Upotreba konceptualnih mapa u vrednovanju razumijevanja učenika

Gavrić, Branka

Master's thesis / Diplomski rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:379574

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno - matematički fakultet
Biološki odsjek

Branka Gavrić

UPOTREBA KONCEPTUALNIH MAPA U VREDNOVANJU RAZUMIJEVANJA UČENIKA

Diplomski rad

Zagreb, 2015.

Ovaj rad izrađen je pri Katedri za metodiku nastave biologije, pod vodstvom prof. dr. sc. Ines Radanović, predan je na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno - matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistra edukacije biologije i kemije.

Zahvaljujem se svojoj mentorici prof. dr. sc. Ines Radanović na ponuđenoj temi, jasnim uputama, pristupačnosti, trudu, razumijevanju, stručnosti, strpljenju i pomoći prilikom izrade ovog diplomskog rada.

Također, zahvalu upućujem i učiteljicama Valeriji Begić, Ivani Ozimec, Dijani Šutak i Silviji Kovačić na ustupljenim konceptualnim mapama učenika.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno - matematički fakultet

Biološki odsjek Diplomski rad

UPOTREBA KONCEPTUALNIH MAPA U VREDNOVANJU RAZUMIJEVANJA UČENIKA

Branka Gavrić

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Konceptualne mape omogućuju učenicima jasan i transparentan prikaz razumijevanja te olakšavaju i omogućuju smisleno učenje, jer služe kao grafički predložak u strukturiranju znanja. Izradom konceptualnih mapa na jednostavan način potiču se više kognitivne funkcije, a mogu se koristiti i u procjenjivanju te vrednovanju različitih razina znanja. U istraživanju primjene konceptualnih mapa sudjelovalo je 219 učenika 7. razreda osnovne škole sa različitim iskustvom primjene konceptualnih mapa kojima su prikazivali svoje razumijevanje mitoze i mejoze i shodno tome utvrđen je utjecaj prethodnog iskustva učenja uz konceptualne mape na razumijevanje teme. Cilj istraživanja bio je provjeriti učinkovitost primjene konceptualnih mapa. Mape su analizirane i vrednovane temeljem kriterija različite osjetljivosti, a rezultati primjene kriterija omogućili su provjeru učinkovitosti primjene konceptualnih mapa pri vrednovanju učeničkog razumijevanja te njihovu usporedbu. Kvantitativnom i kvalitativnom analizom utvrđen je stupanj konceptualnog razumijevanja, usvojenost koncepata mitoze i mejoze i eventualne miskoncepcije. Rezultati su pokazali da su konceptualne mape učinkovite pri vrednovanju te da prethodno iskustvo učenja uz konceptualne mape ima značajan utjecaj na konceptualno razumijevanje procesa staničnih dioba. Utvrđena je slaba usvojenost koncepata mitoze i mejoze kod učenika te brojne miskoncepcije.

(98 stranica, 25 slika, 19 tablica, 83 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Ključne riječi: konceptualne mape, mitoza, mejoza, vrednovanje, konceptualno razumijevanje

Voditelj: prof. dr. sc. Ines Radanović

Ocjenitelji: prof. dr. sc. Ines Radanović, prof. dr. sc. Višnja Besendorfer, izv. prof. dr. sc. Draginja Mrvoš-Sermek

Rad prihvaćen: 15. 09. 2015.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb

Faculty of Science

Department of Biology Graduation Thesis

USING CONCEPT MAPS TO ASSESS STUDENT'S UNDERSTANDING

Branka Gavrić

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

Concept maps are graphical tools that facilitate meanigngful learning as they allow oganizing, structuring and transparenty representing student's knowledge. This simple tool that facilitates and induces higher cognitive functions can also be used as an evaluation and assessment tool. 219 elementary school students with different previous experience in concept mapping represented their knowledge on mitosis and meiosis. Student's concept maps were evaluated to determine the effect of previous experience on meiosis and mitosis understanding. The aim of this research was to determine the effectiveness of concept map usage in the assessment of student's conceptual understanding. Map analysis was made through criterions with different susceptibility for levels of conceptual understanding. The results of criterion use enabled the verification of the concept maps efficacy, the degree of student's conceptual understanding, the acquired biological concepts and the potential preseence of misconceptions. Results have shown that concept maps are decidedly effective as an assesment tool. Prior experience with concept mapping has a considerable effect on student's conceptual understanding of meiosis and mitosis. Student's acquired concept and knowledge of cell division processes is below the estimated and unsatisfactory and many student's misconceptions were ascertained.

(98 pages, 25 figures, 19 tables, 83 references, original in: croatian)

Thesis deposited in Central Biological Library

Key words: conceptual maps, mitosis, meiosis, assessing , conceptual understanding

Supervisor: prof. dr. sc. Ines Radanović

Ocjenitelji: prof. dr. Ines Radanović, prof. dr. Višnja Besendorfer, Assoc. prof. dr. sc. Draginja Mrvoš-Sermek

Rad prihvaćen: 15. 09. 2015.

SADRŽAJ - treba dodati priloge i životopis

1. UVOD 1

1.1. Koncepcije, predkoncepcije i miskoncepcije 2

1.2. Konceptualne mape 5

1.3. Izrada konceptualnih mapa 7

1.4. Vrednovanje konceptualnih mapa 8

1.5. Cilj istraživanja 10

2. MATERIJALI I METODE 12

2.1. Uzorak 12

2.2. Kriteriji vrednovanja konceptualnih mapa 13

2.3. Postupci korišteni pri statističkoj analizi 17

3. REZULTATI 19

3.1. Učinkovitost primjene konceptualnih mapa pri vrednovanju učeničkog razumijevanja 19

3.2. Utjecaj prethodnog iskustva učenja uz konceptualne mape na razumijevanje 25

3.2.1. Učinkovitost primjene konceptualnih mapa pri vrednovanju 29

3.3. Usvojenost koncepata 32

3.3.1 Razumijevanje mitoze i mejoze 37

3.3.2 Stupanj konceptualnog razumijevanja 42

3.3.3 Miskoncepcije 50

3.4. Kvaliteta i praktičnost primjene predloženih kriterija vrednovanja 54

4. RASPRAVA 62

5. ZAKLJUČAK 80

6. LITERATURA 81

7. PRILOZI 88

1. UVOD

Osnovnoškolsko obrazovanje treba dati učenicima osnove za daljnji razvoj, jer je ono osnova uspješnog funkcioniranja svakog društva (Strateški plan, MZOS). Prema Krsniku (2001) za život i uspješno funkcioniranje u suvremenom društvu cjelokupna učenička populacija treba postići osnovnu prirodoznanstvenu pismenost. Osnovna prirodoznanstvena pismenost podrazumijeva sposobnost korištenja znanstvenih spoznaja, identifikaciju pitanja i izvlačenje zaključaka na temelju dokaza (OECD, 2002). Braš Roth (2013) ističe da se Republika Hrvatska nalazi u skupini zemalja s rezultatom statistički značajno nižim od prosjeka u europskim zemljama. Gradivo biologije obuhvaćeno Nastavnim planom i programom za osnovne škole, propisanim od MZOŠ-a, veoma je opsežno. Također, dubina znanja predviđena postignućima u nekim područjima biologije jest jako velika, stoga suvremena nastava teži konstruktivističkom pristupu nastavi gdje se učenik stavlja u prvi plan; on u nastavnom procesu nije pasivan slušač već ima aktivnu ulogu pa mu je omogućeno uspješno svladavanje gradiva tijekom poučavanja, odnosno već u razredu (Krsnik, 2001). Učenik aktivnim sudjelovanjem u nastavnom procesu, odnosno nastavnim aktivnostima, stvara osobne koncepcije kao skup ideja kojima objašnjava svijet oko sebe (Mintzes i sur., 2000). Konstruktivizam se temelji na ideji da učenik aktivno gradi svoje znanje. Važni pojmovi u konstruktivističkom pristupu nastavi, čiji je idejni začetnik švicarski psiholog Jean Piaget (1970), jesu koncepcije i miskoncepcije, odnosno konceptualno razumijevanje. Piagetove teorije konceptualnih struktura primijenio je Ausubel (1968) u svojoj asimilacijskoj teoriji gdje govori o načinima usvajanja koncepata, naglašava važnost predznanja (predkoncepcija) kao glavne osnove za učenje novih koncepata, te razvija ideju o organizatorima znanja koju su razradili Novak i Cañas (2008). Na temelju Ausubelovih teorija Joseph D. Novak razvija ideju konceptualnih mapa i zaključuje da smisleno učenje uključuje asimilaciju novih koncepcija u postojeće kognitivne strukture (Novak, 1991). Konceptualne mape su vizualni oblik provjere kojim učenici grafički organiziraju i prikazuju svoje znanje uz definiranje međuodnosa povezanih koncepata kao skupova ideja o određenoj temi (Novak i Cañas, 2008). Konceptualne mape uključuju pojmove, obično smještene u geometrijske likove (kvadrate ili krugove), poveznice (usmjerene ili neusmjerene) koje pokazuju međuodnos povezanih pojmova i riječi povezivanja koje pobliže definiraju međuodnos povezanih pojmova (Novak i Cañas, 2008). Isti autori navode hijerarhijski položaj, odnosno slijed, i unakrsne poveznice kao glavne karakteristike koncept mapa.

1.1. Koncepcije, predkoncepcije i miskoncepcije

Prema Novaku i Cañasu (2008) koncepcija jest uočena pravilnost događaja ili objekta, odnosno skup događaja ili objekata, kojima je dodijeljen neki značaj. Svjesno iskustvo uređuje se konceptima, a oni su kognitivni entiteti ili oruđe svjesnog uma, prema Krsniku (2001). Krsnik (2001) tvrdi da su koncepti paketići značenja koji obuhvaćaju pravilnosti (sličnosti i razlike), uzroke, ili veze među objektima, događajima i drugim konceptima. Sam izraz koncept (od *lat. conceptus*) označava misao, mišljenje, pojam, ideju, zamisao o nekom djelovanju. Lukša (2010) navodi razliku između pojma i koncepta u smislu preuzetog odnosno samostalno konstruiranog značenja. Lukša (2010), također, definira koncept kao ideju ili uopćenu predodžbu koja nastaje na temelju iskustva i sažima zajedničke značajke pojedinačnih pojava, a konstruirana je od pojedinca

Krsnik (2008) objašnjavajući proces formiranja koncepcija ističe da ljudski mozak teži uspostavljanju značenja i davanju smislenosti svakom novom iskustvu. Do uspostavljanja značenja dolazi povezivanjem i umrežavanjem novoga iskustva sa već postojećim, a kada se uspostavi značenje dolazi do formiranja koncepcija. Zbog kompleksnosti koncepata njihovo je usvajanje veoma dug proces koji nema realan kraj. U svijesti osobe dolazi i do diferencijacije koncepata; obradom novih situacija i pojava te usvajanjem novih relacija koncepti dobivaju još neka nova značenja.

Postavlja se pitanje ishodišta prvih koncepcija. Macnamara (1982) pretpostavlja njihovo usvajanje, u dobi do treće godine života, uočavanjem pravilnosti pojava u okolini i dodjeljivanjem jezičnih oznaka ili simbola određenoj pojavi. Taj način učenja koncepata kod djece u dobi do treće godine života naziva učenje otkrivanjem. Nakon treće godine života, tvrdi Macnamara (1982), učenje novih koncepata i pojmova uvelike je verbalno posredovano. Ausubel (1968) tako razlikuje dvije vrste učenja koncepata: *učenje otkrivanjem* gdje se konceptu pridaju atributi koje identificira i uočava sam učenik izravno te *receptivno učenje* gdje se konceptu pridaju atributi iskazani jezično, a koji se učeniku prenose verbalno. Temeljna Ausubelova ideja teorije smislenog učenja pretpostavlja da je učenje proces asimilacije novih koncepcija u postojeće konceptualne okvire, odnosno kognitivne strukture (Novak i Cañas, 2008). Ausubel (1978) se pritom distancira od pasivnog mehaničkog (reproduktivnog) učenja baziranog na repeticiji (učenje napamet) te smatra da postoji poveznica između ta dva oblika učenja, a to je smislenost. Receptivno učenje može biti smisleno, smatra Ausubel (1978), uz uvjet da je materijal smislen i da učenik ulaže

intelektualni napor u njegovom osmišljavanju. Tada, smislenost proizlazi iz učenikove aktivnosti povezivanja znanja kojeg nastavnik izlaže i onoga što učenik od ranije zna (Ausubel, 1978). Novak i Cañas (2008) definiraju tri uvjeta koji zahtijevaju smisleno učenje:

1. Gradivo koje se uči mora biti konceptualno jasno i čisto, prezentirano jezikom bliskim učeniku i primjerima koji se nadovezuju na predznanje učenika.
2. Učenik mora imati relevantno i provjereno predznanje za temu.
3. Učenik treba odabrati učiti smisleno i značajno. Nastavnik ima u ovom slučaju samo indirektan utjecaj u smislu motivacije učenika aktivnostima u inkorporiranju novih koncepata u postojeće i odabiru načina vrednovanja.

Učenici se vrlo često koriste učenjem napamet bioloških koncepcija jer većina učenika biološke koncepcije smatra teškima ili kompliciranima za naučiti (Özcan, 2000; Locke i McDermid, 2005). Prema Lukši (2010) najčešći razlog učenja napamet je prevelika količina nastavnog sadržaja i nemogućnost povezivanja novih koncepcija sa već postojećim konceptima zbog neadekvatnog načina rada nastavnika koji se uglavnom drže tradicionalnih oblika poučavanja u kojima je razgovor jedina aktivnost nekolicine zainteresiranih učenika. Posljedica takvog učenja je nepovezivanje nastavnog sadržaja što rezultira vrlo brzim zaboravljanjem informacija (Klymkowsky i sur., 2003; Michael, 2007; Krsnik 2008). Novak (1977, 1993, 1998) govori o procesu usvajanja novih znanja kao o zahtjevnom smislenom učenju koje postižu osobe sa dobro organiziranom strukturom znanja u dotičnom području i jakom emotivnom motiviranošću.

Učenici i prije učenja biologije već imaju određene ideje o mnogim biološkim konceptima što znači da proces konceptualizacije nekih prirodoznanstvenih pojava kod učenika započinje prije samog učenja predmeta u školi (Lukša, 2010). Takve intuitivne učeničke ideje nazivamo predkoncepcijama i one daju učenicima zadovoljavajući odgovor u okvirima njihova ograničenog poznavanja teme. Učeničke ideje su često u sukobu s prirodoznanstvenim teorijama, te kao takve predstavljaju prepreku za ispravno razumijevanje i usvajanje srži samih teorija. Učeničke predkoncepcije su učenicima jednostavne i razumljive u objašnjavanju svakodnevnih situacija, te ih oni neće lako napustiti u korist prirodoznanstvenih ideja koje su često teško razumljive (Halloun i Hestenes, 1985). Lukša (2010) govori o predkoncepcijama kao o modelima razumijevanja učenika kojima pokušava dati smisao svijetu sa ograničenim znanjem, a rezultat su formalnog ili neformalnog prethodnog učenja koje može ali i ne mora biti u skladu sa znanstvenim spoznajama.

Pogrešne koncepcije, zasnovane na pogrešnom shvaćanju pojava ili objekata (odsustvo kritičkog mišljenja i eksperimentalnog provjeravanja ideja) koje nisu u skladu sa znanstvenim teorijama nazivamo miskoncepcijama (Helm, 1980). Mestre (2001) tvrdi da su miskoncepcije učenička shvaćanja koja nisu u skladu sa znanstvenim spoznajama bez obzira jesu li nastale prije formalnog učenja ili su nastale tijekom formiranja koncepcija u nastavi. Hancock (1940) je miskoncepcije definirao kao učeničke ideje koje su različite od znanstvenih koncepata. Lukša (2010) definira miskoncepcije kao one učeničke spoznaje koje nisu u skladu sa znanstvenim spoznajama, a nastaju nakon učenja ili se ni tijekom učenja nisu promijenile. Storey (1991) predlaže sedam faktora koji mogu uzrokovati nastanak miskoncepcija: nedostatno predznanje, pristranost učenika, nedostatak motivacije, nestručnost nastavnika, nedovoljno naglašavanje koncepata, udžbenici sa greškama i nekorištenje znanstvenog jezika. Suočavanje sa miskoncepcijama je jedan od najtežih zadataka u nastavi za učitelje i nastavnike. Lukša (2010) navodi prema Fisheru (1986) zajedničke osobine miskoncepcija:

1. U suprotnosti su sa znanstvenim konceptima.
2. Iste miskoncepcije često se pojavljuju kod većeg broja ljudi.
3. Vrlo su otporne na promjenu, a posebice kad se u poučavanju koristi tradicionalna frontalna metoda poučavanja.
4. Ponekad uključuju čitave alternativne sustave koji su čvrsto logički povezani i koje učenici često koriste.
5. Neke proizlaze iz teorija koje su danas u znanosti prevladane
6. Mogu nastati kao rezultat:
    a) automatske obrade jezične strukture bez korekcije smisla
    b) određenih iskustava koja su obično zajednička većem broju pojedinaca
    c) nastave u školi ili korištenja udžbenika
    d) korištenja pogrešne analogije.

