховог мишљења о доприносу примене ДЕ стицању тих знања постоји корелација која је по смеру позитивна, а по јачини слаба. Између когнитивног нивоа синтезе и мишљења ученика о доприносу примене ДЕ стицању тих знања ова корелација није уочена. На основу наведених података може се закључити да унутар сваке групе ученика посебно (Е1 и Е2), корелација између њиховог знања о одабраним садржајима и исказаног мишљења о доприносу примене УЕ и ДЕ при стицању тих знања, с порастом когнитивног нивоа – слаби. С обзиром на то да су резултати ученика Е2 групе с ре-теста приближнији њиховом исказаном мишљењу о доприносу примене ЛЕМ при стицању тих знања, јача корелација у овој групи (у односу на Е1 групу) је очекивана.

6.1. Значај спроведеног истраживања

Истраживање спроведено у оквиру ове дисертације доприноси надоградњи досадашњих знања о примени ЛЕМ (УЕ и ДЕ) у реализацији садржаја интегрисаних природних наука, односно развоју методике наставе интегрисаних природних наука.

На основу детаљне анализе доступних истраживања о примени ЛЕМ у настави интегрисаних природних наука закључује се да:

- су веома ретки истраживачки радови о упоредном доприносу примене ЛЕМ, односно УЕ и ДЕ посебно, и у односу на ТМ, на когнитивној варијабли квалитет и трајност знања ученика на свим когнитивним нивоима у интегрисаним природним наукама;

- недостају истраживачки радови о афективној варијабли мишљење ученика о доприносу примене УЕ и ДЕ при стицању њихових знања у интегрисаним природним наукама;
- нису пронађени истраживачки радови о когнитивно-афективној варијабли повезаност између квалитета и трајности знања ученика и њиховог мишљења о доприносу примене УЕ и ДЕ при стицању тих знања у интегрисаним природним наукама.

Значај овог истраживања огледа се у расветљавању истраживачке тематике о упоредном доприносу примене ЛЕМ, односно УЕ и ДЕ посебно, и у односу на ТМ, на варијаблама из когнитивног и афективног домена, као и њиховој узајамној повезаности (когнитивно-афективни домен) у настави интегрисаних природних наука.

У оквиру ове дисертације, за потребе истраживања одабрани су садржаји о кретању и особинама матријала у трећем разреду основне школе. Садржаји о кретању и особинама материјала уче се у сва четири разреда разредне наставе (вертикално су повезани), али се на њих у интегрисаном облику, директно или индиректно, надограђују и остали садржаји интегрисаних природних наука. Због тога је од изузетне важности да ове садржаје ученици правилно разумеју, науче и примене у учењу других садржаја, као и у свакодневном животу. У трећем разреду ови садржаји се знатно усложњавају по структури и обиму (квалитету и квантитету појмова, информацијама и слично), те су с тог аспекта предствљали добру основу за испитивање и утврђивање доприноса примене ЛЕМ, односно УЕ и ДЕ посебно, и у односу на ТМ, на варијаблама из когнитивног и афективног домена, као и њихове узајамне повезаности (когнитивно-афективни домен).

Истраживачки радови о упоредном доприносу примене ЛЕМ, односно УЕ и ДЕ посебно, и у односу на ТМ, у оквиру наведених варијабли из когнитивног (квалитет и трајност знања ученика на свим когнитивним нивоима) и афективног домена (мишљење ученика о доприносу примене ЛЕМ при стицању тих знања), као и њиховој узајамној повезаности, когнитивно-афективни домен (повезаност између квалитета и трајности знања ученика и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ при стицању тих знања), на садржајима о кретању и особинама материјала у трећем разреду – нису претходно реализовани. Ово истраживање пружа допринос отварању, испитивању и проширивању ове истраживачке тематике.

Поред наведеног, значај овог истраживања огледа се и у расветљавању постојећих научних знања о доприносу примене ЛЕМ у настави интегрисаних природних наука, продубљивању, као и испитивању (по први пут) упоредног доприноса примене УЕ и ДЕ у односу на ТМ у оквиру следећих домена образовања:

- когнитивног – истражити и утврдити допринос примене ЛЕМ, односно УЕ и ДЕ посебно и у односу на ТМ, квалитету и трајности знања ученика трећег разреда о кретању и особинама материјала на свим когнитивним нивоима;
- афективног – истражити и утврдити мишљење ученика о доприносу примене ЛЕМ (УЕ и ДЕ) стицању њихових знања о кретању и особинама материјала, као и то да ли ученици трећег разреда, који су учили уз примену УЕ, имају позитивније мишљење о доприносу примене ЛЕМ при стицању њихових знања о кретању и особинама материјала од ученика који су учили уз примену ДЕ;
- когнитивно-афективног домена – истражити и утврдити корелацију између квалитета и трајности знања ученика о кретању и особинама материјала и њиховог мишљења о доприносу примене ЛЕМ (УЕ и ДЕ) стицању тих знања.

6.2. Ограничења спроведеног истраживања

Једно од ограничења овог истраживања представља временско ограничење примене ЛЕМ, то јест УЕ и ДЕ, при обради садржаја о кретању и особинама материјала у трећем разреду основне школе. Ученици су активно месец дана учили уз редовну примену УЕ и ДЕ. Могуће је да би они постигли квалитетнија и трајнија знања на свим когнитивним нивоима да су дуже учили одабране садржаје уз примену ЛЕМ. Поред наведеног, могуће је и да би ученици у том случају показали и знатно позитивније мишљење о доприносу примене УЕ и ДЕ на пост-анкети (у оквиру већег броја питања) у односу на пре-анкету, од исказаног. Ови подаци допринели би и јачој корелацији између постигнутог знања и исказаног мишљења ученика о доприносу примене ЛЕМ при стицању тих знања. Друго ограничење овог истраживања представља тестирање две варијабле – једне из когнитивног и једне из афективног домена. С обзиром на то да у оквиру интегрисаних природних наука генерално недостају истраживања која се баве испитивањем ове проблематике, пожељно би било да се испита више варијабли у оквиру когнитивног и афективног домена. У том случају могла би се извршити и вишеструка корелациона анализа, то јест могла би се установити повезаност између сваке од испитиваних варијабли, што би у многоструком доприносу расветљавању ове тематике. Треће ограничење овог истраживања јесте то што нису могле у потпуности да се праве компаративне анализе добијених резултата овог истраживања с другим истраживањима исте, или сличне, проблематике. Имајући у виду то да нису пронађени истраживачки радови у којима је извршена компаративна анализа доприноса УЕ и ДЕ, у односу на ТМ, квалитету и трајности знања ученика о кретању и особинама материјала у трећем разреду основне школе

на свим когнитивним нивоима, као ни радови о утврђивању мишљења ученика о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања, нити радови који утврђују врсту корелације између постигнутог знања и исказаног мишљења ученика о доприносу примене ЛЕМ тим знањима – ово истраживање остало је ускраћено за квалитетну компаративну анализу с резултатима сличних истраживања. За четврто ограничење истраживања може се навести и величина узорка. Наиме, одабран је мањи подскуп из предвиђене популације. Већи узорак сигурно би допринео и већој релевантности добијених података, али, с друге стране, овако је омогућена примена одређених статистичких поступака који су олакшали анализу резултата.

6.3. Импликације за будућа истраживања сличне тематике

Имајући у виду чињенице истакнуте у оквиру значаја и ограничења спроведеног истраживања, предлажу се следеће импликације:

- утврдити да ли дужа примене ЛЕМ, то јест УЕ и ДЕ (дужина реализације третмана), при обради одабраних садржаја, али и других садржаја интегрисаних природних наука, утиче на квалитет и трајност ученичких знања, њихово мишљења о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања, као и корелацији између оствареног знања и исказаног мишљења ученика о доприносу примене ЛЕМ стицању тих знања;
- повећати број истраживања о доприносу примене ЛЕМ, то јест УЕ и ДЕ, на већем броју варијабли из когнитивног и афективног домена, те извршити вишеструку корелацију између испитиваних варијабли како би се добила комплетнија слика у истраживању ове проблематике;
- проширити број истраживања о доприносу примене ЛЕМ, то јест УЕ и ДЕ, у односу на ТМ (али и друге наставне методе) квалитету и трајности знања ученика о одабраним садржајима, као и различитим садржајима интегрисаних природних наука на свим когнитивним нивоима, ученичком мишљењу о доприносу примене ЛЕМ тим знањима, као и корелацији између оствареног знања и исказаног мишљења;
- спровести слично истраживање овом на већем узорку ученика трећег разреда, као и осталих старосних група у оквиру наставе интегрисаних природних наука.

7. ЛИТЕРАТУРА

1. Анђелић, В., Ерић, В., и Вићентијевић, М. (2010). *Природа и друштво – Радна свеска за трећи разред основне школе*. Крагујевац: Издавачка кућа “АТОС”.
2. Бирк, Ј. (2011). Шта је тако лоше у предавањима? *Образовна технологија*, 3-4, 78-81.
3. Благданић, С., Јовић, С., Ковачевић, З., и Петровић, А. (2016а). *Природа и друштво 3 – Уџбеник за трећи разред основне школе*. Београд: БИГЗ школство.
4. Благданић, С., Јовић, С., Ковачевић, З., и Петровић, А. (2016б). *Природа и друштво 3 – Радна свеска за трећи разред основне школе*. Београд: БИГЗ школство.
5. Благданић, С., Ковачевић, З., и Јовић, С. (2016а). *Свет око нас 2 – Уџбеник за други разред основне школе*. Београд: БИГЗ школство.
6. Благданић, С., Ковачевић, З., и Јовић, С. (2016б). *Свет око нас 2 – Радна свеска за други разред основне школе*. Београд: БИГЗ школство.
7. Гласер, В. (2005). *Квалитетна школа*. Загреб: Едука.
8. Голубовић Илић, И. (2011). Ставови и мишљења ученика о примени лабораторијско-експерименталне методе у настави природе и друштва. *Педагогија*, 4, 674-685.
9. Грандић, Р. (2008). *Прилози теорији школе*. Нови Сад: Савез педагошких друштава Војводине.
10. Грандић, Р. (2014). *Прилози теорији васпитања 1*. Нови Сад: Мала велика књига д.о.о.
11. Де Зан, И. (2005). *Методика наставе природе и друштва*. Загреб: Школска књига.
12. Ђукић, М. (1995). *Дидактички чиниоци индивидуализоване наставе*. Нови Сад: Филозофски факултет.
13. Ђукић, М. (2003). *Дидактичке иновације као изазов и избор*. Нови Сад: Савез педагошких друштава Војводине.
14. Животић, Б. (2016). *Маша и Раша - Свет око нас 2 – Радна свеска за други разред основне школе*. Београд: Издавачка кућа „Klett“ д.о.о.
15. Зорић, Т., и Јовановић, М. (2004). Ставови наставника о реформским променама школе, *Педагошка стварност*, 1–2, 136–151.
16. Ивић, И., Пешикан, А., и Антић, С. (2001). *Активно учење*. Београд: Институт за психологију.
17. Маринковић, С., и Марковић, С. (2006). *Природа и друштво за трећи разред основне школе*. Београд: Креативни центар.
18. Маринковић, С., и Марковић, С. (2011). *Природа и друштво – Радна свеска за трећи разред основне школе*. Београд: Креативни центар.