Do spoznaje o postojanju predkoncepcija i miskoncepcija došlo se istraživanjem inspiriranim Piagetovim teorijama. Driver (1973, 1981) i Viennot (1979) pokazuju da učeničko spontano zaključivanje nije samo niz nasumičnih pogrešaka, već je to manje ili više koherentan način mišljenja koji je nastao refleksijom načina mišljenja prisutnog u svakodnevnoj konverzaciji, medijima ili literaturi. Učenik nije *tabula rasa* već ima određene intuitivne ideje (predkoncepcije) koje su kompleksne i ovise o kontekstu, a nisu suviše koherentne. Osobne učeničke predkoncepcije razvijaju se i mijenjaju tokom vremena ali su vrlo tvrdokorne i teško ih je eliminirati (Krsnik, 2008; Lukša 2010). Predznanje učenika može

lako dovesti do stvaranja miskoncepcija ako ih nastavnici nisu svjesni (Fisher, 1985; Fisher i Lipson, 1986; Modell, 2000; Michael i sur., 2002; Bahar, 2003). Uzrok privlačnosti i trajnosti miskoncepcija kod učenika je u njihovoj jednostavnosti i intuitivnoj razumljivosti (Cho i sur.,1985). Miskoncepcije moraju biti uklonjene što je prije moguće kako ne bi stvorile dublje korijene u učeničkoj kognitivnoj strukturi (Krsnik, 2008). Proces nadilaska miskoncepcija je teži nego sam proces učenja. Lukša (2010) ističe potrebne uvjete za uklanjanje miskoncepcija koji obuhvaćaju nezadovoljstvo samog učenika postojećim konceptom te razumljivost i uvjerljivost novog koncepta koji mora omogućiti objašnjenje problema koji postojeća učenička koncepcija ne može pojasniti. Nastavne strategije su jako bitne kada je u pitanju suočavanje sa konceptualnim barijerama. Razvoj strategija koje identificiraju miskoncepcije je ključan. Lukša (2011) navodi neke od tehnika utvrđivanja miskoncepcija; intervjui, crteži i sheme, pitanja višestrukog izbora gdje se miskoncepcije koriste kao distraktori, dvoslojni dijagnostički tekstovi, računalne simulacije, pojmovne mreže, Vennovi dijagrami i konceptualne mape.

1.2. Konceptualne mape

Konceptualne mape su grafički alati za organizaciju i prezentiranje znanja, odnosno one su vizualni oblik kojim učenici grafički prikazuju svoje znanje uz definiranje međuodnosa povezanih koncepata kao skupova ideja o određenoj temi (Novak i Cañas, 2008). Prema (Radanović, 2014) konceptualne mape su shematski prikazi koji prikazuju osnovni koncept i specifične međuodnose ili uvijete vezane uz njega. Tehniku izrade konceptualnih mapa razvio je Novak 1972. godine kao dio znanstvenog istraživanja promjena u učeničkom znanju tijekom učenja prirodoznanstvenih predmeta (Novak i Musonda, 1991). Tijekom istraživanja Novak je intervjuirao učenike i uvidio poteškoće u identifikaciji promjena u učeničkom razumijevanju znanstvenih koncepcija takvom metodom (Novak i Cañas, 2008). U potrebitosti za novim načinom identifikacije promjena u razumijevanju znanstvenih koncepcija, kod Novaka se javila ideja prikazivanja konceptualnog razumijevanja u obliku konceptualne mape.

Prema Novaku i Cañasu (2008) konceptualne mape uključuju pojmove, obično zatvorene u kružnice ili okvire geometrijskih oblika, veze između pojmova prikazane usmjerenim ili neusmjerenim linijama koje povezuju dva pojma. Riječi na linijama odnosno riječi povezivanja određuju i definiraju vezu između dva koncepta. Koncepti mogu biti iskazani sa jednom ili nekoliko riječi, odnosno simbolom. U konceptualnoj mapi uočavamo i

ideje koje sadrže dva ili više koncepata povezanih poveznicom koja je definirana riječima povezivanja u suvislu tvrdnju (Novak i Cañas, 2008). Prema Novak i Cañas (2008) važna karakteristika konceptualnih mapa je predstavljanje koncepata na hijerarhijski način sa najobuhvatnijim i najopćenitijim konceptom na vrhu, u sredini ili na početku mape, i sa specifičnijim, manje općim konceptima hijerarhijski niže, nadovezanim u slijedu prema dnu ili uokolo. Hijerarhijska struktura za određeno područje znanja ovisi o sadržaju odnosno kontekstu u kojem se to znanje primjenjuje. Stoga, najbolje bi bilo izraditi konceptualnu mapu s naglaskom na određena pitanja na koja želimo odgovoriti, a takva pitanja zovemo fokusna pitanja (eng. *focus questions*) (Novak i Cañas, 2008). Slijedeća važna karakteristika konceptualnih mapa jesu unakrsne poveznice (eng. *cross - links*), odnosno veze između koncepata različitih segmenata ili domena konceptualne mape. Krajnja karakteristika koja se može dodati konceptualnoj mapi jesu specifični primjeri pojava ili objekata koji potpomažu bolje razumijevanje danog koncepta. Takvi primjeri uobičajeno se ne prikazuju u okvirima s obzirom da ne predstavljaju koncepte (Novak i Cañas, 2008).

Prema različitim oblicima za prikazivanje podataka (ACES, 2004) razlikuje četiri osnovne vrste konceptualnih mapa:

1. paukova konceptualna mapa - glavni koncept je smješten u središte mape, a pojmovi nižeg reda dodaju se zrakasto
2. konceptualna mapa slijeda važnosti - podaci se prikazuju u padajućem slijedu sa središnjim konceptom na vrhu
3. nadovezujuća konceptualna mapa - polazi od početnog koncepta na koji se nadovezuju sljedeći pojmovi, a organizirana je linearno ili kružno
4. sistemska konceptualna mapa - nadogradnja je nadovezujuće konceptualne mape kojoj su dodani ulazeći i izlazeći koncepti.

Novak i Cañas (2008) vjeruju da konceptualne mape jako olakšavaju i omogućuju smisleno učenje jer služe kao predložak ili šablona u organizaciji i strukturiranju znanja. Mnogi nastavnici i učenici ostaju iznenađeni kada uvide koliko, tako jednostavan alat, ima utjecaj na smisleno učenje koje omogućuje primjenu znanja u drugim kontekstima i dugoročnu retenciju znanja (Novak, 1990; Novak i Wandersee, 1991). Iako još uvijek nisu u potpunosti poznati procesi pamćenja i inkorporiranja znanja, istraživanja pokazuju da naš mozak organizira znanje u hijerarhijske strukture te da pristupi učenju koji to omogućuju potiču smisleno učenje (Bransford i sur., 1990; Tsien, 2007).

Očigledno, naš mozak pohranjuje puno više nego samo koncepte i propozicije. Iako oni čine glavne elemente koji tvore strukturu znanja i kognitivnu strukturu, važno je napomenuti i važnost stvaranja mentalnih slika pri učenju koje obuhvaća prizore događaja, ljudi, slika i sličnog sa čime se susrećemo (Sperling, 1963). Stoga, Novak i Cañas (2008) vjeruju da uključivanje slika u konceptualne mape dodatno poboljšava smisleno učenje. Postoje uočljive razlike u učeničkim sposobnostima učenja i postignućima koje je istraživao Gardner (1983) i kao rezultat oformio *Teoriju višestrukih inteligencija*, pa Novak i Cañas (2008) smatraju da je potrebno uvoditi u konceptualne mape različite aktivnosti koje omogućuju iskazivanje različitih učeničkih sposobnosti, a potrebno ih je prikazati na različite načine i u samim konceptualnim mapama.

Većina učenika u početku ima priličnih problema kod izrade konceptualnih mapa i smislenog učenja, što je vjerojatno posljedica dugogodišnjeg učenja napamet. Prilikom izrade konceptualnih mapa učenici su suočeni sa potrebom kreativnog razmišljanja, što učenje napamet ne zahtjeva. Zato Novak i Cañas (2008) smatraju da prilikom davanja uputa za izradu konceptualnih mapa učenike treba upoznati sa mehanizmima pamćenja i učenja te strukturiranja i organiziranja znanja. Proces konstruiranja novih znanja uključuje ne samo znanje već i emocije, u smislu želje za stvaranjem novih značenja (Novak i Cañas, 2008).

1.3. Izrada konceptualnih mapa

Prema Novaku i Cañasu (2008) za izradu dobre konceptualne mape na samom početku bitno je odrediti kontekst koji će definirati strukturu mape. Dobar način određivanja konteksta je postavljanje fokusnog pitanja na koje će mapa dati odgovor. Svaka konceptualna mapa odgovara na neko fokusno pitanje, a uočeno je da što je fokusno pitanje bolje, to je mapa bogatija konceptima (Novaku i Cañasu, 2008). Nakon odabira određenog područja i fokusnog pitanja, sljedeći korak je identifikacija ključnih koncepata. Poželjno je koncepte rangirati od najobuhvatnijih prema specifičnijim, a takva lista koncepata je približna i samo potpomaže u početku konstruiranja konceptualne mape. Sljedeći korak je grupiranje koncepata u domene i preslagivanje istih u odgovarajući raspored. Važno je da učenici uoče da su svi koncepti povezani na ovaj ili onaj način, stoga je vrlo bitna selektivnost u identifikaciji i odabiru poveznica te preciznost u odabiru riječi povezivanja. Najzahtjevniji i najteži aspekt konstrukcije konceptualne mape je formiranje propozicija poveznicama, odnosno određivanje riječi povezivanja koje jasno prikazuju odnos dva koncepta (Novak i Cañas, 2008).

Izrada konceptualne mape zahtjeva vježbanje konstruiranja pri čemu se počinje sa jednostavnijom temom i manjim brojem koncepata. Osobito je važno da od strane nastavnika ili mentora učenici dobiju jasne upute, a značajno je naglasiti i:

- važnost razmišljanja o mogućim vezama
- važnost opisivanja prirode veza
- važnost mogućnosti višestrukih povezivanja
- važnost upotrebe strelica i njihovog smjera.

Osim klasične upotrebe konceptualne mape koju učenici sami izrađuju, mogu se ponuditi i mape s različitim stupnjem kontrole ili usmjerenosti. Izrađivači konceptualnih mapa daju strukturu konceptualnoj mapi, popis pojmova i riječi povezivanja koje će učenici koristiti za popunjavanje predviđenih mjesta na mapi (Ruiz-Primo, 2001). Konceptualna mapa pripremljena od strane stručnjaka može služiti kao stručna osnova za izradu detaljnije mape koju će učenici nadograditi (Novak i Cañas, 2008). Ruiz-Primo i sur. (2001) dokazali su da mape koje treba nadopuniti pojmovima ili riječima povezivanja pružaju jasniji uvid u različite strukture znanja učenika, te da visoko usmjerena tehnika nadopune kostura mape postiže maksimalni mogući stupanj povezivanja koncepata, odnosno konceptualnog razumijevanja.

1.4. Vrednovanje konceptualnih mapa

Velika vrijednost konceptualnih mapa nije samo u njihovoj primjeni kao alatu za učenje, već i kao alatu za vrednovanje konceptualnog razumijevanja i provjeravanje usvojenosti koncepata i njihovih međuodnosa. Takav oblik vrednovanja potiče učenike u smislenom učenju (Novak i Gowin, 1984; Novak, 1990; Mintzes i sur., 2000). Konceptualne mape izuzetno su efikasne u identifikaciji točnih i netočnih ideja, odnosno predkoncepcija i miskoncepcija učenika (Edwards i Fraser, 1983). Izrada konceptualnih mapa je jednostavan način poticanja viših kognitivnih funkcija; evaluacije i sinteze prema Bloomovoj taksonomiji (Edmondson, 2000), zbog čega su konceptualne mape vrijedan alat za vrednovanje. Rice i sur. (1998) zaključuju da se konceptualne mape mogu koristiti i u procjenjivanju i vrednovanju različitih kategorija znanja, odnosno deklarativnog i proceduralnog znanja.

Od pojave konceptualnih mapa isprobano je mnoštvo različitih kriterija za njihovo vrednovanje kojima je zajedničko: dodjeljivanje bodova za točne veze, broj hijerarhijskih razina i broj poveznica (Novak, Gowin, i Johansen, 1983). Novak i Gowin (1984), Novak i Musonda (1991) i Novak (1992) definiraju najvažnije karakteristike valjanog i pouzdanog

kriterija vrednovanja zasnovanog na Ausubelianovoj asimilacijskoj teoriji, a to su dodjeljivanje bodova za relevantne koncepte, oduzimanje bodova za miskoncepcije, dodjeljivanje dvostruko više bodova za valjane propozicije iskazane poveznicama, a sve ovisno o hijerarhijskom nivou. Relevantni koncepti i propozicije prvog hijerarhijskog nivoa uvijek dobivaju više bodova od onih drugog hijerarhijskog nivoa (Novak, 1992). U mnoštvu različitih kriterija ističu se, osim Novakovih i Gowinovih (1984) kriterija i Åhlbergovi (2008) koji donose novu dimenziju procjene kvalitete konceptualnih mapa. Åhlberg (2008) navodi kao važnu karakteristiku konceptualnih mapa postojanje slika i usmjerenih numeriranih poveznica. Prema Åhlbergu (2008) usmjerene i numerirane poveznice maksimalno omogućuju čitanje konceptualne mape kao običnog teksta. Osim toga Åhlbergovi kriteriji uključuju i procjenu centralnosti koncepta brojanjem poveznica koje isti vezuju, brojanje relevantnih koncepata te brojanje relevantnih propozicija. No, većina kriterija zasniva se samo na brojanju koncepata, poveznica, propozicija i valjanih razina, a takvo vrednovanje daje relativno mali stupanj pouzdanosti odnosno korelacije između različitih ocjenjivača (Anderson i Huang, 1989; Xiufeng i Hinchey, 1996; Kinchin i sur., 2000). Stoga je važno napomenuti i usporedbu učeničkih konceptualnih mapa sa ekspertnim, standardiziranim mapama kao metodu vrednovanja koju opisuju Ruiz-Primo i Shavelson (1996) te Jonassen (2000). Ruiz-Primo i Shavelson (1996) metoda usporedbe učeničkih sa ekspertnim konceptualnim mapama pokazuje visok stupanj pouzdanosti (više od 80%) čak i kada mape vrednuju različiti ocjenjivači (Rye i Rubba, 2002). Stupanj pouzdanosti moguće je iskazati kao korelacijski koeficijent ocjenjivača (Moore, 1983) ili kao postotak suglasnosti ocjenjivača (McMillan, 1992), navode Rye i Rubba (2002). McClure i suradnici (1999) metodu usporedbe unaprjeđuju tako što ocjenjivači vrednuju učeničke konceptualne mape sa i bez ekspertne mape, odnosno strukturalno i relacijski. McClure i suradnici (1999) stupanj pouzdanosti između strukturalnog i relacijskog vrednovanja iskazuju kao g-koeficijent.

Osim problema stupnja pouzdanosti ovisno o ocjenjivaču, pojavila su se mnoga pitanja vezana uz vrednovanje konceptualnih mapa, točnije o značenju takvih ocjena s obzirom na slabu korelaciju ocjena konceptualnih mapa i standardiziranih testova, a neka od tih pitanja postoje i danas (Lay-Dopyera i Beyerback, 1983; Novak i sur., 1983, White, 1987; Wallace i Mintzes, 1990; Shavelson i sur., 1993; Ruiz-Primo i Shavelson, 1996). Stoga, od izuzetne je važnosti da se razviju valjane i pouzdane metode vrednovanja konceptualnih mapa koje iskazuju veću korelaciju ocjena konceptualnih mapa i standardiziranih testova (Shavelson i sur., 1993; Ruiz-Primo, 1996). Ruiz-Primo i Shavelson (1996) zato daju iscrpnu analizu

konceptualnih mapa kao alatu vrednovanja s naglaskom na pouzdanost i valjanost. Ruiz-Primo i Shavelson (1996) definiraju konceptualne mape kao kombinaciju učeničkog zadatka, povratne informacije o kvaliteti učenja i sustava ocjenjivanja, odnosno alternativnu metodu procjene znanja. Rice i sur. (1998) smatraju da je poželjno tradicionalne i alternativne metode vrednovanja znanja smatrati komplementarnim strategijama jer procjenjuju potpuno drugačije domene i kategorije znanja.

Konceptualne mape sve se češće mogu pronaći u raznim prirodoslovnim udžbenicima, najčešće na kraju nastavne cjeline, kao jedan od načina ponavljanja i sistematizacije gradiva (Novak i Cañas, 2008), no velika je vjerojatnost da će se upotreba konceptualnih mapa uvelike proširiti i u sam proces usvajanja znanja u narednih desetak godina (Novak i Cañas, 2008; Mintzes i sur, 2000). Novak i Cañas (2008) naglašavaju da ako se izrada konceptualnih mapa koristi u procesu usvajanja znanja iste se može koristiti i kao alat vrednovanja. Naročito je važno napomenuti i postojanje novih tehnologija i kompjuterskih programa koji omogućuju vrlo jednostavnu i brzu izradu ali i evaluaciju konceptualnih mapa poput CmapTools (Novak i Cañas, 2008) i Visual Understanding Enviroment – (VUE, 2013) .

1.5. Cilj istraživanja

Cilj ovog istraživanja je ustanoviti učinkovitost upotrebe konceptualnih mapa u vrednovanju razumijevanja učenika. Prije samog istraživanja pretpostavljeno je da primjena konceptualnih mapa ima veliku učinkovitost u vrednovanju konceptualnog razumijevanja. Postavljena je hipoteza da učenici koji konstantno primjenjuju konceptualne mape u nastavi postižu najkvalitetnije konceptualno razumijevanje i bolju usvojenost koncepata bioloških tema, a time i trajnije znanje. Osim toga, polazišna pretpostavka je da će kod učenika koji kontinuirano koriste konceptualne mape u učenju biti utvrđen manji broj miskoncepcija. U ovom istraživanju predloženo je nekoliko različitih kriterija za analizu konceptualnih mapa, a pretpostavka je da će se kriterij koji je najosjetljiviji na stupanj konceptualnog razumijevanja pokazati kao najkvalitetniji.

Parcijalni ciljevi ovog istraživanja su:

1. Provjeriti učinkovitost primjene konceptualnih mapa pri vrednovanju učeničkog konceptualnog razumijevanja koncepata mejoze i mitoze kod učenika sedmih razreda osnovnih škola.

2. Utvrditi utjecaj prethodnog iskustva učenja uz konceptualne mape na razumijevanje koncepata mejoze i mitoze.
3. Kvantitativnom i kvalitativnom analizom utvrditi usvojenost koncepata mejoze i mitoze, eventualnih miskoncepcija i stupnja konceptualnog razumijevanja.
4. Usporediti kvalitetu i praktičnost primjene predloženih kriterija vrednovanja konceptualnih mapa.

2. MATERIJALI I METODE

2.1. Uzorak

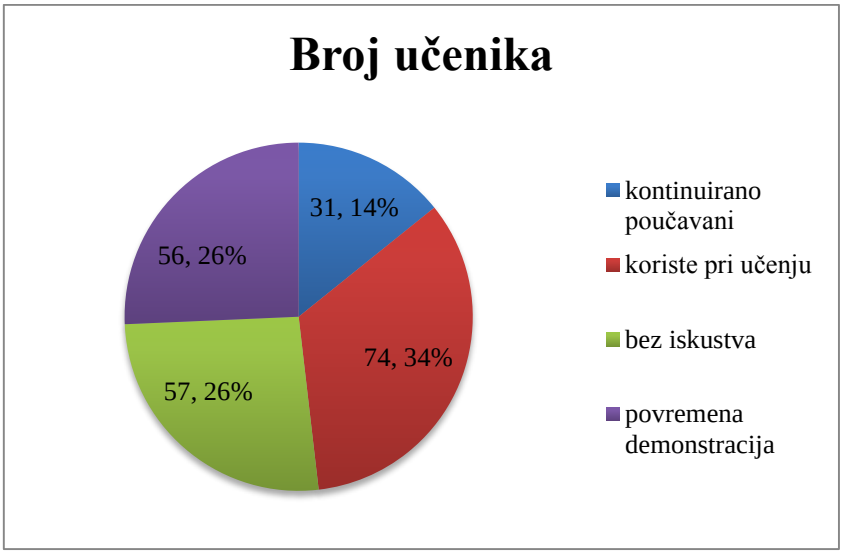
U istraživanju provedenom 2013. godine sudjelovalo je 219 učenika 7. razreda iz triju osnovnih škola sa zagrebačkog područja koji su sačinjavali prigodni uzorak istraživanja. Iz OŠ Sesvetski Kraljevac sudjelovali su učenici koje poučavaju učiteljice Valerija Begić i Dijana Šutak, iz OŠ Matka Laginje, Zagreb učenici koje poučava učiteljica Ivana Ozimec te učenici iz OŠ Luka, Sesvete koje poučava učiteljica Silvija Kovačić.

Učenici su na temelju dobivenih uputa od učiteljica izrađivali konceptualne mape na temu mejoze i mitoze za domaću zadaću uz rok od dva tjedna. Svi su učenici dobili od učiteljica iste ključne riječi:

- stanica
- mejoza
- mitoza
- DNA
- kromosom
- bjelančevina
- mitohondrij.

Učenici su podijeljeni s obzirom na prethodno iskustvo učenja primjenom konceptualnih mapa u 4 skupine (Slika 1.):

1. učenici koji su kontinuirano poučavani uz primjenu konceptualnih mapa u učenju (31 učenik, odnosno 14% uzorka)
2. učenici koji su osim uputa za izradu dobili i konceptualne mape koje moraju obvezno koristiti pri učenju (74 učenika, odnosno 34% uzorka)
3. učenici čije je iskustvo bilo vezano samo uz povremenu demonstraciju konceptualnih mapa u nastavi (56 učenika, odnosno 26% uzorka)
4. učenici koji nisu imali prethodno iskustvo u korištenju konceptualnih mapa (57 učenika, odnosno 26% uzorka).



Slika 1. Broj učenika u uzorku

2.2. Kriteriji vrednovanja konceptualnih mapa

Konceptualne mape su analizirane i vrednovane na temelju tri kriterija različite detaljnosti uvida u rezultate. Kriterij 1. i kriterij 2. izrađeni su prije uvida i analize učeničkih konceptualnih mapa na temelju postojećih primjera kriterija za vrednovanje konceptualnih mapa izrađenih od strane Radanović (2015). Kriteriji od Radanović (2015) s različitim elementima vrednovanja su inkorporirani u kriterij 1. sa većom detaljnosti uvida u rezultate, izrađen po uputama koje daju Cañas i sur. (2008), i kriterij 2. sa manjom detaljnosti uvida u rezultate, izrađen po uputama koje daju Rye i Rubba (2002). Temeljem iskustva analize i vrednovanja učeničkih konceptualnih mapa sa kriterijima 1. i 2. izrađen je kriterij 3. koji je predložen kao kvalitetniji, brži i jednostavniji za analizu konceptualnih mapa. Kriterij 3. sadrži slične elemente i bodove vrednovanja kao i kriterij 1. ali sa malo manjom detaljnosti uvida u rezultate.

Kriterijem 1. bodovane su sve konceptualne mape prema sljedećim elementima: pojedinačni koncepti, pojedinačne poveznice, pojedinačne riječi povezivanja, razine, korištene boje, raspored koncepata, razrađenost teme, razumljivost konceptualne mape i sveukupno konceptualno razumijevanje. Krijterijem 2. bodovane su sve konceptualne mape prema sljedećim elementima: sadržaj, razine, veze, grafika i dizajn, tekst, postojeći primjeri i slike, razumljivost te sveukupno konceptualno razumijevanje. Kriterijem 3. bodovane se samo odabrane reprezentativno dobre, odnosno reprezentativno loše konceptualne mape prema elementima: pojedinačni pojmovi, pojedinačne poveznice, pojedinačne riječi povezivanja,

razine, korištene boje, raspored pojmova, razrađenost teme, razumljivost konceptualne mape i sveukupno konceptualno razumijevanje. Rubrike vrednovanja prikazane u Prilozima 1., 2. i 3.

Prilikom analize konceptualnih mapa izrađena je ekspertna mapa koja je bila predložak za određivanje bodova i skala bodovanja za ocjenjivanje. Prebrojeni su svi prikazani pojmovi, odnosno koncepti, nakon čega su svrstani u kategorije relevantnih opravdanih, irelevantnih opravdanih i irelevantnih neopravdanih pojmova te sukladno tome dodijeljeni su bodovi ovisno o kriteriju. Nakon analize pojmova prebrojane su sve poveznice i riječi povezivanja te su razvrstane u različite kategorije prema rubrikama i bodovane ovisno o korištenom kriteriju. Elementi pojmovi i veze po kriterijima 1. i 3. sukladni su elementima sadržaj i veze po kriteriju 2., no kriteriji 1. i 3. zahtijevaju pojedinačno bodovanje svakog pojma, veze i riječi povezivanja dok kriterij 2. ne zahtjeva toliko detaljno bodovanje. Pojmovi, odnosno koncepti opisani kao relevantni opravdani, odabrani su prije analize konceptualnih mapa prema osnovnoškolskim udžbenicima odobrenih od Ministarstva znanosti, obrazovanja i sporta za školsku godinu 2014./2015. U kategoriju relevantnih opravdanih pojmova pripadaju pojmovi:

- jednostanični organizam
- višestanični organizam
- autotrofni organizam
- heterotrofni organizam
- jezgra
- citoplazma
- organeli
- vakuola
- membrana
- stanična stjenka
- mitohondrij
- kloroplast
- jezgrena membrana
- biljna stanica
- životinjska stanica
- dioba
- mejoza
- mitoza
- tjelesna stanica
- spolna stanica
- DNA
- proteini (bjelančevine)
- kromosomi
- kromatide
- stanica majka
- stanica kćer
- 2n / 48 kromosoma
- n / 23 kromosoma
- geni
- nasljeđivanje / nasljedna uputa

Posebna pozornost posvećena je kvalitativnoj analizi poveznica i riječi povezivanja koje su dobar pokazatelj konceptualnog razumijevanja učenika (Cañas i sur., 2008). Prema rubrikama dodijeljeni su bodovi za postojanje razina, učinkovito korištenje boja, raspored koncepata, razrađenost teme te čitkost i razumljivost konceptualne mape. Što se tiče elementa

konceptualno razumijevanje, kategorije rubrike su određene prema propisanim standardima od strane MZOS, odnosno prema Nacionalnom planu i programu za osnovne škole.

Analizom ukupno ostvarenih bodova po kriteriju 1. i minimuma koji učenici moraju savladati sastavljene su skale bodovanja za dodjeljivanje ocjena. Skale bodovanja određene su na osnovi najnužnijeg, odnosno zadovoljavajućeg da bi se pokazalo razumijevanje u odnosu prema ekspertnoj stručnoj konceptualnoj mapi. Početna skala (Tablica 1.) bila je više razine sa minimalnih 105 ostvarenih bodova za ocjenu dovoljan (2), a sekundarna skala (Tablica 2.) je niže razine sa 64 ostvarena boda za ocjenu dovoljan (2) koja je korištena zbog prevelike zahtjevanosti prve skale s obzirom na ostvareno konceptualno razumijevanje učenika. Kod obje skale ne postoji gornja granica za ocjenu odličan (5).

Tablica 1. Viša skala bodovanja

Ocjena	Bodovi
nedovoljan (1)	0 - 104
dovoljan (2)	105 - 139
dobar (3)	140 - 170
vrlo dobar (4)	171 - 193
odličan (5)	194 i više

Druga skala bodovanja je niže razine sa minimalnih 64 boda za ocjenu dovoljan (2) određenih iz ekspertne konceptualne mape prema danim uvjetima koji pružaju bar osnovno razumijevanje:

- 10 od 30 relevantnih opravdanih pojmova
- 1 točno usmjerena, opravdana, značajna i smislena poveznica koja podupire razumijevanje
- 9 točno usmjerenih, opravdanih, manje značajnih poveznica koje ne prikazuju sintezu
- 5 riječi povezivanja koje točno opisuju međuodnose pojmova
- 5 riječi koje ne pridonose razumijevanju međuodnosa pojmova
- razine ne postoje
- korištene boje doprinose jasnom prikazu, koriste se većinom učinkovito za naglasak elemenata i razumijevanje međuodnosa pojmova, a podupiru razumijevanje
- glavni koncept je moguće identificirati, a većina podkoncepata smještena na odgovarajući način (maksimalno 5 nepravilno smješteno)
- prisutni su manji propusti u iznošenju teme, a prikazani koncepti (1-2) loše odabrani ili su predstavljeni osnovni koncepti koji šturo obrazlažu temu
- mapa je razumljiva uz manje dodatno tumačenje, većinom se lako prati, čitka i uredna

- prisutna 1 manja konceptualna pogreška ili miskoncepcija.

Tablica 2. Niža skala bodovanja

Ocjena	Bodovi
nedovoljan (1)	0 - 63
dovoljan (2)	64 - 84
dobar (3)	85 - 102
vrlo dobar (4)	103 - 116
odličan (5)	117 i više

Tijekom analize konceptualnih mapa odabrane su reprezentativne dobre i reprezentativne loše mape koje daju dobar uvid u konceptualno razumijevanje učenika. Reprezentativne dobre mape birane su prema uvjetima:

1. veliki broj ukupno postignutih bodova,
2. sve poveznice točno usmjerene, opravdane, značajne i smislene, te značajno doprinose razumijevanju
3. odabrane su kvalitetne riječi povezivanja koje dobro opisuju međuodnose pojmova
4. dodijeljeno je 20 bodova po kriteriju 1. za sveobuhvatno konceptualno razumijevanje.

Reprezentativne loše mape nisu birane prema malom broju bodova već isključivo prema postojanju jedne ili više značajnih konceptualnih pogrešaka. Reprezentativne dobre i loše mape još su jednom analizirane i bodovane po kriteriju 3. Skala bodovanja za kriteriju 3. (Tablica 3.) određena je jednako kao i za kriterij 1. po ekspertnoj konceptualnoj mapi, a razlike u donjoj i gornjoj granici bodova proizlaze iz različitog bodovanja elemenata rubrika.

Tablica 3. Skala bodovanja za kriterij 3.

Ocjena	Bodovi
nedovoljan (1)	0 - 50
dovoljan (2)	51 - 75
dobar (3)	76 - 90
vrlo dobar (4)	91 - 113
odličan (5)	114 i više

Zabilježeni su i sistematizirani reprezentativni koncepti koje su učenici usvojili. Usvojeni koncepti su uspoređeni sa predviđenim obrazovnim postignućima Nastavnog plana i programa iz biologije za sedmi razred osnovne škole (Tablica 4.).

Tablica 4. Obrazovna postignuća Nastavnog plana i programa MZOS-a za sedmi razred osnovne škole

Tema 5. Stanične diobe	
Ključni pojmovi: kromosom, geni, stanične diobe: mitoza i mejoza	
Obrazovna postignuća	
1.	opisati gene kao nositelje nasljednih osobina
2.	usporediti broj kromosoma u stanica nastalih mitozom i mejozom
3.	razlikovati mitozu od mejoze
4.	istaknuti da se u razvoju spolnih stanica broj kromosoma smanjuje na polovicu početnog broja

Osim toga, sve značajnije miskoncepcije reprezentativnih loših mapa zabilježene su i sistematizirane u šest različitih tipova miskoncepcija:

1. upitno razumijevanje više procesa / nespretan izričaj
2. pomiješan odnos uzrok - posljedica / nespretan izričaj
3. pomiješani odnosi veličina i pripadnosti
4. nespretno povezivanje i izričaj
5. besmisleno korištenje termina koji su u međuodnosu
6. besmisleno povezivanje.

2.3. Postupci korišteni pri statističkoj analizi

Zbog male i nejednake veličine uzorka i podataka izraženih nominalnim skalama, za statističku obradu i prikaz rezultata korišteni su neparametrijski statistički testovi i korelacije primjenom standardnih računalnih programa (SPSS i Excel).

Jednostupanjski Kolmogorov-Smirnov test korišten je za utvrđivanje usvojenosti koncepta mitoze i mejoze. Kruskal-Wallisov test ($\chi 2$) kao neparametrijski test analize varijance u kojem se koriste rangovi podataka korišten je za analize pri kojima je uspjeh učenika prikazan u obliku skala i nominalnih bodovnih vrijednosti koje ukazuju na uspjeh primjenom pojedinog kriterija procjene. Razlike između rezultata istraživačkih grupa analizirane su Mann-Whitney testom (U).

Spearmanovim koeficijentom korelacije ($r_{(S)}$) utvrđivana povezanost elemenata procjene, kako bi se procijenio njihov značaj za procjenu konceptualnog razumijevanja. Kod interpretacije rezultata korelativne povezanosti korištena je skala prikazana u tablici 5. prema Hopkinsu (2000).

Tablica 5. Prikaz skale interpretacije korelacija prema Hopkinsu (2000)

Koeficijent korelacije	Opis korelacije
0.0-0.1	trivijalna, vrlo mala, nebitna, malena, praktički nula
0.1-0.3	mala, niska, manja
0.3-0.5	umjerena, srednja
0.5-0.7	velika, visoka, glavna
0.7-0.9	vrlo velika, vrlo visoka, izrazita
0.9-1	gotovo ili praktično: savršena, potpuna, beskonačna

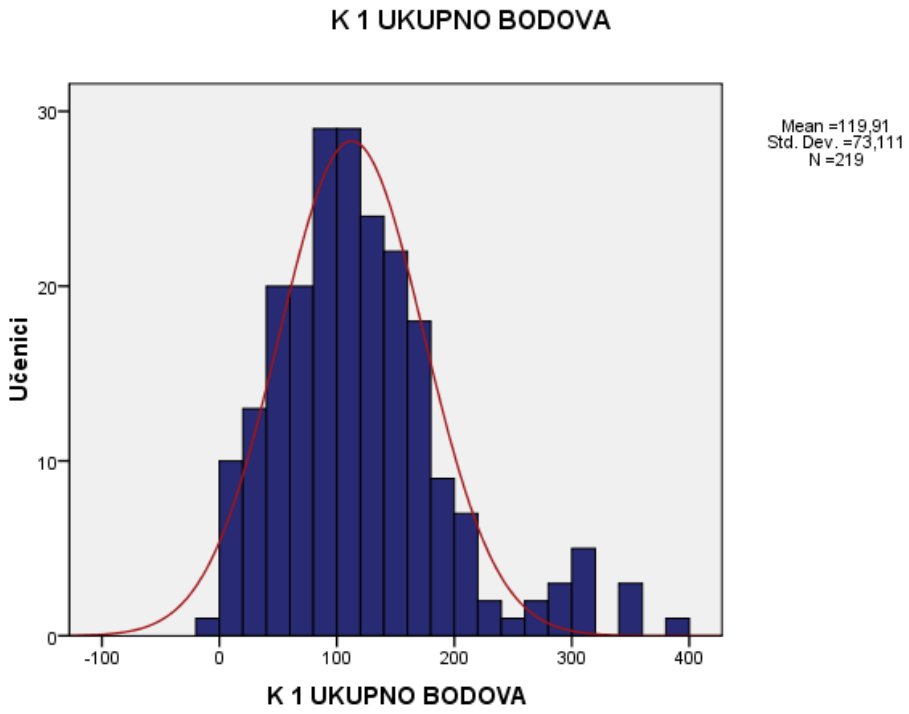
Neupareni dvostrani Studentov test (t) korišten je pri utvrđivanju razlika rezultata s obzirom na spol ispitanika. Razlika dviju aritmetičkih sredina u jedinicama varijabilnosti u odnosu na centar distribucije, izražava razlike između dvaju slučajnih, velikih i neovisnih uzoraka, odnosno u ovom slučaju razlika između djevojčica i dječaka pri uspoređivanju rezultata uspješnosti učenika u usvojenosti koncepta na osnovu analize konceptualnih mapa. Homogenost varijance u analizama t-testa provjeravana je upotrebom Levene testa (F), pri čemu su uz detekciju nehomogenih varijanci korištene vrijednosti T testa za slučajeve kada jednake varijance nisu pretpostavljene.