19. Матановић, В., Влаховић, Б., Јоксимовић, С., и Ђурђевић, М. (2015). *Природа и друштво 3б – Радна свеска за 3. разред основне школе*. Београд: Едука д.о.о.
20. Мунитлак, М., Шикл-Ерски, А., и Холонд, А. (2016). *Природа и друштво 3 – Радна свеска за трећи разред основне школе*. Београд: Нови Логос.
21. Поткоњак, Н. (2007). *XX век: ни „век детета“ ни век педагогије: има наде...* Нови Сад: Савез педагошких друштава Војводине.
22. Радивојевић, Д. (2011). *Облици индивидуализације наставе природе и друштва*. Преузето са: <http://www.pfb.unssa.rs.ba/Casopis/Broj%208/DraganaRadivojevic.pdf>.
23. Ралић Жежељ, Р. (2015). *Маша и Раша – Приручник за учитеље уз уџбенички комплет Природа и друштво за трећи разред основне школе*. Београд: Издавачка кућа „Klett“ д.о.о.
24. Ралић Жежељ, Р. (2016). *Маша и Раша - Природа и друштво – Радна свеска за трећи разред основне школе*. Београд: Издавачка кућа „Klett“ д.о.о.
25. Сенђански, Т. (2001а). *Мали кућни огледи 1*. Београд: Креативни центар.
26. Сенђански, Т. (2001б). *Мали кућни огледи 2*. Београд: Креативни центар.
27. Сенђански, Т. (2007). *Мали кућни огледи 3*. Београд: Креативни центар.
28. Сенђански, Т. (2015). *Мали кућни огледи 4*. Београд: Креативни центар.
29. Спасојевић, П. (2011). *Однос савремене и традиционалне наставе*. Преузето са http://paspasojevic.blogspot.com/2011/03/blog-post_23.html.
30. Стокановић, Љ., и Лукић, Г. (2016). *Свет око нас 2 – Радна свеска за други разред основне школе*. Београд: Нови Логос.
31. Тадијин, А. (2006). *Свет око нас - Радна свеска из Света око нас за други разред*. Нови Сад: ДОО “Школска књига”.
32. Цвјетићанин, С. (2009). *Методика наставе познавања природе 1*. Сомбор: Педагошки факултет у Сомбору.
33. Цвјетићанин, С. (2010). *Методика наставе познавања природе 2*. Сомбор: Педагошки факултет у Сомбору.
34. Цвјетићанин, С. (2017а). Допринос лабораторијско-експерименталне методе квалитету знања ученика разредне наставе о природи. *Педагогија*, 2, 205-219
35. Цвјетићанин, С. (2017б). *Методика наставе природних наука*. Сомбор: Педагошки факултет у Сомбору.
36. Цвјетићанин, С., и Сегединац, М. (2007). Примена експеримената у сазнајном процесу наставе познавања природе. *Иновације у настави*, 20(3), 132-141.
37. Цвјетићанин, С., Сегединац, М., и Николић, Г. (2012). Ефикасност учења о животињама путем откривања у разредној настави. *Настава и васпитање*, 2, 365-383.
38. Цвјетићанин, С., Сегединац, М., и Халаши, Т. (2010). Значај примене методе експеримента у разредној настави. *Настава и васпитање*, 2, 173–189.
39. Шарпак, Ж. (2003). *Рука у тесту (науке у основној школи)*. Београд: Друштво физичара Србије

40. Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does Practical Work Really Work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945–1969. doi: 10.1080/09500690701749305.
41. Abrahams, I. (2009). Does Practical Work Really Motivate? A study of the affective value of practical work in secondary school science. *International Journal of Science Education*, 31(17), 2335–2353. doi: 10.1080/09500690802342836.
42. Akani, O. (2015). Laboratory Teaching: Implication on Students' Achievement In Chemistry In Secondary Schools In Ebonyi State of Nigeria. *Journal of Education and Practice*, 6(30), 206-213.
43. Akindehin, F. (1988). Effect of an instructional package on preservice science teachers' understanding of the nature of science and the acquisition of science-related attitudes. *Science Education*, 72, 73-82.
44. Aldridge, B. (1989). Essential changes in secondary science: Scope, sequence, and coordination. *NSTA Reports*, 4-5. Washington, DC: National Science Teachers Association.
45. Alfieri, L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J., & Tenenbaum, H. R. (2011). Does discovery-based instruction enhance learning? *Journal of Educational Psychology*, 103(1), 1–18. doi: 10.1037/a0021017.
46. Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., Raths, J., & Wittrock, M. C. (2000). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives (complete edition)*. Boston: Allyn & Bacon, MA (Pearson Education Group).
47. Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., & Bloom, B. S. (2001). *A taxonomy for learning teaching and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman Publishing.
48. Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., Raths, J., & Wittrock, M. C. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives (abridged edition)*. Boston: Allyn & Bacon, MA (Pearson Education Group).
49. Arena, P. (1996). The role of relevance in the acquisition of science process skills. *Australian Science Teachers Journal*, 42(4), 34-38.
50. Atasoy, B., Genc, E., Kadayifci, H., & Akkus, H. (2007). The effect of cooperative learning to grade 7 students' understanding of physical and chemical changes topic. *Hacettepe University Journal of Education*, 32, 12–21.
51. Ateş, Ö., & Eryilmaz, A. (2011). Effectiveness of hands-on and minds-on activities on students' achievement and attitudes towards physics. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 12(1), 1-22.
52. Atkin, N. (2016a). Outstanding Lessons – A quick guide to Explicit Instruction – Better Learners Series. Ппейзето ca

- <https://www.neilatkin.com/2016/08/26/outstanding-lessons-quick-guide-explicit-instruction-better-learners-series/>
53. Atkin, N. (2016). Outstanding Lessons – A quick guide to Implicit Instruction – Better Learners Series. <https://www.neilatkin.com/2016/08/28/outstanding-lessons-quick-guide-implicit-instruction-betterlearnersseries/>.
 54. Badeleh, A. (2011). The effect of laboratory training model of teaching and traditional method on knowledge, comprehension, application, skills-components of achievement, total achievement and retention level in chemistry. *Journal on School Educational Technology*, 7(1), 19-29.
 55. Baykar, B., Kanli, U., & Kandil Ingeç, Ş. (2007). To compare the effects of computer based learning and the laboratory based learning on students' achievement regarding electric circuits. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 6(1), 15-24.
 56. Benson, A. A., & Nkiruka, C. (2013). Improving Students' Learning Outcomes In Practical Physics, Which Is Better? Computer Simulated Experiment or Hands-On Experiment? *IOSR Journal of Research & Method in Education*, 2(6), 18-26.
 57. Bell, R. (2001). Implicit instruction in technology integration and the nature of science: There is no such thing as a free lunch. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education [Online serial]*, 1(4). <https://www.citejournal.org/volume-1/issue-4-01/science/article2-htm-19>.
 58. Bennett, J., Hogarth, S., Lubben, D., Campbell, B., & Robinson, A. (2010). Talking science: the research evidence on the use of small-group discussions in science teaching. *International Journal of Science Education*, 32(1), 69–95. doi: 10.1080/09500690802713507.
 59. Benjafield, J. G. (1996). *The developmental point of view: A history of psychology*. Needham Heights, MA: Simon & Schuster.
 60. Ben-Zvi, R., Hofstein, A., Samuel, D., & Kempa, R. F. (1976). The attitude of high school students to the use of filmed experiments in laboratory instruction. *Journal of Chemical Education*, 53(9), 575-577.
 61. Berk, L. (2002). *Child Development*. (5th Ed). Boston: Allyn and Bacon.
 62. Bilgin, I. (2006). The effects of hands-on activities incorporating a cooperative learning approach on eight grade students' science process skills and attitudes toward science. *Journal of Baltic Science Education*, 9(1), 27-37.
 63. Bilgin, I. (2009). The effects of guided inquiry instruction incorporating a cooperative learning approach on university students' achievement of acid and bases concepts and attitude toward guided inquiry instruction. *Scientific Research and Essays*, 4(10), 1038-1046.
 64. Bilgin, I., & Geban, Ö. (2004). Investigating the effects of cooperative learning strategy and gender on pre-service elementary teacher students' attitude toward science and achievement of science teaching class I. *Hacettepe University Journal of Education*, 26, 9-18.