Za utvrđivanje statističke značajnosti razlika mediana između istraživačke grupe učenika zbog nejednake veličine uzoraka korišten je Kruskal-Wallis test. Mann-Whitney U test, uz Bonferroni korekciju korišten je kao post hoc test za detaljniju analizu utvrđenih nalaza, pri čemu svi nalazi gdje je $p < 0,0167$ upućuju na statističku značajnost. Utjecaj veličine uzorka pri interpretaciji vrijednosti U testa izračunan je kao $r = Z/\sqrt{N}$ (Rosenthal 1991 – prema Field 2005). Pri interpretaciji veličine uzorka po Cohen (1992) $r = 0,10$ označava mali efekt utjecaja te objašnjava 1% ukupne varijance, $r = 0,30$ (srednji efekt) objašnjava 9% ukupne varijance i $r = 0,50$ (veliki efekt) objašnjava 25% ukupne varijance.

S obzirom da je samo jedan ocjenjivač analizirao konceptualne mape, nije bilo potrebno utvrđivati stupanj pouzdanosti pa ako i postoji pogreška, ona bi trebala biti konstantna.

3. REZULTATI

Rezultati dobiveni analizom konceptualnih mapa učenika predočuju uspješnost i utjecaj prethodnog iskustva učenika na izradu konceptualnih mapa učenika, usvojenost koncepata i učinkovitost primjene konceptualnih mapa za ostvarivanje konceptualnog razumijevanja učenika te kvalitetu i praktičnost predloženih kriterija. Na Slici 2. prikazan je ukupni broj bodova ostvarenih po Kriteriju 1. kod svih 219 učenika istraživanog uzorka. Vidljivo je da najveći broj učenika postiže oko 100 ukupnih bodova, što je u okviru srednje vrijednosti ukupnog broja bodova (M = 119,91 ± 73,111), a to je zadovoljavajuća vrijednost po predloženim skalama ocjenjivanja. Uočava se da je jako mali broj učenika ostvario ukupan broj bodova ispod nule, dok je zadovoljavajući broj učenika postigao vrlo visoke rezultate i time pokazao dobro snalaženje u izradi konceptualnih mapa. No, usprkos tome vidljiv je pomak krivulje raspodjele prema slabijoj uspješnosti reprezentiranoj ukupnim brojem bodova.



Slika 2. Ostvareni ukupni broj bodova po Kriteriju 1.

3.1. Učinkovitost primjene konceptualnih mapa pri vrednovanju učeničkog razumijevanja

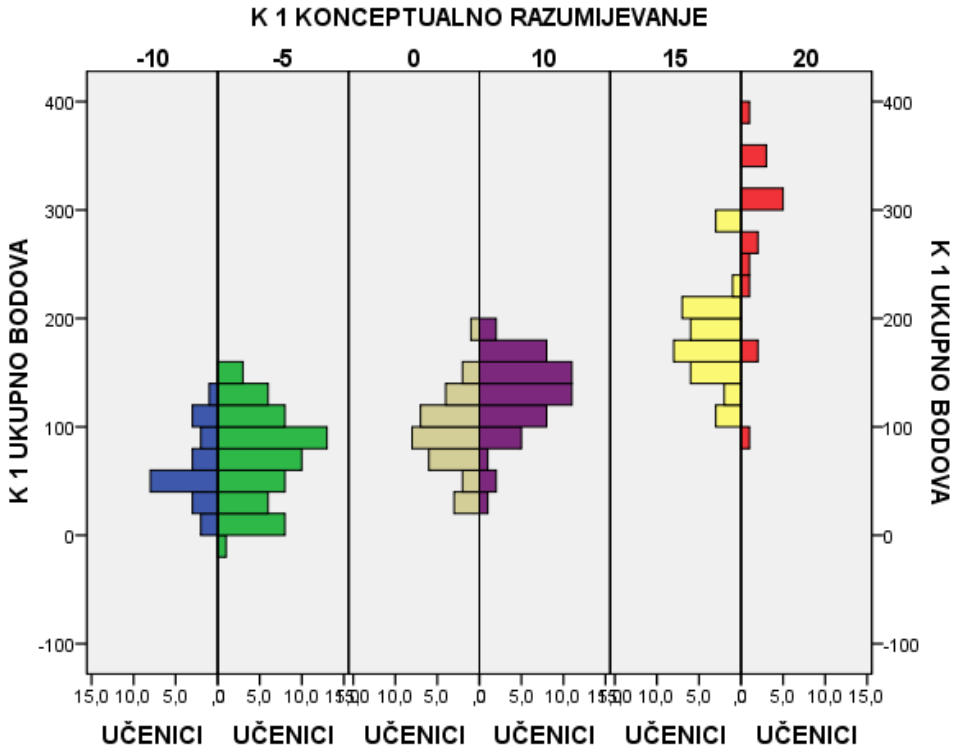
Velika vrijednost konceptualnih mapa nije samo njihov značaj kao alatu za učenje, već i kao alatu za vrednovanje. Da bi se provjerila učinkovitost primjene konceptualnih mapa kao

alata za vrednovanje učeničkog konceptualnog razumijevanja analizirati će se odnos ukupno postignutih bodova učenika i procjena konceptualnog razumijevanja učenika, odnosno dodijeljeni bodovi za konceptualno razumijevanje po Kriterijima 1. (K1) , 2. (K2) i 3. (K3).

Na Slici 3., koja prikazuje korelacijski histogram ukupno postignutih bodova učenika i dodijeljenih bodova za konceptualno razumijevanje po Kriteriju 1., može se uočiti da je najviše mapa bodovano sa -5 bodova, odnosno na konceptualnoj mapi je prisutna jedna značajna pogreška ili miskoncepcija. Primjer jedne takve konceptualne mape može se vidjeti u Prilogu 1. Većina učenika kojima je dodijeljeno -10 bodova za konceptualno razumijevanje, odnosno na mapi je prisutno više značajnih konceptualnih pogrešaka ili miskoncepcija, postigli su nedovoljan broj bodova za pozitivnu ocjenu, a primjer takve mape može se pogledati u Prilogu 2. Učenici kojima je dodijeljeno -5 bodova, odnosno na mapi je prisutna jedna značajna konceptualna pogreška ili miskoncepcija, većinom nisu skupili dovoljno bodova za pozitivnu ocjenu. Jednak broj konceptualnih mapa kojima je dodijeljeno 0 bodova, odnosno na mapi je prisutna jedna manja konceptualna pogreška ili miskoncepcija, ima dovoljno bodova za prolaznu odnosno, nedovoljnu ocjenu. Primjer konceptualne mape bodovane sa 0 bodova za konceptualno razumijevanje može se vidjeti u Prilogu 3. Učenici čije su mape bodovane sa 10 bodova za konceptualno razumijevanje, odnosno njihovo je konceptualno razumijevanje procijenjeno kao zadovoljavajuće osnovno razumijevanje, većinom su uspješno izradili konceptualne mape, a jedan primjer takve mape vidljiv je u Prilogu 4. Mape koje su bodovane sa 15 bodova za konceptualno razumijevanje (primjer u Prilogu 15.), što znači da je njihovo konceptualno razumijevanje ostvarilo predviđena postignuća, u potpunosti su ukupno bodovane za prolazne ocjene. Učenici čije su konceptualne mape bodovane sa 20 bodova za konceptualno razumijevanje (primjer u Prilogu 6.) jer je njihovo konceptualno razumijevanje procijenjeno kao sveobuhvatno, svi su ostvarili ukupno veliki broj bodova i odlične ocjene.

Učenici kojima je procijenjeno sveobuhvatno konceptualno razumijevanje sakupili su ukupno najviše bodova, slijede ih učenici sa konceptualnim razumijevanjem predviđenim postignućima. Mape kojima je dodijeljeno 10 i 0 bodova za konceptualno razumijevanje ostvaruju približno jednaki najviši broj bodova. Najnižu gornju granicu broja bodova ima grupa učenika kojima je dodijeljeno -10 bodova za konceptualno razumijevanje.

Na temelju rezultata prikazanih histogramom korelacije konceptualnog razumijevanja i ukupnog broja bodova (Slika 3.) može se uočiti da je ukupni broj bodova u skladu sa procijenjenim stupnjem konceptualnog razumijevanja.



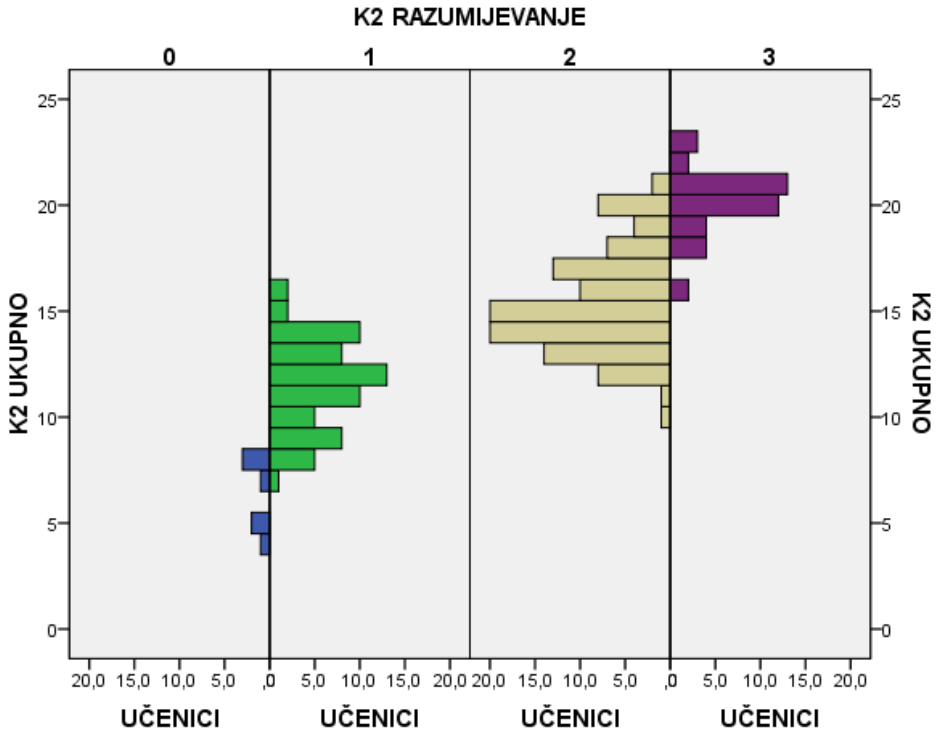
Slika 3. Korelacijski histogram ukupnih bodova i procjene konceptualnog razumijevanja po Kriteriju 1.

Slika 4. prikazuje korelacijski histogram ukupnog broja bodova i razumijevanja po Kriteriju 2. Možemo uočiti da je najviše mapa bodovano sa 2 boda za konceptualno razumijevanje, odnosno pokazuje razumijevanje teme i međuodnosa na osnovnoj razini. Svi učenici kojima je dodijeljeno 0 bodova za razumijevanje, odnosno razumijevanje je nedostatno ili pogrešno, a prisutno je i mnogo miskoncepcija, ostvaruju nizak ukupni broj bodova po Kriteriju 2. Velika većina konceptualnih mapa bodovanih 1 bodom za konceptualno razumijevanje, što znači da pokazuju suštinsko konceptualno razumijevanje i nepotpuno poznavanje teme uz prisutnost nekoliko miskoncepcija, bodovane su sa ukupno 10 do 15 bodova. Konceptualne mape bodovane sa 2 boda po Kriteriju 2. prikupljaju ukupan broj bodova oko 15, a vrlo je mali udio onih koji ostvaruju manje od 15 bodova. Konceptualne mape bodovane sa 3 boda za razumijevanje, odnosno one koje ukazuju na svobuhvatno razumijevanje i potpuno razumijevanje teme, međuodnosa i srodnih sadržaja, izrađuju

najuspješniji učenici. Jednak broj konceptualnih mapa bodovanih sa 3 boda za razumijevanje postiže ispod 20 i iznad 20 bodova dok samo su dvije mape sa 16 bodova.

Sveobuhvatno promatrano, može se uočiti da su mape u kojima je procijenjeno razumijevanje nedostatno ili pogrešno ostvarile najniži broj bodova. Srednje uspješni učenici u izradi konceptualnih mapa u kojima je procijenjeno razumijevanje suštinsko i postignućima predviđeno, postižu zadovoljavajući broj bodova. Očekivano, mape u kojima je razumijevanje procijenjeno kao sveobuhvatno ostvaraju najviši broj brodova.

Temeljem prikazanih rezultata histogramom na Slici 4. može se uočiti da je ukupni broj bodova po Kriteriju 2. u skladu sa procijenjenim stupnjem razumijevanja.



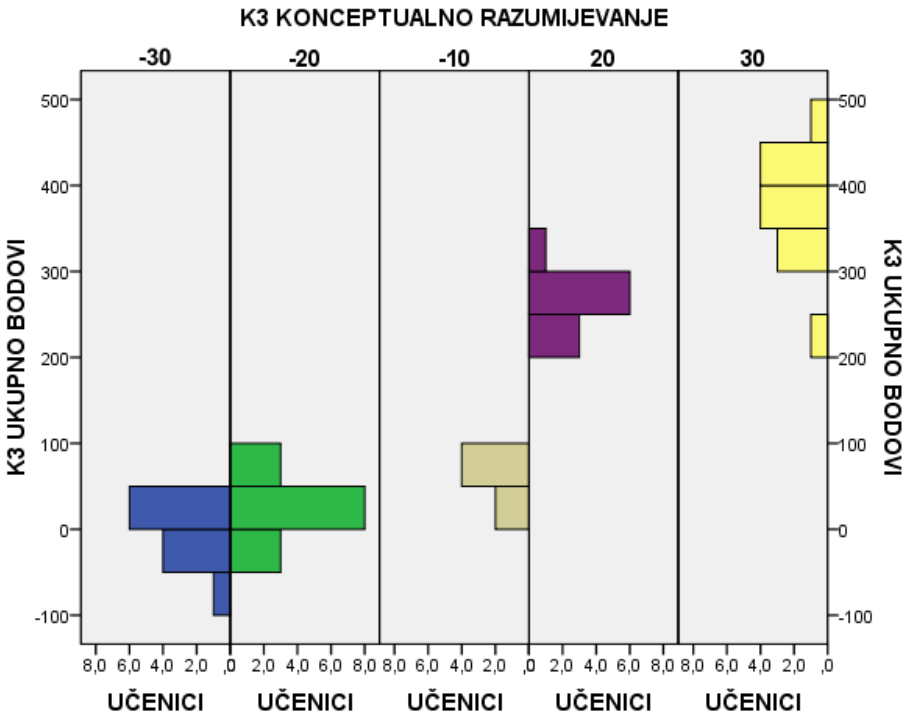
Slika 4. Korelacijski histogram ukupnog broja bodova po Kriteriju 2. i procjene razumijevanja

Slika 5. prikazuje histogram korelacije ukupno postignutih bodova učenika po Kriteriju 3. i procijenjenog konceptualnog razumijevanja. Budući da su Kriterijem 3. analizirane samo reprezentativne dobre i loše konceptualne mape, nije prikazana razina konceptualnog razumijevanja bodovana sa 10 bodova, odnosno razina osnovnog konceptualnog razumijevanja, jer tako bodovane mape nisu odabrane kao reprezentativne.

Temeljem prisutnosti značajnih miskoncepcija odabrane su reprezentativno loše konceptualne mape (34) kojih je nešto više nego odabranih reprezentativno dobrih mapa (24).

Promatranjem korelacijskog histograma na Slici 5. može se uočiti da su reprezentativno loše konceptualne mape bodovane sa -30 bodova, odnosno to su mape na kojima je prisutno više značajnih konceptualnih pogrešaka te su skupile najmanji ukupni broj bodova od svih mapa po skali bodovanja za Kriterij 3. Konceptualne mape na kojima je prisutna jedna značajna konceptualna pogreška, odnosno one kojima je dodijeljeno -20 bodova za konceptualno razumijevanje, velikom većinom su nezadovoljavajuće jer ne postižu dovoljan ukupni broj bodova. Učenici čije konceptualne mape sadrže jednu manju konceptualnu pogrešku, bodovane sa -10 bodova, većinom postižu dovoljan broj bodova ali su na donjoj granici skale bodovanja za Kriterij 3. Za takve mape ne može se sa sigurnošću tvrditi da su zadovoljavajuće s obzirom da je uzorak takvih reprezentativnih mapa vrlo mali. Konceptualne mape kojima je procijenjeno konceptualno razumijevanje predviđeno postignućima (20 bodova) ostvaruju značajno više ukupnih bodova od svih reprezentativno loših mapa. Najuspješniji učenici čije su konceptualne mape procijenjene da pokazuju sveobuhvatno konceptualno razumijevanje (30 bodova) ostvaruju najviši ukupni broj bodova.

Usporedbom mapa bodovanih sa -20 i -10 bodova za konceptualno razumijevanje po Kriteriju 3. vidljivo je da je gornja granica ukupnog broja bodova ista, no donja granica mapa bodovanih sa -20 je niža, a i veći je broj učenika bodovanih sa -20 koji nije uspio ostvariti očekivani broj bodova. Usporedbom mapa procijenjenog sveobuhvatnog i postignućima predviđenog konceptualnog razumijevanja može se uočiti da je donja granica ukupnog broja bodova ista, no gornja granica je značajno viša kod procijenjenog sveobuhvatnog konceptualnog razumijevanja. Iako su svi učenici postignućima predviđenog procijenjenog konceptualnog razumijevanja ostvarili odličan broj bodova, većina njih kreće se oko 300 bodova dok se kod grupe učenika čije je razumijevanje procijenjeno kao sveobuhvatno ukupni bodovi kreću oko 400. Temeljem prikazanih rezultata za Kriterij 3. može se uočiti da je postignuti ukupan broj bodova u skladu sa procjenom konceptualnog razumijevanja.



Slika 5. Korelacijski histogram ukupnog broja bodova reprezentativnih mapa i procijenjenog stupnja konceptualnog razuijevanja

Povezanost elemenata procjene po Kriteriju 1. utvrđena je Spearmanovim koeficijentom korelacije ($r_{(S)}$) kako bi se mogao procijeniti njihov značaj za procjenu konceptualnog razumijevanja (Tablica 9.). Između elemenata procjene *Pojmovi* i *Poveznice* utvrđena je visoka pozitivna povezanost ($r_{(S)}$ = 0,658) što govori da je na konceptualnim mapama velika većina pojmova međusobno spojena poveznicama. Između elemenata *Pojmovi* i *Riječi povezivanja* te elemenata *Poveznice* i *Riječi povezivanja* postoji srednja sukladnost što govori o umjerenom utjecaju riječi povezivanja na pojmove i poveznice. Elementi *Poveznice* i *Riječi povezivanja* također pokazuju veliku povezanost što govori da je velika većina poveznica na mapama opisana riječima povezivanja. Između elemenata *Poveznice* i *Razine* utvrđena je umjerena povezanost. Između elemenata *Pojmovi* i procjene *Konceptualnog razumijevanja* utvrđena je visoka pozitivna povezanost ($r_{(S)}$ = 0,559). Element *Poveznice* i procjena *Konceptualnog razumijevanja* pokazuju visok pozitivan stupanj povezanosti ($r_{(S)}$ = 0,630). Element *Riječi povezivanja* i procjena *Konceptualnog razumijevanja*, također, pokazuju visoku pozitivnu povezanost. Sličan trend uočen je između elementa *Razine* i procjene *Konceptualnog razumijevanja* sa nešto nižom vrijednosti korelacije, u intervalu umjerene povezanosti. Svi su elementi, osim *Razina*, pokazali veliku

povezanost sa *Konceptualnim razumijevanjem* dok je odnos ostalih elemenata u intervalu umjerene povezanosti s tim da *Pojmovi* i *Poveznice* pokazuju veliku povezanost, a najslabija povezanost utvrđena je između *Razina* i *Pojmova*.

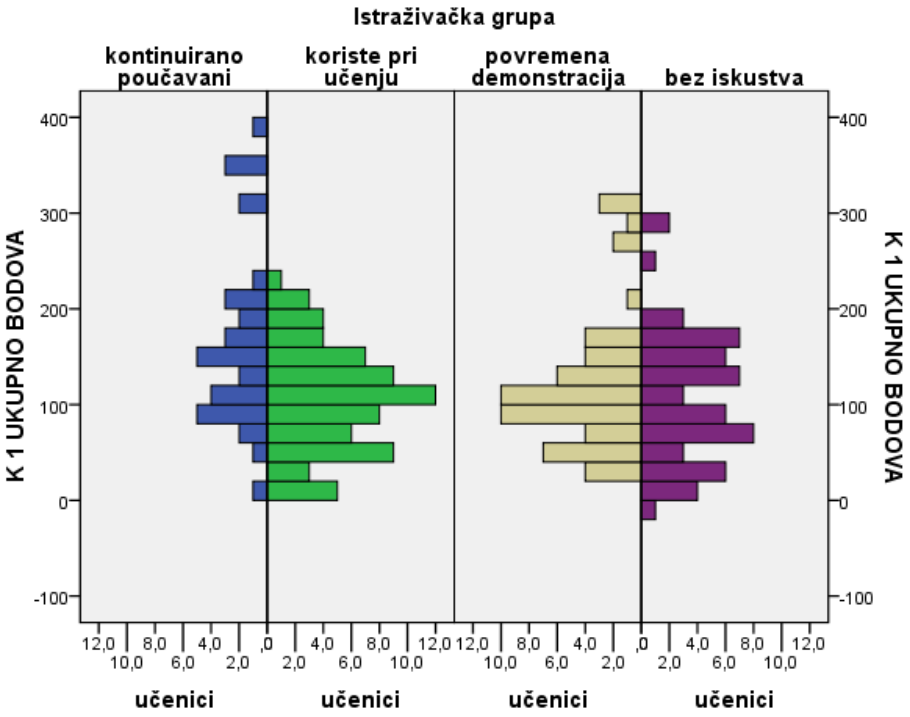
Tablica 6. Spearmanov korficijent korelacije ($r_{(S)}$) između elemenata procjene

Spearmanov koeficijent korelacije ($r_{(S)}$) N = 219	K 1 VEZE - POVEZNICE	K 1 VEZE - RIJEČI POVEZIVANJA	K 1 RAZINE	K 1 KONCEPTUALNO RAZUMIJEVANJE
K 1 POJMOVI	**0,658****	0,491**	0,414**	0,559**
K 1 VEZE - POVEZNICE		0,544**	0,444**	**0,630****
K 1 VEZE - RIJEČI POVEZIVANJA			0,498**	0,548**
K 1 RAZINE				0,492**

** signifikantno na 0.01 razini (2-stupanjski)

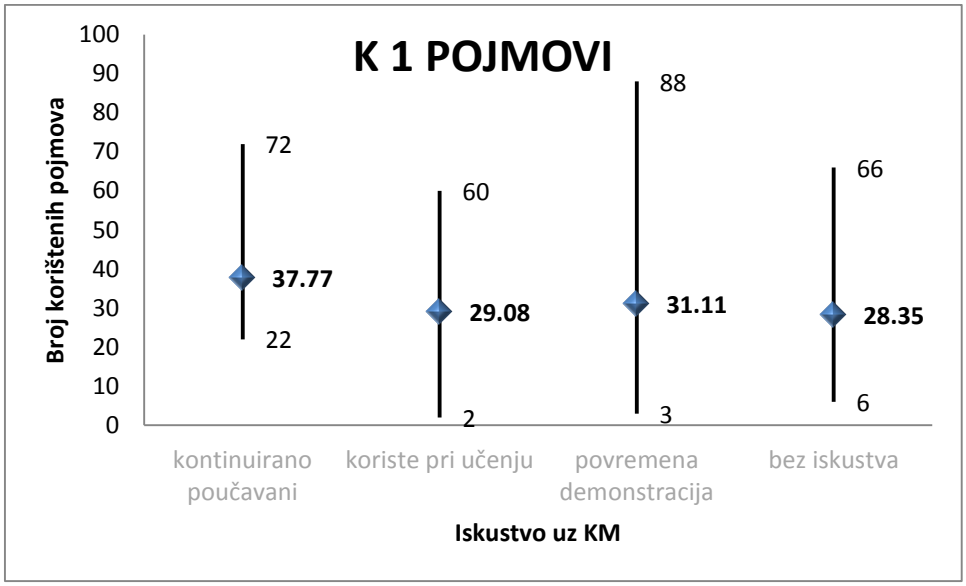
3.2. Utjecaj prethodnog iskustva učenja uz konceptualne mape na razumijevanje

Slika 6. prikazuje korelacijski histogram ukupnog broja bodova ostvarenih bodovanjem po Kriteriju 1. na kojem se može uočiti da je većina učenika bila srednje uspješna u izradi konceptualnih mapa. Na korelacijskom histogramu može se uočiti da je jako malo učenika bilo vrlo neuspješno pri izradi konceptualnih mapa sa ostvarenim negativnim ukupnim bodovima, a ti su učenici dio grupe bez prethodnog iskustva sa konceptualnim mapama. Najmanje neuspješnih učenika je u grupi kontinuirano poučavanih uz konceptualne mape, a najviše neuspješnih učenika dolazi iz grupe bez prehodnog iskustva sa konceptualnim mapama i grupe koja je dobila konceptualne mape koje koristi pri učenju. Uspješnih i jako uspješnih učenika najviše ima u grupi koja je kontinuirano poučavana, a najmanje u grupi učenika koji su dobili konceptualne mape koje moraju koristiti. Može se uočiti i da je najveći ukupni broj bodova ostvaren u grupi učenika koji su kontinuirano poučavani uz konceptualne mape, slijede ih učenici čije je iskustvo vezano uz povremenu demonstraciju konceptualnih mapa i učenici bez prethodnog iskustva dok je najniža gornja granica ukupnih bodova ostvarena kod učenika koji su dobili konceptualne mape koje moraju obavezno koristiti. Ukupno promatrano, najuspješnija je bila grupa kontinuirano poučavanih, a najneuspješnija grupa učenika koja je dobila konceptualne mape koje moraju koristiti.



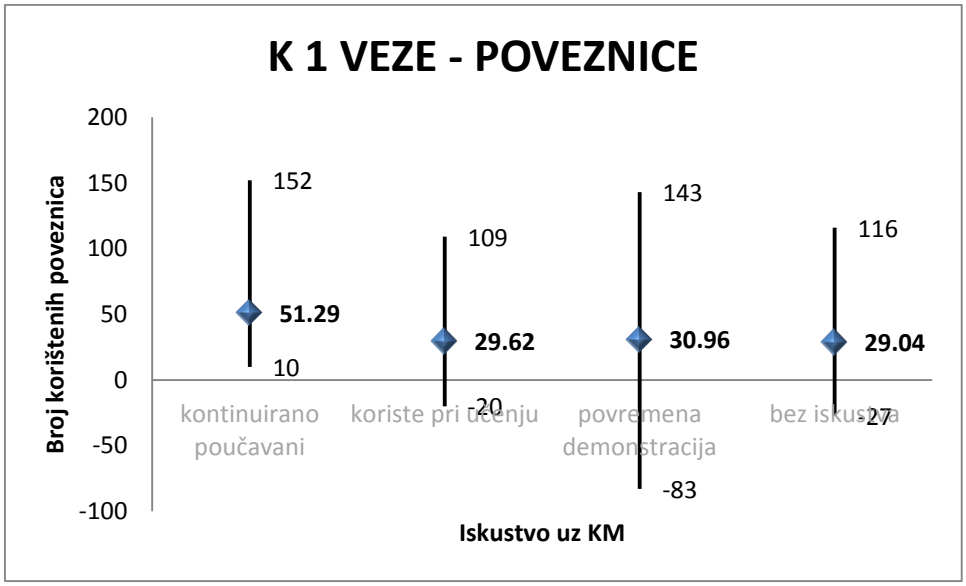
Slika 6 . Razlike u uspješnosti između istraživačkih grupa na osnovu korelacijskog dijagrama ukupnog broja bodova po Kriteriju 1.

Prvi element vrednovanja po Kriteriju 1. su *Pojmovi* navedeni na konceptualnoj mapi. Prema Slici 7. može se uočiti da najvišu srednju vrijednost broja bodova za *Pojmove* (M = 38,55 ± 14,625) ostvaruju učenici koji su kontinuirano poučavani uz primjenu konceptualnih mapa u učenju. Očekivano, najnižu srednju vrijednost broja bodova za *Pojmove* (M = 28,35 ± 10,582) postižu učenici koji nemaju prethodno iskustvo sa konceptualnim mapama.



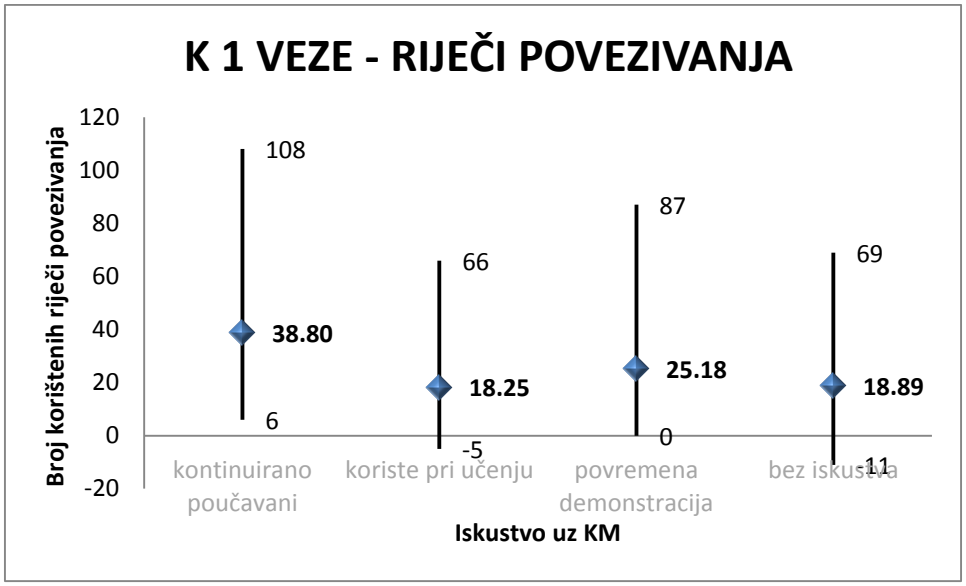
Slika 7. Srednja vrijednost, minimalne i maksimalne vrijednosti broja bodova korištenih pojmova

Drugi analizirani element vrednovanja su prikazane veze između pojmova i on je podijeljen na dva podelementa *Poveznice* i *Riječi povezivanja*. Učenici koji su kontinuirano poučavani uz primjenu konceptualnih mapa postigli su najvišu srednju vrijednost broja bodova za *Poveznice* (M = 53,29 ± 39,126), a ostali učenici manjeg iskustva u korištenju konceptualnih mapa ostvaruju vrlo slične srednje vrijednosti u rasponu od 29,04 do 30,96 bodova. Očekivano, najveći broj bodova za *Poveznice* (152) sakupljen je u grupi učenika koji kontinuirano koriste konceptualne mape u učenju. Najmanji broj bodova (-83) ostvaren je u grupi učenika čije je iskustvo vezano uz povremenu demonstraciju konceptualnih mapa, što je posljedica korištenja neusmjerenih poveznica kod 17 od ukupno 57 učenika grupe, odnosno 29,82% učenika grupe, a za koje su dodjeljivani negativni bodovi. Takav rezultat mogao je nastati kao posljedica demonstracije različitih oblika konceptualnih mapa, pri čemu učenici nisu bili aktivno uključeni u pripremu ili interpretaciju prikazanih koncepata te zbog toga nisu u potpunosti slijedili upute učiteljice.



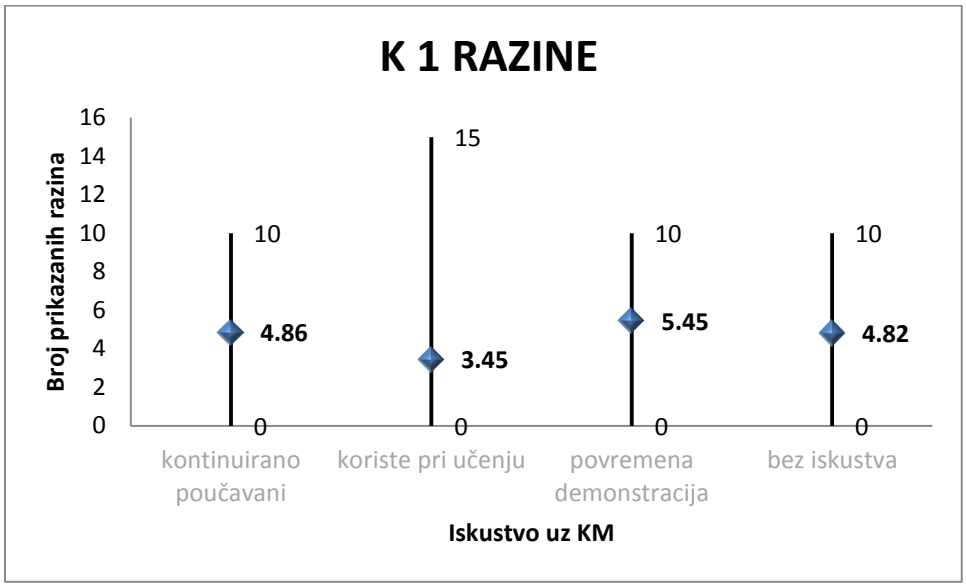
Slika 8. Srednja vrijednost, minimalne i maksimalne vrijednosti broja bodova korištenih poveznica

Uspjeh učenika za podelement *Riječi povezivanja* može se vidjeti na Slici 9. Najveći broj bodova (108) i najvišu srednju vrijednost broja bodova za *Riječi povezivanja* (M = 38,80 ± 25,164) postigli su učenici koji su kontinuirano poučavani uz konceptualne mape. Najnižu srednju vrijednost (M = 18,89 ± 15,470) i najmanji broj bodova za *Riječi povezivanja* (-11) ostvarili su učenici bez iskustva rada sa konceptualnima mapama. Kod podelementa *Riječi povezivanja* uočljiva je najveća razlika između kontinuirano poučavane grupe i ostalih grupa.



Slika 9. Srednja vrijednost, minimalne i maksimalne vrijednosti broja bodova korištenih riječi povezivanja

Za treći analizirani element procjene konceptualnih mapa *Razine* učenici su ostvarili neočekivano mali rezultat (Slika 10.) Najviše prikazanih razina (3), odnosno ostvarenih 15 bodova je u grupi učenika koji su dobili konceptualne mape koje obavezo moraju koristiti, no srednja vrijednost broja bodova prikazanih *Razina* je najmanja u toj grupi u odnosu na druge grupe (M= 3,45 ± 4,017). Učenici čije je iskustvo vezano uz povremenu demonstraciju konceptualnih mapa (M = 5,45 ± 3,341) ostvarili su najvišu srednju vrijednost upotrjebljenih razina.