65. Bjork, R. A. (2013). Desirable difficulties perspective on learning. In H. Pashler (Ed.), *Encyclopedia of the mind* (pp. 243–245). Thousand Oaks: Sage Publication.
66. Blayney, P., Kalyuga, S., & Sweller, J. (2010). Interactions between the isolated–interactive elements effect and levels of learner expertise: Experimental evidence from an accountancy class. *Instructional Science*, 38(3), 277–287. doi: 10.1007/s11251-009-9105-x.
67. Bloom, B. S., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives; The Classification of Educational Goals by a Committee of College and University Examiners. Handbook I: Cognitive Domain*. New York, NY; Longmans, Green.
68. Blosser, P. (1983). The role of the laboratory in science teaching. *School Science and Mathematics*, 83(2), 165–169.
69. Bristow, B. R. (2000). *The effects of hands-on instruction on 6th grade students' understanding of electricity and magnetism*. Texas: Woman's University.
70. Brooks, J. G., & Brooks, M. G. (1993). *In search of understanding: The case for constructivist classrooms*. Alexandria, Va: Association for Supervision and Curriculum Development.
71. Brophy, J. E. (1979). Teacher behavior and its effects. *Journal of Educational Psychology*, 71(6), 733-750. doi: 10.1037/0022-0663.71.6.733.
72. Brophy, J. E. & Evertson, C. M. (1976). *Learning from teaching: A developmental perspective*. Boston: Allyn & Bacon.
73. Bryce, T. G. K. & Robertson, I. J. (1985). What can they do? A review of practical assessment in school science. *Studies in Science Education*, 12(1), 1-24. doi: 10.1080/03057268508559921.
74. Burton, L. H. (1998). An Explicit or Implicit Curriculum: Which Is Better for Young Children? Ipeyzero ca <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED434754.pdf>.
75. Cakici, Y., & Yavuz, G. (2010). The effect of constructivist science teaching on 4th grade students' understanding of matter. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11(2), 1-19.
76. Cardak, O., Onder, K., & Dikmenli, M. (2007). Effect of the usage of laboratory method in primary school education for the achievement of the students' learning. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 8(2), 1-11.
77. Case, R. (1991). The anatomy of curricular integration. *Canadian Journal of Education*, 16(2), 215-224.
78. Chase, C., & Klahr, D. (2017). Invention Versus Direct Instruction: For Some Content, It's a Tie. *Journal of Science Education and Technology*, 26(6), 582-596. doi: 10.1007/s10956-017-9700-6.
79. Chen, Z., & Klahr, D. (1999). All other things being equal: Acquisition and transfer of the control of variables strategy. *Child Development*, 70(5), 1098–1120. doi: 10.1111/1467-8624.00081.
80. Chi, M. T., Bassok, M., Lewis, M. W., Reimann, P., & Glaser, R. (1989). Self-Explanations: How Students Study and Use Examples in Learning to Solve

- Problems. *Cognitive Science*, 13(2), 145–182. doi: 10.1016/0364-0213(89)90002-5.
81. Clark, L. A., & Watson, D. (1995). Constructing validity: Basic issues in objective scale development. *Psychological Assessment*, 7(3), 309–319. doi: 10.1037/1040-3590.7.3.309.
 82. Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.)*. New York: Lawrence Erlbaum Associates.
 83. Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2008). *The Methodology of Educational Research*. Metaichmio: Athens.
 84. Cohen, M. T. (2008). The Effect of Direct Instruction versus Discovery Learning on the Understanding of Science Lessons by Second Grade Students. Преузети са https://opencommons.uconn.edu/nera_2008/30.
 85. Cooper, G., Tindall-Ford, S., Chandler, P., & Sweller, J. (2001). Learning by imagining. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 7(1), 68–82. doi: 10.1037//1076-898x.7.1.68.
 86. Coulter, J. C. (1966). The effectiveness of inductive laboratory demonstration and deductive laboratory in biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 4(3), 185-186.
 87. Crow, L. W., & Aldridge, B. G. (1995). *A project on scope, sequence and coordination of secondary school science*. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 392 631).
 88. Clements, D., & Joswick, C. (2018). Broadening the horizons of research on discovery- based learning. *Instructional Science*, 46(1), 155–167. doi: 10.1007/s11251-018-9449-1.
 89. Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*, 24(1), 87–185. doi: 10.1017/S0140525X01003922.
 90. Cvjetičanin, S. (2013). Contribution of Student and Demonstration Experiments to the Quality of Students` Knowledge about Matter in the Initial Chemical Education. *New Educational Review*, 3, 123-134.
 91. Cvjetičanin, S., & Maričić, M. (2017). The contribution of demonstration and student-led experiments on the students` knowledge quality in the third grade of primary school. *Journal of Baltic Science Education* 16(5), 634-650.
 92. Cvjetičanin, S., Obadović, D., & Rančić, I. (2015). The Efficiency of Student and Demonstration Experiments in the Initial Physico-Chemical Education in Primary School. *Croatian Journal of Education*, 17(3), 11-39.
 93. Dhanapal, S., & Wan Zi Shan, E. (2014). A study on the effectiveness of hands-on experiments in learning science among year 4 students. *International Online Journal of Primary Education*, 3(1), 29-40.
 94. Dean, D., & Kuhn, D. (2007). Direct instruction vs. discovery: The long view. *Science Education*, 91(3), 384–397. doi: 10.1002/sc.20194.

95. de Jong, T. (2010). Cognitive load theory, educational research, and instructional design: Some food for thought. *Instructional Science*, 38(2), 105-134. doi: 10.1007/s11251-009-9110-0.
96. de Jong, T., & Lazonder, A. W. (2014). The guided discovery learning principle in multimedia learning. In R. E. Mayer, J. J. G. Van Merriënböer, W. Schnotz & J. Elen (Eds.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 215). Cambridge: Cambridge University Press.
97. de Koning, B. B., Tabbers, H. K., Rikers, R. M. J. P., & Paas, F. (2011). Improved effectiveness of cueing by self-explanations when learning from a complex animation. *Applied Cognitive Psychology*, 25, 183–194. doi: 10.1002/acp.1661.
98. Demircioğlu, G., & Yadigaroğlu, M. (2011). The Effect Of Laboratory Method On High School Students' Understanding Of The Reaction Rate. In A. G. Balim, H. Aydın, E. Akpınar & G. Ünal Çoban (Eds.), *Western Anatolia Journal of Educational Science (WAJES)* (pp. 509-516). Izmir, Turkey: Dokuz Eylül University Institute.
99. Dhanapal, S., & Wan Zi Shan, E. (2014). A study on the effectiveness of hands-on experiments in learning science among year 4 students. *International Online Journal of Primary Education*, 3(1), 29-40.
100. Dolonec-Orbanić, N., Skribe-Dimec, D., & Cencič, M. (2016). The effectiveness of a constructivist teaching model on students' understanding of photosynthesis. *Journal of Baltic Science Education*, 15(5), 575-587.
101. Engelmann, S., & Colvin, G. (2006). *Rubric for identifying authentic Direct Instruction programs*. Eugene, OR: Engelmann Foundation.
102. Engelmann, S., Becker, W. C., Carnine, D., & Gersten, R. (1988). The Direct Instruction Follow Through model: Design and outcomes. *Education and Treatment of Children*, 11, 303–317.
103. Engelmann, S., & Carnine, D. (1991). *Theory of instruction: Principles and applications*. Eugene, OR: ADI Press.
104. Ergül, R., Şimşekli, Y., Çalış, S., Özdölek, Z., Göçmençeşlebi, Ş., & Şanlı, M. (2011). The effects of inquiry-based science teaching on elementary school students' science process skills and science attitudes. *Bulgarian journal of science and education Policy*, 5(1), 48-68.
105. Esprivalo-Harrell, P. (2010). Teaching an Integrated Science Curriculum: Linking Teacher Knowledge and Teaching Assignments. *Issues in Teacher Education*, 1(19), 145-165.
106. Eysink, T., & de Jong, T. (2012). Does Instructional Approach Matter? How Elaboration Plays a Crucial Role in Multimedia Learning. *Journal of the Learning Sciences*, 21(4), 583–625. doi: 10.1080/10508406.2011.611776.
107. Fosnot, C. T., & Perry, R. S. (2005). Constructivism: A Psychological Theory of Learning. In C. T. Fosnot (Ed.), *Constructivism: Theory, Perspectives and Practice* (pp. 8-33). New York, NY: Teacher College Press.

108. Freedman, M. P. (1997). Relationships among laboratory instruction, attitude toward science, and achievement in science knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(4), 343-357.
109. Gee, B., & Clackson, S. G. (1992). The origin of practical work in the English school science curriculum. *School Science Review*, 73(265), 79-83.
110. Gendjova, A. (2007). Enhancing students' interest in chemistry by home experiments. *Journal of Baltic Science Education*, 6(3), 5-15.
111. Gerjets, P., Scheiter, K., & Catrambone, R. (2006). Can learning from molar and modular worked examples be enhanced by providing instructional explanations and prompting self-explanations? *Learning and Instruction*, 16, 104–121. doi: 10.1016/j.learninstruc.2006.02.007.
112. Gerjets, P., Scheiter, K., & Cierniak, G. (2009). The Scientific Value of Cognitive Load Theory: A Research Agenda Based on the Structuralist View of Theories. *Educational Psychology Review*, 21(1):43-54. doi: 10.1007/s10648-008-9096-1.
113. Glaser, R. (1966). Variables in discovery learning. In L. S. Shulman & E. R. Keislar (Eds.), *Learning by discovery: A critical appraisal* (pp. 13-26), Chicago: Rand McNally.
114. Glynn, S., Britton, B., & Yeany, R. (2012). *Psychology of learning science*. Oxon: Routledge.
115. Glasson, G. E. (1989). The effects of hands-on teacher demonstration laboratory methods on science achievement in relation to reasoning ability and prior knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(2), 121-131.
116. Gott, R., & Duggan, S. (1996). Practical work: its role in the understanding of evidence in science. *International Journal of Science Education*, 18(7), 791-806.
117. Good, R., Wandersee, J., & St. Julien, J. (1993). Cautionary Notes on the Appeal of the New "Isim" (Constructivism) in Science Education. In K. Tobin (ed.). *The Practice of Constructivism in Science Education* (pp. 71-90), New York: Routledge.
118. Hacieminoglu, E. (2016). Elementary School Students' Attitude toward Science and Related Variables. *International Journal of Environmental & Science Education*, 11(2), 35-52. doi: 10.12973/ijese.2016.288a.
119. Hake, R. R. (2004). Direct instruction suffers a setback in California - Or does it? Paper presented at the 129th National AAPT Meeting, Sacramento, CA.
120. Hall, W. C. (1978). Integrated science. *Prospects*, 8(1), 58-65.
121. Hanham, J., Leahy, W., & Sweller, J. (2017). Cognitive Load Theory, Element Interactivity, and the Testing and Reverse Testing Effects. *Cognitive Psychology*, 31(3), 265-280. doi: 10.1002/acp.3324.
122. Harrow, A. (1972). *A Taxonomy of Psychomotor Domain: A Guide for Developing Behavioral Objectives*. New York: David McKay Company.
123. Hashim, A., El Sheik Ababkr, T., & Sid Ahmad Eljack, N. (2015). Effects of Inquiry Based Science Teaching on Junior Secondary School Students' Academic Achievements: A Case Study in Hadejia Zonal Education Area of Jigawa state, Nigeria. *SUST Journal of Humanities*, 16(1), 156-169.

124. Hawkins, I., & Phelps, A. J. (2013). Virtual laboratory vs. traditional laboratory: which is more effective for teaching electrochemistry? *Chemistry Education Research and Practice*, 14(4), 516-523.
125. Hawthorne, B. S., Vella-Brodrick, D. A., & Hattie, J. (2019). Well-Being as a Cognitive Load Reducing Agent: A Review of the Literature. *Frontiers in Education*, 4, 1-11. doi:10.3389/feduc.2019.00121
126. Hırça, N. (2013). The Influence of Hands on Physics Experiments on Scientific Process Skills According to Prospective Teachers' Experiences. *European Journal of Physics Education*, 4(1), 1-9.
127. Hmelo-Silver, C. E., Golan Duncan, R., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning: A Response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99-107. doi: 10.1080/00461520701263368.
128. Hodson, D. (1993). Re-thinking old ways: Towards a more critical approach to practical work in school science. *Studies in Science Education*, 22(1), 85–142.
129. Hodson, D. (1996). Laboratory work as scientific method: three decades of confusion and distortion. *Curriculum Studies*, 28(2), 115-135.
130. Hofstein, A., & Lunetta, V. (1982). The Role of the Laboratory in Science Teaching: Neglected Aspects of Research. *Review of Educational Research*, 52(2), 201-217.
131. Hofstein, A., & Lunetta, V. (2003). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty First Century. *Science Education*, 88(1), 28–54. doi: 10.1002/sce.10106.
132. Hofstein, A., & Mamlok-Naaman, R. (2007). The laboratory in science education: the state of the art. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 105–107.
133. Holstermann, N., Grube, D., & Bögeholz, S. (2010). Hands-on Activities and Their Influence on Students' Interest. *Research in Science Education*, 40(5), 743-757.
134. Honebein, J. (1996). Seven Goals for the Design of Constructivist Learning. *Презентација на конференцији "Савремена педагошка истраживања"*.
<https://pdfs.semanticscholar.org/ed93/39452692b7ea41d184f007bfabc485474b7a.pdf>.
135. Hsu, C. J., & Tsai, C. C. (2013). Examining the effects of combining self-explanation principles with an educational game on learning science concepts. *Interactive Learning Environments*, 21(2), 104–115. doi: 10.1080/10494820.2012.705850.
136. Hugerat, M., Najami, N., Abbasi, M., & Dkeidek, I. (2014). The cognitive acceleration curriculum as a tool for overcoming difficulties in the implementation on inquiry skills in science education among primary school students. *Journal of Baltic Science Education*, 13(4), 523-532.
137. Huntley, M. A. (1998). Design and implementation of a framework for defining integrated mathematics and science education. *School Science and Mathematics*, 98(6), 320-327. doi: 10.1111/j.1949-8594.1998.tb17427.x.

138. Hurd, P. D. (1969). *New directions in teaching secondary school science*. Chicago: Rand McNally.
139. Hurd, P. D. (1983). Science education: The search for new vision. *Educational Leadership*, 41(4), 251– 259.
140. Irinoye, J., Bamidele, E. F., Adetunji, A. A., & Awodele, B. A. (2015). Relative Effectiveness of Guided Inquiry and Demonstration Methods on Students Performance in Practical Chemistry in Secondary Schools in Osun State, Nigeria. *Advances in Social Sciences Research Journal*, 2(2), 21-30.
141. Jaworski B. (1995). *Constructivism in Education*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
142. Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1987). *Learning Together and Alone* (2nd Ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
143. Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Holubec, E. J. (1993). *Cooperation in the Classroom*. Edina, MN: Interaction Book Company.
144. Kalyuga, S. (2009). *Managing cognitive load in adaptive multimedia learning*. New York: Information Science Reference.
145. Kalyuga, S. (2007). Expertise reversal effect and its implications for learner-tailored instruction. *Educational Psychology Review*, 19(4), 509–539. doi: 10.1007/s10648-007-9054-3.
146. Kalyuga, S. (2011). Cognitive Load Theory: How Many Types of Load Does It Really Need? *Educational Psychology Review*, 23(1), 1-19. doi: 10.1007/s10648-010-9150-7.
147. Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P., & Sweller, J. (2003). The expertise reversal effect. *Educational Psychologist*, 38(1), 23–31. doi: 10.1207/S15326985EP3801_4.
148. Kalyuga, S., Chandler, P., Tuovinen, J., & Sweller, J. (2001). When problem solving is superior to studying worked examples. *Journal of Educational Psychology*, 93(3), 579–588. doi: 10.1037/0022-0663.93.3.579.
149. Kapur, M. (2010). A further study of productive failure in mathematical problem solving: Unpacking the design components. *Instructional Science*, 39(4), 561–579. doi: 10.1007/s11251-010-9144-3.
150. Kapur, M. (2014). Comparing Learning From Productive Failure and Vicarious Failure. *Journal of the Learning Sciences*, 23(4), 651–677. doi: 10.1080/10508406.2013.819000.
151. Kapur, M., & Bielaczyc, K. (2012). Designing for productive failure. *The Journal of the Learning Sciences*, 21(1), 45–83. doi: 10.1080/10508406.2011.591717.
152. Khan, M., & Iqbal, M. Z. (2011). Effect of Inquiry Lab Teaching Method on the Development of Scientific Skills Through the Teaching of Biology in Pakistan. *Language in India*, 11(1), 169-178.
153. Khan, M., Muhammad, H., Ahmed, M., & Saeed, S. (2012). Impact of activity-based teaching on students' academic achievements in physics at secondary level. *Academic Research International*, 3(1),146-156.

154. Kibirige, I., Maake, R., & Mavhunga, F. (2014). Effect of Practical Work on Grade 10 Learners' Performance in Science in Mankweng Circuit, South Africa. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 5(23), 1568-1577.
155. Kibrige, I., Osodo, J., & Mgiba, A. N. (2014). Exploring Grade 7 Science Teachers' Perceptions Regarding Practical Work in Limpopo, South Africa. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 5(4), 399-405.
156. Kipnis, M., & Hofstein, A. (2008). The Inquiry Laboratory as a Source for Development of Metacognitive Skills. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6(3), 601–627. doi:10.1007/s10763-007-9066-y.
157. 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.
158. Kittell, J. E. (1957). An experimental study of the effect of external direction during learning on transfer and retention of principles. *Journal of Educational Psychology*, 48(7), 391–405. doi: 10.1037/h0046792.
159. Klahr, D., & Li, J. (2005). Cognitive Research and Elementary Science Instruction: From the Laboratory, to the Classroom, and Back. *Journal of Science Education and Technology*, 14(2), 217–238. doi: 10.1007/s10956005-4423-5.
160. Klahr, D., & Nigam, M. (2004). The equivalence of learning paths in early science instruction: Effects of direct instruction and discovery learning. *Psychological Science*, 15(10), 661–667. doi: 10.1111/j.09567976.2004.00737.x.
161. Klippert, H. (2001). *Kako uspješno učiti u timu*. Zagreb: Educa.
162. Koray, O., & Serdar Köksal, M. (2009). The effect of creative and critical thinking based laboratory applications on creative and logical thinking abilities of prospective teachers. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 10(1), 1-13.
163. Koyunlu-Ünlü, Z., & Dökme, İ. (2011). The effect of combining analogy-based simulation and laboratory activities on Turkish elementary school students' understanding of simple electric circuits. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10(4), 320-329.
164. Krathwohl, D. R., Bloom, B. S., & Masia, B. B. (1964). *Taxonomy of Educational Objectives, the Classification of Educational Goals. Handbook II: Affective Domain*. New York: David McKay Company, Inc.
165. Кукић, М., & Аћимовић, М. (2016). *Природа и друштво 3 - Радна свеска за трећи разред основне школе*. Чачак: Издавачка куће „Пчелица“.
166. Kvam, P. H. (2000). The Effect of Active Learning Methods on Student Retention in Engineering Statistics. *The American Statistician*, 54(2), 136-140.
167. Lazarowitz, R. & Huppert, J. (1993). Science Process Skills of 10th-Grade Biology Students in a Computer-Assisted Learning Setting. *Journal of Research on Computing in Education*, 25(3), 366-382. doi: <https://doi.org/10.1080/08886504.1993.10782057>.

168. Lazarowitz, R., & Tamir, P. (1994). Research on using laboratory instruction in science. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 94–130). New York: Macmillan.
169. Lazonder, A. W., & Egberink, A. (2013). Children's acquisition and use of the control-of-variables strategy: effects of explicit and implicit instructional guidance. *Instructional Science*, *42*(2), 291-304. doi: 10.1007/s11251-013-9284-3
170. Lazonder, A. W., & Kamp, E. (2012). Bit by bit or all at once? Splitting up the inquiry task to promote children's scientific reasoning. *Learning and Instruction*, *22*, 458–464. doi: 10.1016/j.learninstruc.2012.05.005.
171. Lazonder, A. W., & Rouet, J. F. (2008). Information problem solving instruction: Some cognitive and metacognitive issues. *Computers in Human Behavior*, *24*(3), 753–765. doi: 10.1016/j.chb.2007.01.025.
172. Leung, W. L. A. (2006). Teaching integrated curriculum: Teachers' challenges. *Pacific Asian Education*, *18*(1), 88-102.
173. Likourezos, V., & Kalyuga, S. (2016). Instruction-first and problem-solving-first approaches: alternative pathways to learning complex tasks. *Instructional Science*, *45*(2), 195-219. doi: 10.1007/s11251-016-9399-4.
174. Liu, H. (2006). Effects of Combined Hands-on Laboratory and Computer Modeling on Student Learning of Gas Laws: A Quasi-Experimental Study. *Journal of Science Education and Technology*, *15*(1), 89-100.
175. Livermore, A. H. (1964). The process approach of the AAAS Commission on Science Education. *Journal of Research in Science Teaching*, *4*(2), 271-282. doi: 10.1002/tea.3660020403.
176. Logar, A., & Savec Ferik, V. (2011). Students' hands-on experimental work vs lecture demonstration in teaching elementary school chemistry. *Acta Chimica Slovenica*, *58*(4), 866–875.
177. Loibl, K., & Rummel, N. (2013). The impact of guidance during problem-solving prior to instruction on students' inventions and learning outcomes. *Instructional Science*, *42*(3), 305-326. doi: 10.1007/s11251-013-9282-5.
178. Loibl, K., & Rummel, N. (2014). Knowing what you don't know makes failure productive. *Learning and Instruction*, *34*, 74–85. doi: 10.1016/j.learninstruc.2014.08.004.
179. Lorch, R. F., Lorch, E. P., Calderhead, W. J., Dunlap, E. E., Hodell, E. C., & Freer, B. D. (2010). Learning the control of variables strategy in higher and lower achieving classrooms: Contributions of explicit instruction and experimentation. *Journal of Educational Psychology*, *102*(1), 90–101. doi: 10.1037/a0017972.
180. Lunetta, V. N., Hofstein, A., & Clough, M. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory, and practice. In N. Lederman, & S. Abel (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 393-441). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