Slika 10. Srednja vrijednost , minimalne i maksimalne vrijednosti broja bodova prikazanih razina

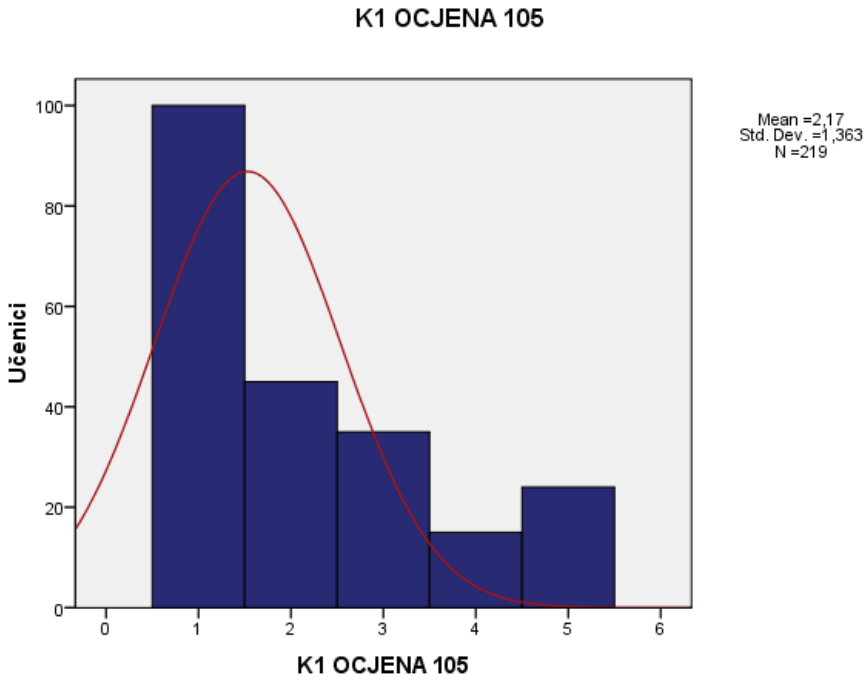
Sveukupnom analizom odrednica važnih za konceptualno razumijevanje utvrđeno je da postoji značajna razlika u ostvarenim bodovima po elementima kod grupe koja je kontinuirano poučavana u odnosu na ostale grupe učenika. Vidljiv je trend postizanja većeg broja bodova, a time i kvalitetnijeg prikaza odrednica značajnih za konceptualno razumijevanje kod grupe koja je kontinuirano poučavana.

3.2.1. Učinkovitost primjene konceptualnih mapa pri vrednovanju

S obzirom da su predložene tri različite skale bodovanja za ocijene izrađenih konceptualnih mapa na Slikama 11., 12. i 13. su prikazani grafički prikazi postignutih ocjena po primijenjenim kriterijima (K1, K2, K3).

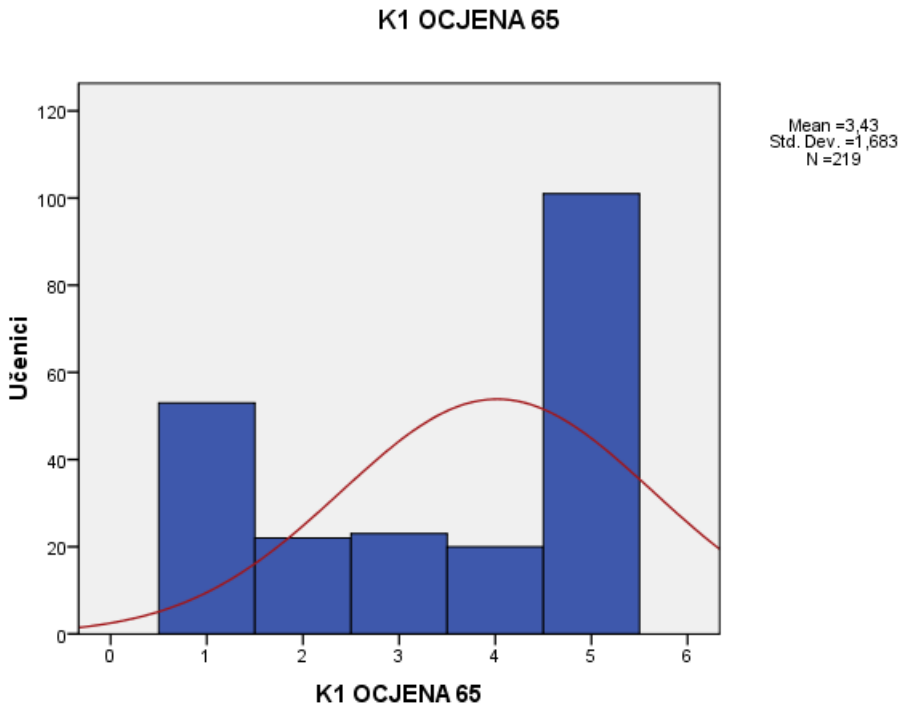
Na Slici 11. prikazane su postignute ocjene učenika određene prema višoj skali bodovanja ocjenjivanja (105 bodova potrebno za pozitivnu ocjenu) po Kriteriju 1. Utvrđena je

srednja vrijednost ocjene od M = 2,17 ± 1,363 na ukupno 219 učenika, no krivulja raspodjele pomaknuta je prema nižoj vrijednosti ocjena jer ipak najveći broj učenika postiže nedovoljnu ocjenu, a najmanji broj učenika ocjene vrlo dobar (4) i odličan (5).



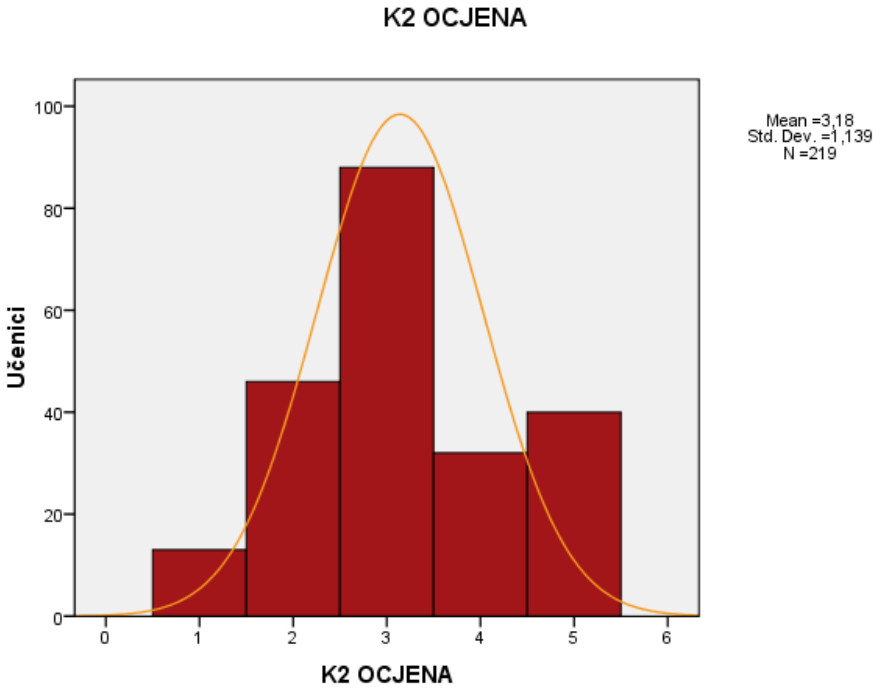
Slika 11. Postignute ocjene prema višoj skali ocjenjivanja po Kriteriju 1.

Na Slici 12. prikazana je uspješnost učenika prema nižoj skali ocjenjivanja (65 ukupnih bodova za ocjenu dovoljan) po Kriteriju 1. Utvrđena srednja vrijednost ocjena analiziranih mapa iznosi M = 3,43 ± 1,683. Na Slici 12. možemo primijetiti da je najveći broj učenika postigao ocjenu odličan (5), a najmanji broj učenika ocjenu vrlo dobar (4) što rezultira pomakom krivulje raspodjele prema višoj ocjeni u odnosu na srednju vrijednost. Takav rezultat ukazuje da skala nije dovoljno razlučiva jer ne razlikuje dobro razlike uspješnih učenika.



Slika 12. Postignute ocjene prema nižoj skali ocjenjivanja po Kriteriju 1.

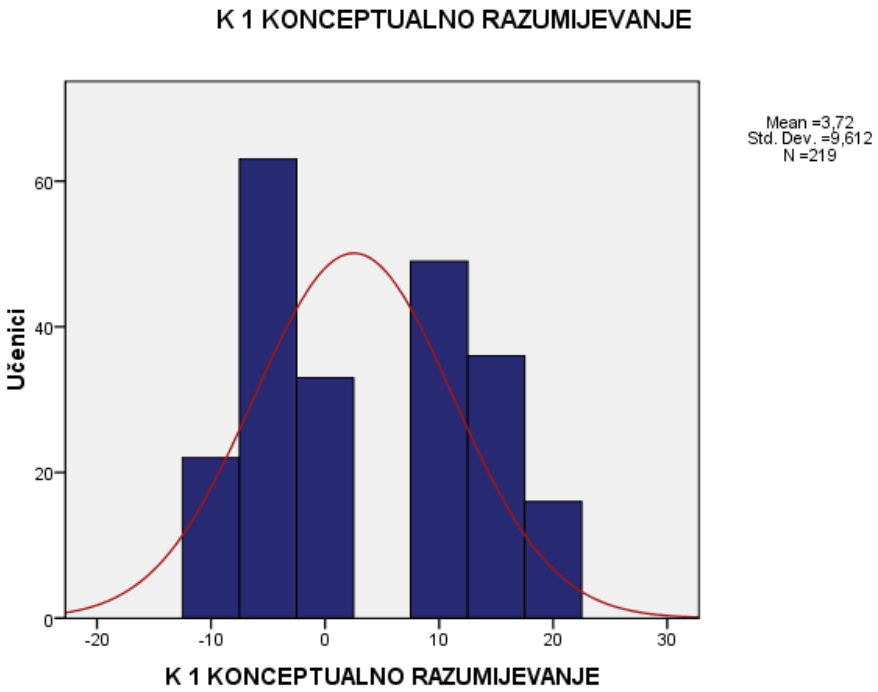
Na Slici 13. je grafički prikaz postignutih ocjena učenika po Kriteriju 2. Može se primijetiti da je najveći broj učenika ostvario ocjenu dobar (3), a redoslijedom ih slijede mape ocijenjene sa dovoljan (2), odličan (5) i vrlo dobar (4). Najmanji broj učenika je neuspješan odnosno postiže ocjenu nedovoljan (1). Utvrđena je srednja vrijednost ocjena M = 3,18 ± 1,139, a nije prisutan pomak krivulje raspodjele.



Slika 13. Postignute ocjene prema skali ocjenjivanja za Kriteriju 2.

3.3. Usvojenost koncepata

Grafički prikazi na Slikama 14. i 15. prikazuju konceptualno razumijevanje po Kriteriju 1. i Kriteriju 2. Na Slici 14. možemo uočiti da je najveći broj konceptualnih mapa bodovan sa -5 bodova za konceptualno razumijevanje, odnosno prisutna je jedna značajna konceptualna pogreška. Slijede ih učenici čije su mape procijenjene da pokazuju osnovno konceptualno razumijevanje. Nakon toga slijede konceptualne mape koje ostvaruju postignućima predviđeno konceptualno razumijevanje i mape na kojima je prisutna manja konceptualna pogreška između kojih je vrlo mala brojčana razlika. 9,13 % učenika predalo je konceptualne mape na kojima je prisutno više značajnih konceptualnih pogrešaka. Najmanje konceptualnih mapa (8,22 %) bodovano je sa 20 bodova, odnosno njihovo je konceptualno razumijevanje procijenjeno kao sveobuhvatno. Utvrđeno je da je srednja vrijednost broja bodova dodijeljenih za konceptualno razumijevanje M = 3,72 ± 9,612 uz neznatan pomak krivulje raspodjele prema nižim vrijednostima bodova konceptualnog razumijevanja.



Slika 14. Konceptualno razumijevanje učenika po Kriteriju 1.

Da bi se provjerila usvojenost koncepata vezanih uz temu mitoze i mejoze učenici su svrstani u dvije skupine s obzirom na pokazano konceptualno razumijevanje. Kao prag minimalnog osnovnog razumijevanja određeno je 5 postignutih bodova, stoga su razlučene dvije skupine učenika su: *oni koji ne razumiju zadanu temu sa manje od 5 bodova* i *oni koji razumiju zadanu temu sa 5 ili više bodova* za konceptualno razumijevanje. Tablica 7. prikazuje uspješnost za grupe učenika s obzirom na ostvareni minimalni prag razumijevanja. Na Tablici 7. uočavamo da je broj učenika koji ne razumije zadanu temu (53,88 %) veći od onih koji razumiju zadanu temu (46,12 %).

Učenici sa 5 ili više bodova za razumijevanje postižu veću srednju vrijednost broja bodova za *Pojmove* (M = 37,95 ± 14,915) koja ukazuje na prisutnost većine pojmova, opisanih kao relevantni opravdani, na konceptualnim mapama. Učenici kojima je dodijeljeno manje od 5 bodova za razumijevanje ostvaruju srednju vrijednost broja bodova M = 24,68 ± 9,231 što upućuje na manjak relevantnih opravdanih pojmova na mapi. Kod elementa *Pojmovi* utvrđena je razlika srednjih vrijednosti od 13 pojmova između učenika koji razumiju i onih koji ne razumiju zadanu temu. Učenici su najviše koristili pojmove: *DNA, geni, bjelančevine, kromosomi, mejoza, mitoza, razmnožavanje, stanica, organeli, mitohnodiriji, energija, stanično disanje, jezgra, citoplazma*. Promatrajući element *Poveznice* utvrđena je

značajna razlika srednjih vrijednosti od 29 bodova između grupe učenika koji razumiju zadanu temu i onih koji ne razumiju zadanu temu. Učenici koji razumiju koncepte ostvaruju srednju vrijednost broja *Poveznica* od čak M = 49,08 ± 34,415, za razliku od onih sa manje od 5 bodova koji ostvaruju upola manje (M = 19,75 ± 19,603). Između učenika koji razumiju i učenika koji nemaju minimalno konceptualno razumijevanje utvrđena je velika razlika od 19,68 bodova. Na osnovu razlika srednjih vrijednosti učenika koji su savladali i onih koji nisu savladali minimum konceptualnog razumijevanja, može se uočiti da su elementi *Poveznice* i *Riječi povezivanja* najizraženije odrednice za utvrđivanje konceptualnog razumijevanja iskazanog upotrebom konceptualnih mapa. Kod elementa *Razine* utvrđena je mala razlika od 3,24 boda između učenika koji razumiju zadano gradivo i učenika koji ne razumiju zadanu temu. Analizirajući ukupan broj bodova kod učenika koji razumiju zadanu temu utvrđena je srednja vrijednost od M = 172,71 ± 6,904, a kod učenika koji ne razumiju zadanu temu srednja vrijednost od samo M = 75,56 ± 38,658 bodova. Razlika srednje vrijednosti *Ukupnog broja bod*ova između učenika jedne i druge skupine je čak 97,15 bodova što je rezultiralo i razlikom u ocjenama između ove dvije skupine.

Tablica 7. Srednja vrijednost uspješnosti i odrednica konceptualnog razumijevanja za grupe učenika s obzirom na ostvareni minimalni prag od 5 bodova za konceptualno razumijevanje (po pojedinim elementima procjene pri čemu su: N broj učenika, M srednja vrijednost, SD standardna devijacija i SE standardna pogreška srednje vrijednost)

	K 1 KONCEPTUALNO RAZUMIJEVANJE	**N**	**M**	**SD**	**SE**	**razlika M (grupa >=5 - grupa <5)**
K 1 POJMOVI	>= 5	101	37,95	14,915	1,484	13,27
	< 5	118	24,68	9,231	,850	
K 1 VEZE - POVEZNICE	>= 5	101	49,08	34,415	3,424	29,33
	< 5	118	19,75	19,603	1,805	
K 1 VEZE - RIJEČI POVEZIVANJA	>= 5	101	34,08	20,916	2,081	19,68
	< 5	118	14,40	10,892	1,003	
K 1 RAZINE	>= 5	101	6,29	3,651	,363	3,24
	< 5	118	3,05	3,205	,295	
K 1 UKUPNO BODOVA	>= 5	101	172,71	69,382	6,904	97,15
	< 5	118	75,56	38,658	3,559	

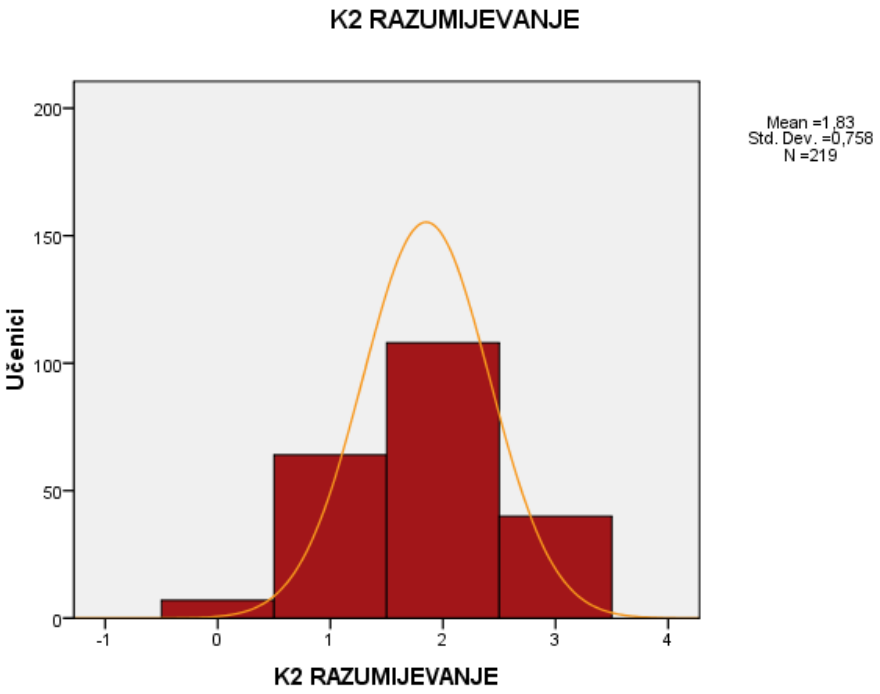
Razlike u uspješnosti prikazivanja ostvarenja osnovnih odrednica konceptualnog razumijevanja u analiziranim konceptualnim mapama između učenika *koji ne razumiju zadanu temu* i onih *koji razumiju zadanu temu* uspoređivane su t-testom nezavisnih uzoraka (Tablica 8.). Levene test za ujednačenost odstupanja varijance potvrđuje da je jedino ujednačenost varijance predviđena za *Razine* pa je u svim ostalim slučajevima kao rezultat t-

testa uzeta vrijednost u kojoj ujednačenost varijanci nije pretpostavljena. T-test potvrđuje signifikantne razlike u ostvarenim bodovima za elemente bodovanja koji odgovaraju odrednicama konceptualnog razumijevanja, između uspjeha onih *koji ne razumiju zadanu temu* i onih *koji razumiju.* Osim za ukupni rezultat bodovanja najveća je razlika srednjih vrijednosti tih dviju grupa učenika ($M_{<5}$ - $M_{>=5}$ = 19,68) uočena za *Riječi povezivanja* (Tablica .) što potvrđuje izuzetnu važnost te odrednice u procjeni konceptualnog razumijevanja učenika uz pomoć konceptualnih mapa.