181. Magliaro, S. G., Lockee, B. B., & Burton, J. K. (2005). Direct instruction revisited: A key model for instructional technology. *Journal of Educational Research Technology and Development*, 53(4), 41-55. doi: 10.1007/BF02504684.
182. Mancy, R., & Reid, N. (2004). Aspects of Cognitive Style and Programming. In E. Dunican & T. R. G. Green (Eds), *16th Workshop of the Psychology of Programming Interest Group* (pp. 1-9). Ireland: Carlow.
183. Maričić, M., Cvjetičanin, S., & Anđić, B. (2019). Teacher-demonstration and student hands-on experiments in teaching integrated sciences. *Journal of Baltic Science Education*. 5(18), 768-779. doi: 10.33225/jbse/19.18.768.
184. Maričić, M., Cvjetičanin, S., & Obadović, D. (2018). Jednostavni eksperimenti u nastavi fizike u osnovnoj školi. In I. Bogdanović (Ed.), *Zbornik radova sa Međunarodne konferencije o nastavi fizike i srodnih nauka, Nastava fizike broj 7*, Oktobar, 05-07. 2018, Subotica (pp. 153-158), Beograd: Društvo fizičara Srbije.
185. Matlen, B. J., & Klahr, D. (2013). Sequential effects of high and low instructional guidance on children's acquisition of experimentation skills: Is it all in the timing? *Instructional Science*, 41(3), 621-634. doi: 10.1007/s11251-012-9248-z.
186. Matthews, M. R. (1998a). In defense of modest goals when teaching about the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(2), 161-174. doi: 10.1002/(SICI)1098-2736(199802)35:2<161::AID-TEA6>3.0.CO;2-Q.
187. Matthews, M. R. (1998b). Introductory Comments on Philosophy and Constructivism in Science Education. In Matthews, M. R. (Ed.). *Constructivism in Science Education: A Philosophical Examination* (pp. 1-10), Dordrecht: Springer Science+Business Media.
188. Matthews, M. R. (2002). Constructivism and Science Education: A Further Appraisal. *Journal of Science Education and Technology*, 11(2), 121-134. doi: 10.1023/A:1014661312550.
189. Matthews, P. G., & Rittle-Johnson, B. (2009). In pursuit of knowledge: Comparing self-explanations, concepts, and procedures as pedagogical tools. *Journal of experimental child psychology*, 104(1), 1-21. doi: 10.1016/j.jecp.2008.08.004.
190. Maxwell, O. D., Lambeth, T. D., & Cox, T. J. (2015). Effects of using inquiry-based learning on science achievement for fifth-grade students. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 16(1), 131.
191. Mayer, R. E. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. *American Psychologist*, 59(1), 14–19. doi: 10.1037/0003-066X.59.1.14.
192. Mayer, R. E. (2009). Constructivism as a theory of learning versus constructivism as a prescription for instruction. In S. Tobias & T. M. Duffy (Eds.), *Constructivist instruction: Success or failure* (pp. 184–200). New York: Routledge.
193. Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning. *Educational Psychologist*, 38(1):43-52. doi: 10.1207/S15326985EP3801_6.

194. Myers, E. B., & Dyer, E. D. (2006). Effects Of Investigative Laboratory Instruction On Content Knowledge And Science Process Skill Achievement Across Learning Styles. *Journal of Agricultural Education*, 47(4), 52-63.
195. McKee-Vickie, K., Williamson, M., & Ruebush, E. (2007). Effects of Demonstration Laboratory on Student Learning. *Journal of Science Education and Technology*, 16(5), 395-400. doi: 10.1007/s10956-007-9064-4.
196. Moreno, R., & Park, B. (2010). Cognitive load theory: Historical development and relation to other theories. In J. L. Plass, R. Moreno, R. Brünken (Eds.), *Cognitive Load Theory*, 9–28. Cambridge: Cambridge University Press.
197. Morey, M. K. (1990). Status of science education in Illinois elementary schools. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(4), 387-398.
198. Mullins, D., Rummel, N., & Spada, H. (2011). Are two heads always better than one? Differential effects of collaboration on students' computer-supported learning in mathematics. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 6(3), 421–443. doi:10.1007/s11412-011-9122-z.
199. Musasia, M, A., Ocholla, A, A., & Sakwa, T. W. (2016). Physics Practical Work and Its Influence on Students' Academic Achievement. *Journal of Education and Practice*, 7(28), 129-134.
200. Mwhaki Waiganjo, M., Ngesa F., & Cheplogoi, S. (2014). Effects of Co-Operative Learning Approach on Secondary School Students' Academic Achievement in Agriculture in Nakuru Sub-County, Kenya. *International Journal of Humanities Social Sciences and Education*, 1(7), 191-197.
201. National Institute for Direct Instruction. (2007). What is direct instruction? Ppreyzero ca <http://www.nifdi.org/>.
202. Nuffield Physics (1967). *Teachers Guide I*. London: Longman, Penguin.
203. Nola, R. (1997). Constructivism in Science and Science Education: A Philosophical Critique. *Science & Education*, 6(1), 55-83. doi: 10.1023/A:1008670030605.
204. Obadović, D., Rančić, I., Cvjetičanin, S., & Segedinac, M. (2013). The Impact of Implementation of Simple Experiments on the Pupils' Positive Attitude in Learning Science Contents in Primary School. *The New Educational Review*, 34(4), 138-150.
205. Odubunmi, O., & Balogun, T. A. (1991). The effect of laboratory and lecture teaching methods on cognitive achivement in integrated science. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(3), 213-224. doi: 10.1002/tea.3660280303.
206. Ogundiwin, O. A., Asaaju, O. A., Adegoke, A. I., & Ojo, A. T. (2015). Effect of Group Investigative Laboratory Strategies on Students' Achievement in Biology. *Pyrex Journal of Research in Environmental Studies*, 2(4), 35-41.
207. Ojediran, I. A., Oludipe, D. I., & Ehindero, O. J. (2014). Impact of Laboratory-Based Instructional Intervention on the Learning Outcomes of Low Performing Senior Secondary Students in Physics. *Creative Education*, 5, (4), 197-206. doi: 10.4236/ce.2014.54029.

208. Okam, C. C., & Idris Zakari, I. (2017). Impact of Laboratory-Based Teaching Strategy on Students' Attitudes and Mastery of Chemistry in Katsina Metropolis", Katsina State, Nigeria. *International journal of innovative research & development*, 6(1), 112-121.
209. Ornstein, A. (2006). The Frequency of Hands-On Experimentation and Student Attitudes Toward Science: A Statistically Significant Relation (2005-51-Ornstein). *Journal of Science Education and Technology*, 15(3):285-297. doi: 10.1007/s10956-006-9015-5.
210. Owen Wilson, L. (n.d.). Three Domains of Learning – Cognitive, Affective, Psychomotor. Презентација на <https://thesecondprinciple.com/instructional-design/threedomainsoflearning/>.
211. Özay, E., Ocak, İ., & Ocak, G. (2009). Sequential Teaching Methods In Biology And Their Effects In Academic Achievement. *Kuramsal Eğitim Bilim*, 2(2), 32-43.
212. Özdemir, H., Bağ, H., & Bilen, K. (2011). Effect of laboratory activities designed based on prediction-observation-explanation (poe) strategy on pre-service science teachers' understanding of acid-base subject. In A. G. Balim, H. Aydin, E. Akpınar & G. Ünal Çoban (Eds.), *Western Anatolia Journal of Educational Science (WAJES)* (pp. 169-174). Izmir, Turkey: Dokuz Eylül University Institute.
213. Özmen, H., Demircioğlu, G., Burhan, Y., Naseriazar, A., & Demircioğlu, H. (2012). Using laboratory activities enhanced with concept cartoons to support progression in students' understanding of acidbase concepts. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 13(1), 1-29.
214. Paas, F., & Renkl, A. (2004). Cognitive Load Theory: Instructional Implications of the Interaction between Information Structures and Cognitive Architecture. *Instructional Science* 32(1):1-8. doi: 10.1023/B:TRUC.0000021806.17516.d0.
215. Paas, F., Tuovinen, J. E., Tabbers, H., & Van Gerven, P. W. M. (2003). Cognitive load measurement as a means to advance cognitive load theory. *Educational Psychologist*, 38(1), 63–71. doi: 10.1207/S15326985EP3801_8.
216. Pass, J. L., Moreno, R., & Brünken, R. (2010). Introduction. In J.L. Pass, R. Moreno & R. Brünken (Eds.), *Cognitive Load Theory*, 1–6. Cambridge: Cambridge University Press.
217. Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2003). Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. *Educational Psychologist*, 38(1), 1–4. doi: 10.1207/S15326985EP3801_1.
218. Padilla, J. M., Okey, R. J., & Garrard, K. (1984). The effects of instruction on integrated science process skill achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 21(3), 277-287. doi: 10.1002/tea.3660210305.
219. Pallant, J. (2009). *SPSS priručnik za preživljavanje: Potpuni uvod kroz analizu podataka pomoću SPSS-a za Windows (verzija 15) - Prevod 3. izdanja*. Beograd: Mikro knjiga.
220. Phillips, D. C. (1995). The Good, the Bad and the Ugly: The Many Faces of Constructivism. *Educational Researcher*, 24(7), 5-12. doi: 10.2307/1177059.

221. Piaget, J. (1971). The theory of stages in cognitive development. In D. R. Green, M. P. Ford, & G. B. Flamer (Eds.), *Measurement and Piaget*. McGraw-Hill.
222. Piaget, J. (1977). *Psychology and Epistemology: Towards a Theory of Knowledge*. New York: Penguin Books.
223. Pirečnik, D. (2010). *Vrednotenje različnih oblik eksperimentalnega dela pri pridobivanju kemijskega znanja*. (Graduation Thesis), University of Ljubljana, Faculty of Education Ljubljana.
224. Pollock, E., Chandler, P., & Sweller, J. (2002). Assimilating complex information. *Learning and Instruction*, 12(1), 61–86. doi: 10.1016/S0959-4752(01)00016-0.
225. Potter, J. (1995). *Science in Seconds for Kids: Over 100 Experiments You Can Do in Ten Minutes or Less*. San Francisco, CA: Jossey Bass Publishers.
226. Prokop, P., & Fančovičová, J. (2016). The effect of hands-on activities on children's knowledge and disgust for animals. *Journal of Biological Education*, 51(3), 305-314.
227. Randler, C., Hummel, E. & Prokop, P. (2012). Practical Work at School Reduces Disgust and Fear of Unpopular Animals. *Society & Animals*, 20(1), 61–74.
228. Randler, C., & Hulde, M. (2007). Hands-on versus teacher-centered experiments in soil ecology. *Research in Science & Technological Education*, 25(3), 329-338.
229. Raper, G. & Stringer, J. (1987). *Encouraging Primary Science: An Introduction to the Development of Science in Primary Schools*. London: Cassell.
230. Rather, A. R. (2010). *Psychology Of Learning And Development*. Devon: Discovery Publishing House.
231. Reid, D. J., Zhang, J. & Chen, Q. (2003). Supporting scientific discovery learning in a simulation environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19(1), 9-20. doi: 10.1046/j.0266-4909.2003.00002.x.
232. Renkl, A. (1997). Learning from worked-out examples: A study on individual differences. *Cognitive Science*, 21(1), 1–29. doi: 10.1016/S0364-0213(99)80017-2.
233. Rittle-Johnson, B. (2006). Promoting Transfer: Effects of Self- Explanation and Direct Instruction. *Child Development*, 77(1), 1-15. doi: 10.1111/j.1467-8624.2006.00852.x.
234. Robbins, S., Schwartz, B., & Wasserman, E. (2001). *Psychology of learning and behavior*. New York: W.W. Norton & Company.
235. Roll, I., Alevin, V., & Koedinger, K. R. (2009). Helping students know ‘further’—Increasing the flexibility of students’ knowledge using symbolic invention tasks. In N. A. Taatgen & H. van Rijn (Eds.), *Proceedings of the 31st annual conference of the Cognitive Science Society* (pp. 1169–1174). Austin, TX: Cognitive Science Society.
236. Ryder, R. J., Burton, J. L., & Silberg, A. (2006). Longitudinal study of direct instruction effects from first through third grades. *Journal of Educational Research*, 99, 179-191.

237. Sabri, K. S., & Emuas, A. H. (1999). The Relationship between School Laboratory Experiments and Academic Achievement of Palestinian Students in Introductory University Science Courses. *Research in Post-Compulsory Education*, 4(1), 87-96.
238. Sadi, Ö., & Cakiroglu, J. (2011). The effects of hands-on activity enriched instruction on students' achievement and attitudes towards science. *Journal of Baltic Science Education*, 10(2), 87-97.
239. Salameh El Rabadi, E. G. (2013). The Effect of Laboratory Experiments on the Upper Basic Stage Students Achievement in physics. *Journal of Education and Practice*, 4(8), 62-71.
240. Sao Pedro, M. A., Gobert, J. D., Heffernan, N. T., & Beck, J. E. (2009). Comparing pedagogical approaches for teaching the control of variables strategy. In N. A. Van Taatgen & H. Van Rijn (Eds.), Proceedings of the 31st annual meeting of the cognitive science society (pp. 1294–1299). Austin, TX: Cognitive Science Society.
241. Schmidt, R. A., & Bjork, R. A. (1992). New Conceptualizations of Practice: Common Principles in Three Paradigms Suggest New Concepts for Training. *Psychological Science*, 3(4):207-217. doi: 10.1111/j.1467-9280.1992.tb00029.x.
242. Schmutz, P., Heinz, S., Métrailler, Y., & Opwis, K. (2009). Cognitive Load in eCommerce Applications-Measurement and Effects on User Satisfaction. *Advances in Human-Computer Interaction*, 2009(1), 1-9. doi: 10.1155/2009/121494.
243. Schwab, J. J. (1962) The teaching of science as inquiry. In J. J. Schwab & P. F. Brandwein (Eds.), *The Teaching of Science*, Cambridge MA: Harvard University Press.
244. Schworm, S., & Renkl, A. (2006). Computer-supported example-based learning: When instructional explanations reduce self-explanations. *Computers & Education*, 46(4), 426–445. doi: 10.1016/j.compedu.2004.08.011.
245. Schwartz, D. L., Chase, C. C., Oppezzo, M. A., & Chin, D. B. (2011). Practicing versus inventing with contrasting cases: The effects of telling first on learning and transfer. *Journal of Educational Psychology*, 103(4), 759–775. doi: 10.1037/a0025140.
246. Schwartz, D. L., Lindgren, R., & Lewis, S. (2009). Constructivist in an age of non-constructivist assessments. In S. Tobias & T. M. Duffy (Eds.), *Constructivist instruction: Success or failure?* (pp. 34–61). New York: Routledge.
247. Şen, Ş., Yilmaz, A., & Geban, Ö. (2016). The effect of Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL) on 11th Graders' conceptual understanding of electrochemistry. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 17(2), 1-32.
248. Sert Çibik, A., Diken, H. E., & Darçin, E. S. (2008). The effect of group works and demonstrative experiments based on conceptual change approach: Photosynthesis and respiration. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 9(2), 1-22.

249. Sever, D., & Güven, M. (2014). Effect of Inquiry-based Learning Approach on Student Resistance in a Science and Technology Course. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 14(4), 1601-1605. doi: 10.12738/estp.2014.4.1919.
250. Shapley, K. S., & Luttrell, H. D. (1993). Effectiveness of a teacher training model on the implementation of hands-on science. *Association for the Education of Teachers in Science International Conference*, January, Charleston, SC.
251. Shulman, L. D., & Tamir, P. (1973). Research on teaching the natural sciences. In R. M. W. Travers (Ed.), *Second handbook of research on teaching* (pp. 1098–1140). Chicago: Rand McNally.
252. Şimşek, P., & Kabapinar, F. (2010). The effects of inquiry-based learning on elementary students' conceptual understanding of matter, scientific process skills and science attitudes. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 1190-1194.
253. Singh, S., & Yaduvanshi, S. (2015). Constructivism in Science Classroom: Why and How. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 5(3), 1-5.
254. Sola, A. O., & Ojo, O. E. (2007). Effects of project, inquiry and lecture-demonstration teaching methods on senior secondary students' achievement in separation of mixtures practical test. *Educational Research and Review*, 2(6), 124-132.
255. Stavreva-Veselinovska, S., Koleva-Gudeva, L., & Djokic, M. (2011). The effect of teaching methods on cognitive achievement in biology studying. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 2521–2527. doi: 10.1016/j.sbspro.2011.04.138.
256. Stein, M., McNair, S., & Butcher, J. (2001). Drawing on student understanding. *Science and Children*, 38(4), 18-22.
257. Stockard, J., Wood, W. D., Coughlin, C., & Rasplica-Khoury, C. (2018). The Effectiveness of Direct Instruction Curricula: A Meta-Analysis of a Half Century of Research. *Review of Educational Research*, 88(4), 479-507. doi: 10.3102/0034654317751919.
258. Stohr-Hunt, P. M. (1996). An analysis of frequency of hands-on experience and science achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(1), 101–109. doi: 0.1002/(SICI)1098-2736(199601)33:1<101::AID-TEA6>3.0.CO;2-Z
259. Strand-Cary, M., & Klahr, D. (2008). Developing elementary science skills: Instructional effectiveness and path independence. *Cognitive Development*, 23(4), 488–511. doi: 10.1016/j.cogdev.2008.09.005.
260. Sukariasih, L. (2017). Development of Integrated Natural Science Teaching Materials Webbed Type with Applying Discourse Analysis on Students Grade VIII in Physics Class. *Journal of Physics: Conference Series*, 1(840), 1-8. doi: 10.1088/1742-6596/846/1/012028.
261. Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285. doi: 10.1207/s15516709cog1202_4.

262. Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*, 4(4), 295–312. doi: 10.1016/0959-4752(94)90003-5.
263. Sweller, J. (1999). *Instructional design in technical areas*. Camberwell: ACER Press.
264. Sweller, J. (2004). Instructional design consequences of an analogy between evolution by natural selection and human cognitive architecture. *Instructional Science*, 32(1-2), 9–31. doi: 10.1023/B:TRUC.0000021808.72598.4d.
265. Sweller, J. (2006). The worked example effect and human cognition. *Learning and Instruction* 16(2), 165-169. doi: 10.1016/j.learninstruc.2006.02.005.
266. Sweller, J. (2008). Instructional implications of David Geary's evolutionary educational psychology. *Educational Psychologist*, 43(4), 214–216. doi: 10.1080/00461520802392208.
267. Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous and germane cognitive load. *Educational Psychology Review*, 22(2), 123–138. doi: 10.1007/s10648-010-9128-5.
268. Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011a). *Cognitive load theory*. New York: Springer.
269. Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011b). *The Expertise Reversal Effect*. *Cognitive Load Theory*, 155–170. doi:10.1007/978-1-4419-8126-4_12.
270. Sweller, J., & Chandler, P. (1994). Why some material is difficult to learn. *Cognition and Instruction*, 12(3), 185–233.
271. Sweller, J., Jeroen, J. G., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. G. W. C. (2019). Cognitive Architecture and Instructional Design: 20 Years Later. *Educational Psychology Review*, 31(2), 261-292. doi: 10.1007/s10648-019-09465-5.
272. Sweller, J., Mawer, R. F., & Ward, M. R. (1983). Development of expertise in mathematical problem solving. *Journal of Experimental Psychology: General*, 112(4), 639–661. doi: 10.1037/0096-3445.112.4.639.
273. Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. G. W. C. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251–296. doi: 10.1023/A:1022193728205.
274. Tang, X., Coffey, E. J., Levin, M. D., & Hammer, D. (2009). The Scientific Method and Scientific Inquiry: Tensions in Teaching and Learning. *Science Education*, 94(1), 29-47. doi: 10.1002/sce.20366.
275. Tatli, Z., & Ayas, A. (2013). Effect of a Virtual Chemistry Laboratory on Students' Achievement. *Educational Technology & Society*, 16(1), 159/170.
276. Tael, Z., & Erol, M. (2008). Effects of Cooperative Learning on Instructing Magnetism: Analysis of an Experimental Teaching Sequence. *Latin-American Journal of Physics Education*, 2(2), 124-136.
277. Thompson, J., & Soyibo, K. (2002). Effects of lecture, teacher demonstration, discussions and practical work on 10th graders' attitudes to chemistry and understanding of electrolysis. *Research in Science & Technology Education*, 20, 25-37. doi: 10.1080/02635140220130902.