Tablica 8. Razlike u uspješnosti prikazivanja ostvarenja osnovnih odrednica konceptualnog razumijevanja i ukupnog uspjeha u izradi konceptualnih mapa s obzirom na razumijevanje teme.

Odrednice	Levene test za ujednačenost verijance		t-test za ujednačenost srednjih vrijednosti				
	F	p	t	df	p	Srednja razlika	Std. pogreška razlike
K 1 POJMOVI	22,846	0	7,761	161,483	0,000	13,273	1,71
K 1 VEZE - POVEZNICE	11,133	0,001	7,578	153,157	0,000	29,333	3,871
K 1 VEZE - RIJEČI POVEZIVANJA	20,06	0	8,519	145,127	0,000	19,681	2,31
K 1 RAZINE	2,086	0,15	6,986	217	0,000	3,236	0,463
K 1 UKUPNO BODOVA	14,988	0	12,509	151,087	0,000	97,154	7,767

Na Slici 15. koja prikazuje bodovanje razumijevanja po Kriteriju 2. uočava se da je najveći broj učenika prikazao konceptualnim mapama razumijevanje predviđeno postignućima. Slijede ih redoslijedom učenici koji su prikazali suštinsko i nepotpuno konceptualno razumijevanje uz prisutnost nekoliko miskoncepcija, a najmanji broj učenika prikazuje konceptualnim mapama nedostatno ili pogrešno konceptualno razumijevanje uz prisutnost nekoliko miskoncepcija. Može se uvidjeti da po Kriteriju 2. 64,84 % učenika razumije zadanu temu, a 35,16 % učenika ne razumije zadanu temu. Utvrđena srednja vrijednost broja bodova dodijeljenih za razumijevanje je M = 1,83 ± 0,758 što je u skladu i sa krivuljom raspodjele. Razlika između procjene po Kriteriju 1. i Kriteriju 2. iznosi 19%. Ona je posljedica slabije osjetljivosti Kriterija 2. na razlučivanje konceptualnog razumijevanja učenika.



Slika 15. Konceptualno razumijevanje učenika po Kriteriju 2.

Da bi se utvrdile razlike u usvojenosti koncepata između dječaka i djevojčica uzorka korišten je T test pri čemu su analizirani karakteristični elementi prikaza konceptualnog razumijevanja. Promatrajući Tablicu 9. možemo uočiti da je uzorak od 219 učenika činilo više djevojčica (N=98). Kod elemenata *Pojmovi*, *Poveznice*, *Riječi povezivanja*, *Razine* i *Ukupnog broja bodova* djevojčice postižu trivijalno višu srednju vrijednost broja bodova elemenata, a kod analize procjene *Konceptualnog razumijevanja* djevojčice, također, postižu neznatno višu srednju vrijednost od dječaka. No, sveukupno promatrano razlike između dječaka i djevojčica su statistički neznačajne.

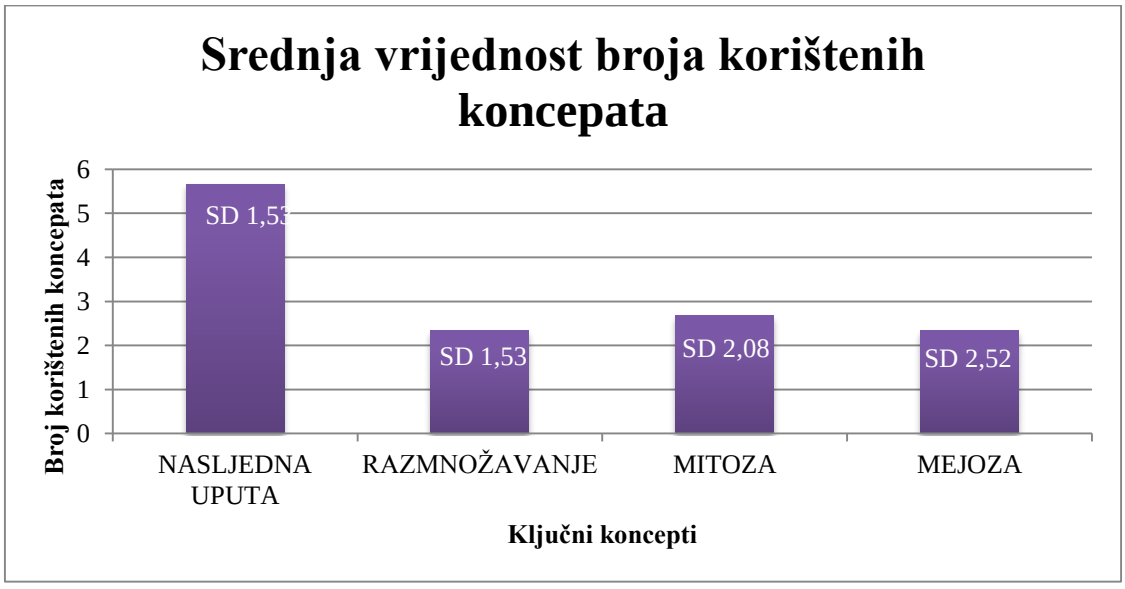
Tablica 9. Razlike prikaza konceptualnog razumijevanja između dječaka i djevojčica

	Spol	N	Srednja vrijednost	Std. Devijacija	Std. pogreška srednje vrijednosti
K 1 POJMOVI	muško	88	28,93	12,050	1,284
	žensko	98	28,99	11,474	1,159
K 1 VEZE - POVEZNICE	muško	88	29,20	25,281	2,695
	žensko	98	31,36	26,999	2,727
K 1 VEZE - RIJEČI POVEZIVANJA	muško	88	19,80	12,523	1,335
	žensko	98	22,22	18,105	1,829
K 1 RAZINE	muško	88	4,09	3,756	,400
	žensko	98	4,39	3,749	,379
K 1 KONCEPTUALNO RAZUMIJEVANJE	muško	88	1,76	9,193	,980
	žensko	98	3,62	9,075	,917
K 1 UKUPNO BODOVA	muško	88	106,69	57,376	6,116
	žensko	98	113,88	66,009	6,668

3.3.1 Razumijevanje mitoze i mejoze

Utvrđena srednja vrijednost usvojenosti koncepta mitoze i mejoze kod učenika istraživanog uzorka ukazuje na slabu usvojenost koncepta (M = 3,72 ± 9,612, u rasponu vrijednosti od -10 do 20 bodova), uz signifikantnu statistički značajnu razliku usvojenosti između učenika prema Kolmogorov-Smirnov testu ($Z_{K\text{-}S}$ = 3,049; p < 0,0001). Da bi se lakše provjerila usvojenost koncepata mejoze i mitoze odabrani koncepti su razvrstani u kategorije: nasljedna uputa, razmnožavanje, mitoza i mejoza što prikazuje Tablica 13.

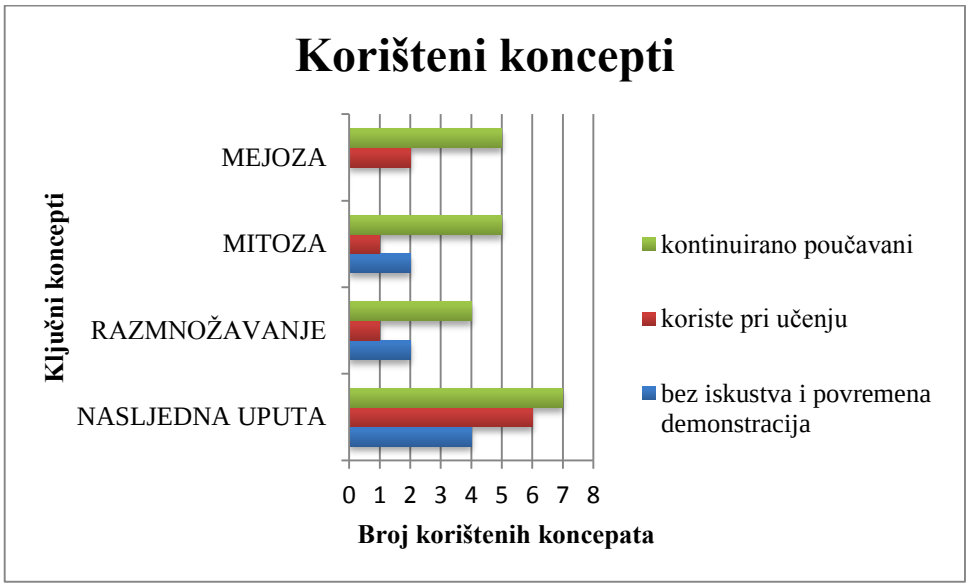
Na slici 16. prikazane su srednje vrijednosti broja korištenih koncepata po kategorijama. Uočava se da je najviše učenika koristilo pojmove vezane uz *Nasljednu uputu* pri čemu je utvrđena srednja vrijednost prikazanog broja koncepata M = 5,67 ± 1,53. Koncepti vezani uz *Mitozu* i *Mejozu* pokazuju manju srednju vrijednost (M = 2,67 ± 2,08 i 2,33 ± 2,52). Koncepti vezani uz *Razmnožavanje* nisu zadani pa je u skladu s tim srednja vrijednost nešto manja (M = 2,33 ± 1,53).



Slika 16. Srednja vrijednost broja korištenih koncepata

Da bi se provjerio utjecaj prethodnog iskustva rada učenika sa konceptualnim mapama na usvojenost koncepata mejoze i mitoze uspoređene su kategorije koncepata kod pojedine grupe učenika. Učenici koji nisu imali prethodnog iskustva i oni koji su konceptualne mape koristili načinom povremene demonstracije u nastavi grupirani su zajedno jer je prilikom analize koncepata mitoze i mejoze na konceptualnim mapama uočena izrazito velika sličnost u prikazanim konceptima, tj. u navedenim pojmovima i korištenim vezama koje te pojmove i njihove međuodnose opisuju. Vidljivo je da učenici svih grupa najviše koncepata prikazuju iz

kategorije *Nasljedna uputa*, a najmanje iz kategorije *Razmnožavanje.* Daleko najuspješnije rezultate u svim kategorijama koncepata postižu učenici koji su kontinuirano poučavani uz konceptualne mape što je vidljivo na Slici 17. Kontinuirano poučavani učenici prikazuju jednaki broj koncepata (5) vezanih uz *Mitozu* i uz *Mejozu*, dok kod *Razmnožavanja* prikazuju 4 ključna koncepta, a kod *Nasljedne upute* čak 7. Vidljivo je da kontinuirano poučavani učenici prikazuju 3 koncepta više u kategoriji *Mitoze* i *Mejoze* u odnosu na grupu bez iskustva i povremena demonstracija koja u svakoj od ovih kategorija ostvaruje prosječnih 2 koncepta. Grupa učenika bez iskustva i povremena demonstracija općenito u svim je kategorijama koncepata ostvaruje prosječne rezultate u skladu sa zadanim pojmovima, osim kategorije *Nasljedne upute* gdje su prikazali samo 4 ključna koncepta. Učenici grupe koja je dobila konceptualne mape na korištenje postižu najneuspješnije rezultate u svim kategorijama sa samo 2 prikazana koncepata, osim *Nasljedne upute* gdje postižu nešto bolje rezultate.



Slika 17. Broj korištenih ključnih koncepata s obzirom na iskustvo korištenja konceptualnih mapa

Tablica 10. prikazuje podjelu reprezentativno dobrih usvojenih koncepata po kategorijama s obzirom na prethodno iskustvo učenika sa konceptualnim mapama. Da bi se provjerila kvaliteta usvojenih reprezentativnih koncepata uspoređeni su sa predviđenim postignućima (Tablica 5.).

Istraživačka grupa koja je bez prethodnog iskustva ili su joj mape demonstrirane prenosi definiciju i opisuje *gene kao nositelje nasljednih osobina*, no ne povezuju ih pravilno sa DNA već ta dva pojma doživljavaju kao potpuno odvojena. Učenici spominju ključan pojam *kromosom,* no ne povezuju ga sa DNA i bjelančevinama. To je razočaravajući rezultat

s obzirom da su kromosomi, DNA i bjelančevine bili zadani kao ključne riječi. Ova istraživačka grupa većinom samo *definira što je mitoza*, odnosno *mejoza*, te navodi vrstu stanica koje nastaju dotičnim procesima ali međusobno ne razlikuje procese u smislu broja stanica koje nastaju. Uočeno je da učenici prilikom definiranja mejoze govore o *redukciji broja kromosoma na polovicu početnog broja,* no pritom nije primijećeno da uspoređuju broj kromosoma nastalih mejozom odnosno mitozom. Sveukupno gledano, moguće je uvidjeti da su 1. i 4. ishod po Nacionalnom planu i programu za osnovne škole u potpunosti ostvareni, a 3. ishod samo djelomično dok je 2. ishod ostao nezadovoljen. Također, uočena je slabija usvojenost i poteškoće u razumijevanju koncepata vezanih uz nasljednu uputu. Također, učenici pokazuju usvojenost nekih koncepta spolnog i nespolnog razmnožavanja.

Analizirajći istraživačku grupu koja je dobila konceptualne mape na korištenje može se primijetiti da učenici opisuju *gene kao nositelje nasljednih osobina*, te *ih povezuju sa DNA* za razliku od prethodne grupe. Učenici ove grupe *navode pojam broja kromosoma* (*n i 2n*), no ne razlikuju broj kromosoma u stanicama nastalima procesom mitoze i mejoze. Učenici *opisuju procese mitoze i mejoze* i međusobno ih razlikuju u smislu vrste stanica koje nastaju ali nepotpuno su usvojili razlike mitoze i mejoze u smislu broja stanica koje nastaju. Općenito gledano, može se utvrditi da je kod grupe koja je dobila mape koje mora koristiti pri učenju ostvaren nešto manji broj ishoda prema Nacionalnom planu i programu za osnovne škole nego kod ostalih istraživačkih grupa. U potpunosti je ostvaren 1. ishod, a djelomično i 2., dok su ostali ishodi nezadovoljeni. Učenici ove grupe pokazuju kvalitetno znanje vezano uz nasljednu uputu ali usvojenost ostalih koncepata teme je nepotpuna i nedovoljna. Ono što se ističe kod ove grupe učenika je prepoznavanje važnosti spolnih stanica, tj. *genske raznolikosti za opstanak života* (4. ishod, 8. razred).

Daleko najuspješnije su zadovoljili predviđene ishode učenici koji su kontinuirano poučavani uz konceptualne mape. Učenici ove grupe pokazuju ne samo predviđene ishode već i dobro povezivanje teme staničnih dioba sa prethodnom temom koju su učili (*Stanica s jezgrom; koncepti ribosomi, kloroplasti, fotosinteza*). Učenici opisuju *gen kao nositelja nasljedne upute* (1. ishod) i njegovu *funkciju u sintezi bjelančevina*, te dobro ga *povezuju sa DNA i bjelančevinama*. Učenici *opisuju mitozu i mejozu*, razlikuju ih (3. ishod) i *uspoređuju broj kromosoma* u stanicama nastalim tim procesima (2. ishod) te dobro *opisuju nastanak spolnih stanica u smislu broja kromosoma* (4. ishod) . Također, opisuju čak i *strukturu DNA* i *proces nastanka kromosoma*. Učenici ove grupe pokazuju i jako dobro razumijevanje koncepata koji se predviđeno uče u 8. razredu osnovne škole (*Roditelji i potomci*) s obzirom

da zadovoljavaju postignuća te teme (*spolno razmnožavanje, oplodnja i raznolikost potomaka*).

Analizom ključnog koncepta *Razmnožavanje* uočavamo da su učenici istraživanog uzorka relativno dobro upoznati s gradivom nastavne teme *Roditelji i potomci* čija je obrada predviđena u 8. razredu osnovne škole što je svakako pohvalno i poželjno. Sveukupno promatrano, kod grupe učenika koji su kontinuirano poučavani zadovoljeni su svi predviđeni ishodi za temu *Stanične diobe* što ukazuje na dobru usvojenost koncepata teme, a također uočeno je povezivanje sa prethodnom temom učenja *Stanica s jezgrom* i najšire poznavanje teme. Učenici koji su dio grupe bez iskustva i povremena demonstracija, općenito postižu prosječne rezultate sa potpuno zadovoljenih 2 od 4 predviđenih ishoda, dok učenici grupe koja mape koristi u učenju ostvaruju potpuno samo 1 od 4 predviđena ishoda.