278. Treffinger, D. J. (1980). *Encouraging creative learning for the gifted and talented*. Storrs, CA: Ventura County Schools/LTI.
279. Treffinger, D. J., Selby, E. C., & Isaksen, S. G. (2008). Understanding individual problem-solving style: A key to learning and applying creative problem solving. *Learning and Individual Differences*, 18(4), 390–401. doi: 10.1016/j.lindif.2007.11.007.
280. Treffinger, D., Young, G., Shelby, E., & Shepardson, C. (2002). *Assessing creativity: A guide for educators*. Storrs, CT: The National Research Center on the Gifted and Talented.
281. Trninic, D. (2018). Instruction, repetition, discovery: Restoring the historical educational role of practice. *Instructional Science*, 46(1), 133-153. doi: 10.1007/s11251-017-9443-z.
282. Trnová, E. (2015). Hands-on experiments and creativity. In M. F. P. C. M. Costa, & J. B. V. Dorrió (Eds.). *Hands-on Science. Brightening our Future. Braga, Portugal: The Hands-on Science Network, 2015* (pp. 103-109), Madeira, Portugal.
283. Trnova, E., & Trna, J. (2014). Implementation of Creativity in Science Teacher Training. *International Journal on New Trends in Education and their Implications*, 5, 54-63.
284. Turpin, T. J. (2000). A study of the effects of an integrated, activity-based science curriculum on student achievement, science process skills, and science attitudes. Dissertation Abstracts International. Ipeyzero ca <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2000PhDT.....147T/abstract>.
285. Turpin, T., & Cage, B. N. (2004). The Effects of an Integrated, Activity-Based Science Curriculum on Student Achievement, Science Process Skills, and Science Attitudes. *Electronic Journal of Literacy through Science*, 3, 1-17.
286. Tüysüz, C. (2010). The Effect of the Virtual Laboratory on Students' Achievement and Attitude in Chemistry. *International Online Journal of Educational Sciences*, 2(1), 37-53.
287. Udo, M. E. (2010). Effect of Guided-Discovery, Student-Centred Demonstration and the Expository Instructional Strategies on Students' Performance in Chemistry. *African Research Review*, 4(4), 389-398.
288. Unal, S. (2008). Changing students' misconceptions of floating and sinking using hands-on activities. *Journal of Baltic Science Education*, 7(3), 134-146.
289. Uside, O. N., Barchok, K. H., & Abura, O. G. (2013). Effect of discovery method on secondary school student's achievement in physics in Kenya. *Asian Journal of Social Sciences & Humanities*, 2(3), 351-358.
290. Utibeabasi, S., & Mboto, F. A. (2010). The Effects of Integrating Laboratory Work with Theory on Academic Achievement in Secondary School Physics. *African Research Review*, 4(4), 412-419.
291. Uzezi, J. G., & Zainab, S. (2017). Effectiveness of Guided-Inquiry Laboratory Experiments on Senior Secondary Schools Students Academic Achievement in Volumetric Analysis. *American Journal of Educational Research*, 5(7), 717-724.

292. van Joolingen, W. R., de Jong, T., Lazonder, A. W., Savelsbergh, E. R., & Manlove, S. (2005). Co-Lab: Research and development of an online learning environment for collaborative scientific discovery learning. *Computers in Human Behavior*, 21(4), 671–688. doi: 10.1016/j.chb.2004.10.039.
293. van Merriënboer, J. J. G., & Krammer, H. P. (1987). Instructional strategies and tactics for the design of introductory computer programming courses in high school. *Instructional Science*, 16(3), 251–285. doi: /10.1007/BF00120253.
294. van Merriënboer, J. J. G., & Sweller, J. (2005). Cognitive Load Theory and Complex Learning: Recent Developments and Future Directions. *Educational Psychology Review*, 17(2), 147-177. doi: 10.1007/s10648-005-3951-0.
295. Varelas, M., Pieper, L., Arsenault, A., Pappas, C., & Keblawe-Shamah, N. (2014). How Science Texts and Hands-On Explorations Facilitate Meaning Making: Learning From Latina/o Third Graders. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(10).1246-1274.
296. Verenikina, I. (2008). Scaffolding and learning: its role in nurturing new learners. In P Kell, W Vialle, D Konza & G Vogl (Eds.), *Learning and the learner: exploring learning for new times* (pp. 161-180). Wollongong: Faculty of Education, University of Wollongong, NSW.
297. Vars, G. F. (1991). Integrated curriculum in historical perspective. *Educational Leadership*, 49(2), 14-15.
298. von Glasersfeld, E. (1989). Cognition, Construction of Knowledge, and Teaching. *Synthese* 80(1), 121-140. doi: 10.1007/BF00869951.
299. Wachanga, S., & Gowland Mwaangi, J. (2004). Effects of the Cooperative Class Experiment Teaching Method on Secondary School Students' Chemistry Achievement in Kenya's Nakuru District. *International Education Journal*, 5(1), 26-36.
300. Walker, C., & Schmidt, E. (2004). *Smart tests: Teacher-made tests that help students learn*. Ontario: Pembroke Publishers.
301. Walters, Y. B., & Soyibo, K. (2001). An analysis of high school students' performance on five integrated science process skills. *Research in Science & Technological Education*, 19(2), 133-145. doi: 10.1080/02635140120087687.
302. Westermann, K., & Rummel, N. (2012). Delaying instruction: Evidence from a study in a university relearning setting. *Instructional Science*, 40(4), 673–689. doi:10.1007/s11251-012-9207-8.
303. Wheatley, G. H. (1991). Constructivist perspectives on science and mathematics learning. *Science Education*, 75(1), 9-21. doi: 10.1002/sce.3730750103.
304. Windschitl, M. (2002). Framing Constructivism in Practice as the Negotiation of Dilemmas: An Analysis of the Conceptual, Pedagogical, Cultural, and Political Challenges Facing Teachers. *Review of Educational Research*, 72(2), 131-175. doi: 10.3102/00346543072002131.
305. Wolf, P., & Brandt, R. (1998). What do we know from brain research? *Educational Leadership*, 5(3), 8-13.

306. Yadav, B., & Mishra, S. K. (2013). A Study of the Impact of Laboratory Approach on Achievement and Process Skills in Science among Is Standard Students. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 3(1), 1-6.
307. Yager, R. E., Engen, J. B., & Snider, C. F. (1969). Effects of the laboratory and demonstration method upon the outcomes of instruction in secondary biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 6(1), 76-86.
308. Yockey, J. A. (2001). A Key to Science Learning. *Science & Children*, 38(7), 36-41.
309. Yolaş Kolçak, D., Moğol, S., & Ünsal, Y. (2014). A Comparison of the Effects of Laboratory Method and Computer Simulations to Avoid Misconceptions in Physics Education. *Education and Science*, 39(175), 154-171.
310. Zacharia, Z., & Calabrese Barton, A. (2004). Urban middle-school students' attitudes toward a defined science. *Science Education*, 88(2), 197-222. doi: 10.1002/sce.10110.
311. Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*, 27(2), 172–223. doi: 10.1016/j.dr.2006.12.001.

8. БИОГРАФИЈА



Мирјана Маричић рођена је 16.03.1991. године у Книну, Република Хрватска. Основно образовање стекла је у основној школи *Ђорђе Јовановић* у Селевцу и основној школи *Петар Кочић* у Темерину. 2006. године уписала је средњу уметничку школу *Школа за дизајн Богдан Шупут* у Новом Саду, смер ликовни техничар. Школовање је наставила на Педагошком факултету у Сомбору, који уписује 2010. године на студијском програму *учитељ*. Након завршених основних академских студија, 2014. године стекла је академско звање *дипломирани учитељ*. Мастер студије је уписала исте године на матичном факултету у оквиру студијског програма методике наставе интегрисаних природних наука. 2015. године стекла је академско звање *мастер учитељ*. Након завршених мастер студија, исте године, на истом факултету, уписује докторске студије на студијском програму *Докторске студије методике разредне наставе*, смер *Докторске студије методике разредне наставе природе*. Јуна 2018. године изабрана је у звање истраживач-приправник на матичном факултету. Исте године ангажована је и на пројекту *Квалитет образовног система Србије у европској перспективи*, број 179010, Министарства просвете, науке и технолошког развоја, као један од 1000 изабраних младих научних истраживача Републике Србије. Аутор је и коаутор четири научна рада у водећим часописима међународног значаја на SSCI листи и пет радова у часописима и зборницима националног значаја. Учествовала је на четири *Међународне научне конференције*.

Ближе тематско подручје за научни рад и даље усавршавање: *Методика наставе интегрисаних природних наука*

9. ПРИЛОЗИ

Изјава о ауторству

Потписани/на: Мирјана Маричић

Број уписа: _____

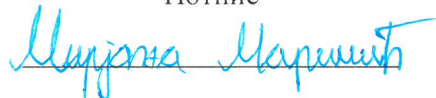
Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

Допринос примене лабораторијско-експерименталне методе квалитету знања ученика
разредне наставе о природним појавама и процесима

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација ни у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис



У Сомбору, 30.12.2019 године

**Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског
рада и дозвола за објављивање личних података**

Име и презиме: Мирјана Маричић

Број уписа: _____

Студијски програм: Докторске студије методике разредне наставе

Наслов рада: Допринос примене лабораторијско-експерименталне методе квалитету знања ученика разредне наставе о природним појавама и процесима

Ментор: проф. Др Станко Цвјетићанин

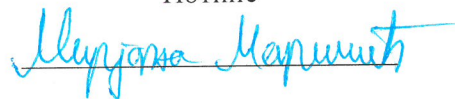
Потписани

Изјављујем да је штампана верзија докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао за објављивање на порталу Дигитална библиотека дисертација Универзитета у Новом Саду.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама Дигиталне библиотеке дисертација, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Новом Саду.

Потпис



У Сомбору, 30.12.2019 године

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Централну библиотеку Универзитета у Новом Саду да у Дигиталну библиотеку дисертација Универзитета у Новом Саду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Допринос примене лабораторијско-експерименталне методе квалитету знања ученика разредне наставе о природним појавама и процесима

Дисертацију са свим прилозима предао сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталну библиотеку дисертација Универзитета у Новом Саду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио.

1. Ауторство

2. Ауторство – некомерцијално

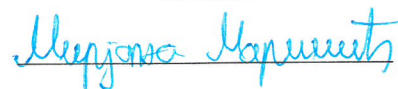
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима

5. Ауторство – без прераде

6. Ауторство – делити под истим условима

Потпис



У Сомбору, 30.12.2019 године

План третмана података

Назив пројекта/истраживања
Допринос примене лабораторијско-експерименталне методе квалитету знања ученика разредне наставе о природним појавама и процесима
Назив институције/институција у оквиру којих се спроводи истраживање
а) Педагошки факултет у Сомбору, Универзитет у Новом Саду б) в)
Назив програма у оквиру ког се реализује истраживање
/
1. Опис података
<p><i>1.1 Врста студије</i></p> <p><i>Укратко описати тип студије у оквиру које се подаци прикупљају</i></p> <p>Студијски програм: Докторске студије методике разредне наставе; усмерење: Докторске студије методике разредне наставе природе</p> <p><i>1.2 Врсте података</i></p> <p>а) квантитативни</p> <p>б) квалитативни</p> <p><i>1.3. Начин прикупљања података</i></p> <p>а) анкете, упитници, тестови</p> <p>б) клиничке процене, медицински записи, електронски здравствени записи</p> <p>в) генотипови: навести врсту _____</p> <p>г) административни подаци: навести врсту _____</p> <p>д) узорци ткива: навести врсту _____</p> <p>ђ) снимци, фотографије: навести врсту _____</p> <p>е) текст, навести врсту _____</p> <p>ж) мапа, навести врсту _____</p>

з) остало: описати _____

1.3 Формат података, употребљене скале, количина података

Формат података: табеларан (димензије табела: за тестове 141 x 18, за анкете 94 x 20).
Употребљене скале су интервалне. Количина унетих података је 4418.

1.3.1 Употребљени софтвер и формат датотеке:

a) Excel фајл, датотека: Excel 2010, ознака типа датотеке: xlsx

b) SPSS фајл, датотека: IBM Statistics Version 23

c) PDF фајл, датотека _____

d) Текст фајл, датотека _____

e) JPG фајл, датотека _____

f) Остало, датотека _____

1.3.2. Број записа (код квантитативних података)

a) број варијабли:

три (две зависне – квалитет и трајност знања ученика, мишљење ученика и једна независна – примена лабораторијско-експерименталне методе - ЛЕМ (демонстрационих - ДЕ и ученичких експеримената - УЕ) и традиционалне методе - ТМ

б) број мерења (испитаника, процена, снимака и сл.)

141 испитаник

1.3.3. Поновљена мерења

a) да

б) не

Уколико је одговор да, одговорити на следећа питања:

a) временски размак између поновљених мера је: месец ипо дана

б) варијабле које се више пута мере односе се на: проверу квалитета и трајности знања ученика и утврђивање мишљења ученика о доприносу примене ЛЕМ стицању њихових знања

в) нове верзије фајлова који садрже поновљена мерења су именоване као _____

Напомене: _____

Да ли формати и софтвер омогућавају дељење и дугорочну валидност података?

a) Да

б) Не

Ако је одговор не, образложити _____

2. Прикупљање података

2.1 Методологија за прикупљање/генерисање података

2.1.1. У оквиру ког истраживачког нацрта су подаци прикупљени?

- а) експеримент, навести тип: експеримент са паралелним групама
- б) корелационо истраживање, навести тип _____
- ц) анализа текста, навести тип _____
- д) остало, навести шта _____

2.1.2 Навести врсте мерних инструмената или стандарде података специфичних за одређену научну дисциплину (ако постоје).

Мерни инструменти: тестови провере знања: нестандардизовани пре-тест, пост-тест и ре-тест, анкетни упитници: нестандардизована пре-анкета и пост-анкета

2.2 Квалитет података и стандарди

2.2.1. Третман недостајућих података

- а) Да ли матрица садржи недостајуће податке?

Да

Не

Ако је одговор да, одговорити на следећа питања:

- а) Колики је број недостајућих података? 9 ученика није било на тестирању и 6 ученика на пост-анкети

- б) Да ли се кориснику матрице препоручује замена недостајућих података?

Да

Не

- в) Ако је одговор да, навести сугестије за третман замене недостајућих података

2.2.2. На који начин је контролисан квалитет података? Описати

Пре самог уноса података у матрицу водило се рачуна о томе да су за сваког учесника у истраживању (141 испитаник) сви примењени инструменти – тестови провере знања и анкете, правилно нумерисани, како би се тачно знало, који ученик је попунио који тест (пре-тест, пост-тест и ре-тест) и коју анкету (пре-анкету и пост-анкету). Сваки ученик је имао свој редни број, под којим су се налазили сви његови прикупљени подаци. Формирањем ових редних бројева

отпочет је унос података у матрицу програма SPSS верзија 23. Након уноса варијабле редни број, формирана је варијабла група ученика. Првих 47 испитаника означено је као прва група (два одељења К, односно контролна група), других 47 испитаника означено је као друга група (два одељења Е1, односно прва експериментална група) и последњих 47 испитаника означено је као трећа група (два одељења Е2, односно друга експериментална група). Затим је формирана варијабла постигнућа ученика на сва три теста (пре-тесту, пост-тесту и ре-тесту) на сваком когнитивном нивоу посебно. За сваки тест унети су подаци, односно вредности остварене на том тесту на сваком когнитивном нивоу посебно за сваког ученика, пратећи његов редни број претходно обележен у углу сваког теста. Подаци су шифровани на следећи начин: тачна оба задатка на одређеном когнитивном нивоу означена су бројем 2, тачан један задатак на одређеном когнитивном нивоу означен је бројем 1, нетачна оба задатка на одређеном когнитивном нивоу означена су 0. Након тога, израчунате су просечне вредности на сваком тесту за сваког ученика, формиране као варијабле: генерално знање на пре-тесту, генерално знање на пост-тесту и генерално знање на ре-тесту. Након тога по истом принципу унешени су подаци за варијаблу мишљење ученика на пре-анкети и пост-анкети за сваког ученика посебно, пратећи његов редни број, претходно написан у углу сваке анкете.

2.2.3. На који начин је извршена контрола уноса података у матрицу?

Контрола уноса података у матрицу, извршена је прегледом слагања унетих података у матрицу са подацима испитаника написаних на папиру (односно тестовима и анкетама). Ову контролу извршио је истраживач – реализатор наведеног истраживања, као и још једно лице.

3. Третман података и пратећа документација

3.1. Третман и чување података

3.1.1. Подаци ће бити депоновани у openuns.ac.rs репозиторијум.

3.1.2. URL адреса _____

3.1.3. DOI _____

3.1.4. Да ли ће подаци бити у отвореном приступу?

- а) Да
- б) Да, али после ембарга који ће трајати до _____
- в) **Не**

Ако је одговор не, навести разлог

Подаци добијени у оквиру овог истраживања, још нису употпуности објављени у виду научних радова.

3.1.5. Подаци неће бити депоновани у репозиторијум, али ће бити чувани.

Образложење

3.2 Метаподаци и документација података

3.2.1. Који стандард за метаподатке ће бити примењен? _____

3.2.1. Навести метаподатке на основу којих су подаци депоновани у репозиторијум.

Ако је потребно, навести методе које се користе за преузимање података, аналитичке и процедуралне информације, њихово кодирање, детаљне описе варијабли, записа итд.

3.3 Стратегија и стандарди за чување података

3.3.1. До ког периода ће подаци бити чувани у репозиторијуму? _____

3.3.2. Да ли ће подаци бити депоновани под шифром?

Да

Не

3.3.3. Да ли ће шифра бити доступна одређеном кругу истраживача?

Да

Не

3.3.4. Да ли се подаци морају уклонити из отвореног приступа после извесног времена?

Да

Не

Образложити

4. Безбедност података и заштита поверљивих информација

Овај одељак МОРА бити попуњен ако ваши подаци укључују личне податке који се односе на учеснике у истраживању. За друга истраживања треба такође размотрити заштиту и сигурност података.

4.1 Формални стандарди за сигурност информација/података

Истраживачи који спроводе испитивања с људима морају да се придржавају Закона о заштити података о личности (https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_zastiti_podataka_o_licnosti.html) и одговарајућег институционалног кодекса о академском интегритету.

4.1.2. Да ли је истраживање одобрено од стране етичке комисије? Да Не

Ако је одговор Да, навести датум и назив етичке комисије која је одобрила истраживање

Истраживање је одобрено 21.6.2018. године. Истраживање је одобрено од стране Сената Универзитета у Новом Саду на 44. тој седници.

4.1.2. Да ли подаци укључују личне податке учесника у истраживању? Да Не

Ако је одговор да, наведите на који начин сте осигурали поверљивост и сигурност информација везаних за испитанике:

- а) Подаци нису у отвореном приступу
- б) Подаци су анонимизирани**
- ц) Остало, навести шта

5. Доступност података

5.1. Подаци ће бити

- а) јавно доступни*
- б) доступни само уском кругу истраживача у одређеној научној области*
- ц) затворени**

Ако су подаци доступни само уском кругу истраживача, навести под којим условима могу да их користе:

Ако су подаци доступни само уском кругу истраживача, навести на који начин могу приступити подацима:

5.4. Навести лиценцу под којом ће прикупљени подаци бити архивирани.

Ауторство – некомерцијално. Дозвољава се умножавање, дистрибуција и јавно саопштавање дела и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. Улоге и одговорност

6.1. Навести име и презиме и мејл адресу власника (аутора) података.

Мирјана Маричић

Мејл адреса: mirjanas214@gmail.com

6.2. Навести име и презиме и мејл адресу особе која одржава матрицу с подацима

Мирјана Маричић

Мејл адреса: mirjanas214@gmail.com

6.3. Навести име и презиме и мејл адресу особе која омогућује приступ подацима другим истраживачима