Tablica 10. Reprezentativni usvojeni koncepti s obzirom na prethodno iskustvo korištenja konceptualnih mapa

Istraživačka grupa	**Usvojeni koncepti**			
	NASLJEDNA UPUTA	RAZMNOŽAVANJE	MITOZA	MEJOZA
bez iskustva i povremena demonstracija	· nasljeđivanje je prijenos nasljedne upute s roditelja na potomke · gen je nositelj nasljednih osobina · DNA i RNA su nasljedne tvari enzim upravlja funkcijama organizma	· pri nespolnom razmnožavanju svi su potomci genetički jednaki · organizmi koji se spono razmnožavaju imaju dvije vrste stanica s obzirom na broj kromosoma	· stanice kćeri nakon mitoze imaju svoju nasljednu uputu ali identičnu kao stanica majka · iz jedne tjelesne stanice mitozom nastaju dvije tjelesne stanice sa istim genetičkim materijom	· mejoza je proces nastanka spolnih stanica · mejoza je proces u kojem se broj kromosoma smanjuje na pola
koriste pri učenju	· nespolnim razmnožavanjem-diobom- nastaju klonovi · DNA sadržava gene koji su nositelji nasljednih svojstava · geni daju upute za proizvodnju bjelančevina · geni su dijelovi molekule DNA koja ima sposobnost udvostručavanja prije mitoze i mejoze · DNA nosi nasljednu uputu pohranjenu u genima · homologni parovi imaju 2n broj kromosoma	· spolne stanice su važne za održanje vrste	· mitoza je dioba kojom nastaju dvije stanice s istim bojem kromosoma	· mejozom nastaju spolne stanice · mejoza se sastoji od dvije diobe
kontinuirano poučavani	· dvostruka zavojnica se razdvaja prije udvostručavanja neposredno prije mitoze · u stanici tijekom diobe oblikuju se kromosomi iz kromatina · u ribosomima bjelančevine nastaju ali DNA daje upute za njihov nastanak · nasljedna uputa određuje sastav bjelančevina · DNA je makromolekula koje se sastoji od 2 dugačka lanca omotanih u obliku spirale, a zajedno sa bjelančevinama tvori kromosome · DNA je izgrađena od 4 vrste gradivnih jedinica čijim kombiniranjem nastaje kod za aminokiseline · dio molekule DNA je gen koji je nositelj nasljednih osobina te određuje sastav bjelančevine	· oplodnjom spajanjem jezgri jajne stanice (23 kromosoma) i spermija (23 kromosoma) nastaje oplođena jajna stanica (46 kromosoma) · svaka spolna stanica je različita što je važno za raznolikost · jednojajčani blizanci nastaju iz jedne jajne stanice · spolne stanice sa n brojem kromosoma nastaju u organizmima koji se razmnožavaju spolno	· tjelesne stanice koje nemaju sposobnost mitoze su živčane stanice · mitoza omogućuje rast i regeneraciju · iz oplođene jajne stanice mitozom nastaju tjelesne stanice · mitozom nastaju dvije potpuno jednake tjelesne stanice po broju kromosoma (2n) · tijekom mejoze broj kromosoma se reducira	· mejozom nastaju spolne stanice sa polovičnim brojem kromosoma (n=23) · u sjemenicima mejozom iz jedne spolne stanice nastaju 4 spermija · u jajnicima mejozom iz jedne spolne stanice nastaje jedna jajna stanica · spolne stanice se razlikuju od stanice majke iz koje nastaju po broju kromosoma i genima · mejoza je dioba kojom nastaju spolne stanice

3.3.2 Stupanj konceptualnog razumijevanja

Tablica 11. prikazuje elemente značajne za utvrđivanje konceptualnog razumijevanja kod učenika istraživanog uzorka gdje vidimo da je kod elementa *Pojmovi* ostvaren prosjek od M = 30,80 ± 13,848 bodova koji je očekivan u odnosu na minimum (2) i maksimum (88) ostvarenih bodova učenika. Srednja vrijednost utvrđena kod elementa *Poveznice* je samo M = 33,27 ± 31,05 iako je u uzorku postignut maksimum od čak 152 boda i minimum od samo -72 boda za *Poveznice* što ukazuje da ih većina učenika uzorka koristi srednje uspješno u prikazu konceptualnog razumijevanja. *Riječi povezivanja* kao važan element za utvrđivanje konceptualnog razumijevanja maksimalno je bodovan sa 108 bodova, a srednja vrijednost je značajno niža i pokazuje umjerenu uspješnost pri odabiru i korištenju riječi povezivanja što je također trend i kod elementa *Razine*. Kod elementa procjene *Konceptualnog razumijevanja* interval bodovanja kreće se između -10 i 20 bodova, a srednja vrijednost (M = 3,72 ± 9,612) tog elementa pokazuje tendenciju prema slabijem konceptualnom razumijevanju od očekivanog.

Tablica 11. Elementi procjene značajni za utvrđivanje konceptualnog razumijevanja uz konceptualne mape sa pripadajućim vrijednostima prosječne bodovne vrijednosti (M) i standardne devijacije (SD) te minimalnih (Min) i maksimalnih (Max) vrijednosti

N = 219	Srednja vrijednost	SD	Min	Max
K 1 POJMOVI	30,80	13,848	2	88
K 1 VEZE - POVEZNICE	33,27	31,054	-72	152
K 1 VEZE - RIJEČI POVEZIVANJA	23,47	19,001	-11	108
K 1 RAZINE	4,54	3,774	0	15
K 1 KONCEPTUALNO RAZUMIJEVANJE	3,72	9,612	-10	20

Prema svim osnovnim odrednicama prikaza konceptualnog razumijevanja uz pomoć konceptualnih mapa, Kruskal Wallis test potvrđuje razlike postignutog konceptualnog razumijevanja između istraživačkih grupa. Kruskal-Walisovim testom razlike u primjeni odrednica konceptualnog razumijevanja se očituju statističkom značajnošću (Tablica 12.) između grupa učenika s obzirom na njihovo različito iskustvo u služenju konceptualnim mapama. Mann-Whitney U test ukazuje na statistički značajnu razliku iskazanog konceptualnog razumijevanja učenika grupe kojima su povremeno prezentirane konceptualne mape u odnosu na ostale grupe. Prisutan je srednji utjecaj veličine uzorka u odnosu s grupom kontinuirano poučavanih i učenika bez iskustva upotrebe konceptualne mape, dok je u odnosu s grupom koja je konceptualne mape koristila pri učenju prisutan samo mali efekt, odnosno

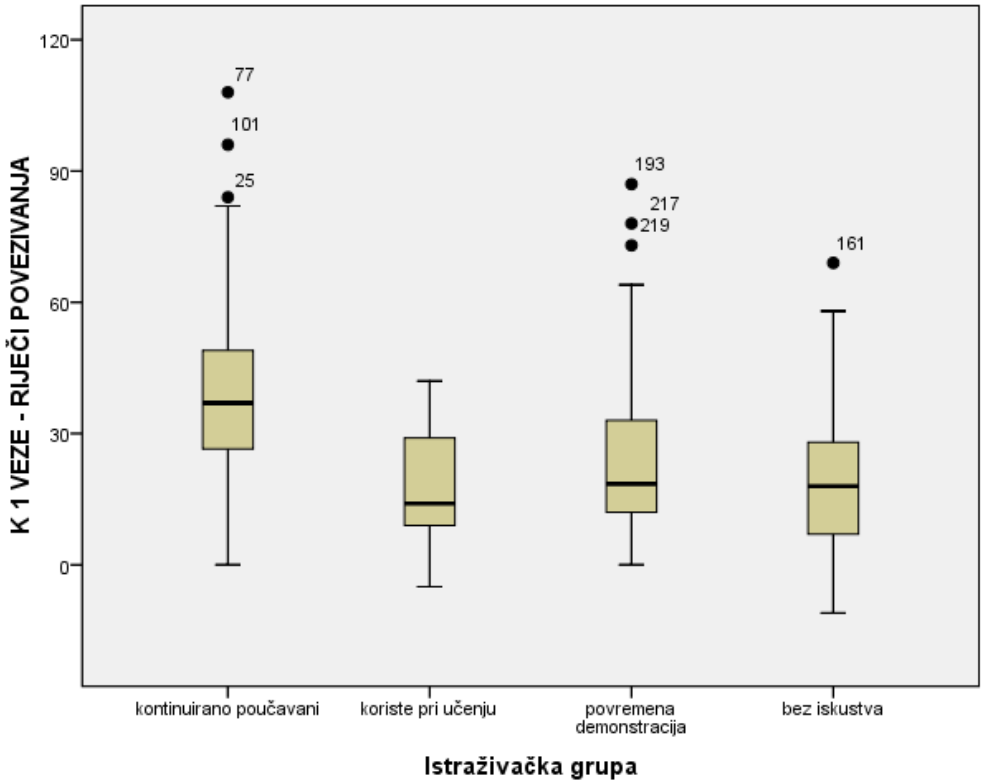
testom je objašnjeno samo 1% varijance. Signifikantne su razlike uz srednji efekt uzorka zabilježene između grupe učenika koja je kontinuirano poučavana uz konceptualne mape u odnosu na druge grupe pri upotrebi relevantnih pojmova (Tablica 12.), dok između ostalih grupa učenika nema signifikantnih razlika upotrebe pojmova za objašnjenje koncepata. Pri korištenju poveznica i uspostavljanju veza između prezentiranih pojmova koji prikazuju razinu razumijevanja učenika također su signifikantne samo kod kontinuirano poučavanih učenika u odnosu na druge grupe, ali uz mali efekt uzorka, dok su između ostalih grupa razlike nisu signifikantne (Tablica 12.). Odnosi signifikantnosti se zadržavaju između grupa i pri upotrijebi riječi povezivanja s većom vrijednosti, ali još uvijek srednjeg utjecaja uzorka u odnosu kontinuirano poučavanih i učenika koji koriste konceptualne mape pri učenju te učenika koji nemaju iskustvo s konceptualnim mapama. Granični efekt uzorka uočen je u odnosu konceptualno poučavanih i učenika kojima se povremeno demonstriraju konceptualne mape pri poučavanju. Pri upotrebi razina signifikantne su razlike zabilježene samo u odnosu kontinuirano poučavanih učenika prema učenicima koji koriste mape pri učenju te između tih učenika i ostalih dviju istraživačkih grupa.

Tablica 12. Razlike srednjih vrijednosti procjene odrednica konceptualnog razumijevanja za 4 istraživačke grupe učenika

Istraživačka grupa		Kruskal-Wallis *df=3*			Mann-Whitney U								
					kontinuirano poučavani			koriste pri učenju			povremena demonstracija		
		Rank	χ^2	p	U	p	r	U	p	r	U	p	r
KONCEPTUALNO RAZUMIJEVANJE	kontinuirano poučavani	128,31	19,45	0,000									
	koriste pri učenju	113,40			1051,00	0,19	*-0,13*						
	povremena demonstracija	79,89			594,50	0,00	*-0,34*	1349,00	0,00	*-0,28*			
	bez iskustva	124,10			933,50	0,60	*-0,06*	1817,50	0,31	*-0,09*	934,50	0,00	*-0,35*
POJMOVI	kontinuirano poučavani	143,36	11,78	0,008									
	koriste pri učenju	101,69			772,00	0,00	*-0,31*						
	povremena demonstracija	106,81			661,50	0,01	*-0,27*	1890,50	0,64	*-0,04*			
	bez iskustva	103,00			619,00	0,00	*-0,32*	2001,50	0,92	*-0,01*	1553,50	0,81	*-0,02*
VEZE - POVEZNICE	kontinuirano poučavani	138,60	8,65	0,034									
	koriste pri učenju	103,39			834,50	0,01	*-0,27*						
	povremena demonstracija	107,40			702,50	0,02	*-0,24*	1913,00	0,72	*-0,03*			
	bez iskustva	103,22			682,00	0,01	*-0,26*	2009,50	0,95	*-0,01*	1539,00	0,74	*-0,03*
RIJEČI POVEZIVANJA	kontinuirano poučavani	154,37	23,98	0,000									
	koriste pri učenju	96,13			564,00	0,00	*-0,44*						
	povremena demonstracija	114,82			629,50	0,00	*-0,30*	1643,00	0,09	*-0,15*			
	bez iskustva	95,29			473,50	0,00	*-0,44*	1984,50	0,85	*-0,02*	1320,50	0,11	*-0,14*
RAZINE	kontinuirano poučavani	115,59	11,18	0,011									
	koriste pri učenju	91,63			965,00	0,04	*-0,19*						
	povremena demonstracija	125,05			892,00	0,43	*-0,08*	1379,00	0,00	*-0,28*			
	bez iskustva	114,66			991,50	0,96	*-0,01*	1606,00	0,03	*-0,19*	1450,00	0,36	*-0,08*

Da bi se utvrdio stupanj konceptualnog razumijevanja s obzirom na prethodno iskustvo korištenja konceptualnih mapa pozornost je posvećena važnoj odrednici za konceptualno razumijevanje, *Riječima povezivanja* (Slika 18. i 19.). Utvrđeno je da daleko najvišu gornju granicu raspona podataka postižu učenici koji su kontinuirano poučavani, a najnižu učenici bez prethodnog iskustva sa konceptualnim mapama. No, vidljivo je da je prisutna vrlo mala razlika u granicama raspona između onih koji su bez prethodnog iskustva i onih koji su dobili mape na korištenje pri učenju, s time da je gornja granica učenika bez iskustva viša, sa jednima učenikom koji se značajno ističe većim brojem bodova za korištene *Riječi povezivanja* od ostalih te grupe. Važno je naglasiti da su uspješni učenici, prikazani točkama, koji odstupaju od raspona opsega podataka prisutni u svim istraživačkim grupama osim one koja je dobila mape na korištenje pri učenju. Temeljem toga može se utvrditi da su uspješni učenici uspješni neovisno na način poučavanja ali nesumnjivo upotreba

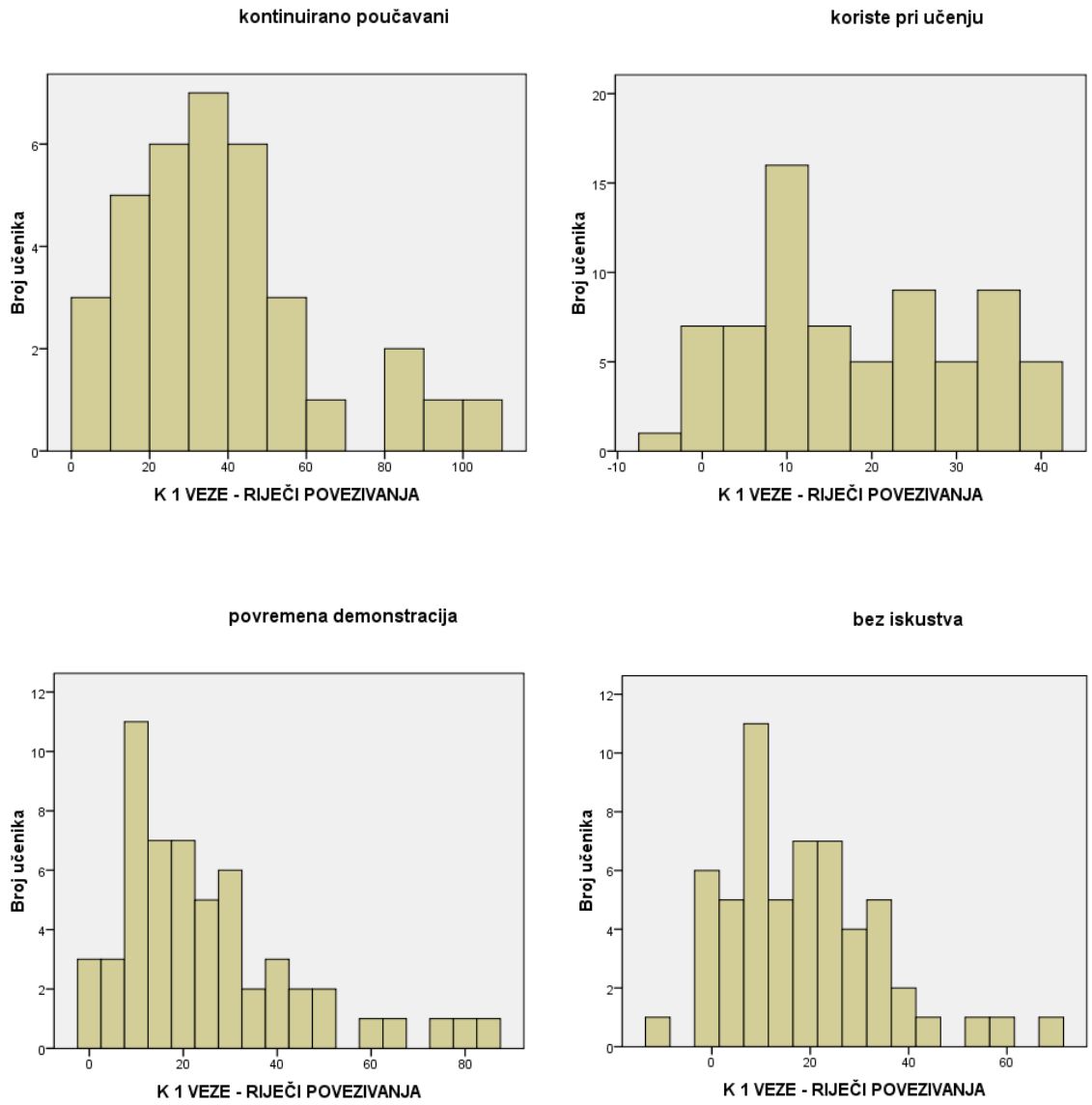
konceptualnih mapa u poučavanju jako pridonosi uspostavljanju kvalitetnih poveznica između koncepata, odnosno nastavnih sadržaja, te potpomaže čvrstu izgradnju koncepata međusobno obilno umreženih čime se i postiže dobro konceptualno razumijevanje, tj. trajno i kvalitetno znanje kod većeg broja učenika.



Slika 18. Srednje vrijednosti upotrijebljenih riječi povezivanja prema istraživačkim grupama

Histogramima prikazanim na Slici 19. vidljiva je upotrebu *Riječi povezivanja* pri objašnjavanju koncepata kod učenika s obzirom na prethodno iskustvo korištenja konceptualnih mapa. Uočeno je da su kontinuirano poučavani učenici koristili naviše *Riječi povezivanja* prilikom objašnjavanja međuodnosa koncepata, a najmanje učenici koji su dobili konceptualne mape za korištenje pri učenju. Kod grupe koja je dobila mape na korištenje učenici su jednoliko brojčano raspodijeljeni između -10 i 40 bodova s tim da je značajno veliki broj učenika ostvario 10 bodova i značajno mali broj učenika ostvario manje od 0 bodova. Kod grupa učenika bez prethodnog iskustva i sa povremenom demonstracijom konceptualnih mapa vidljivo je da je najveći broj učenika ostvario oko 10 bodova za *Riječi povezivanja* s tim da oni bez prethodnog iskustva u većem broju postižu manje od 10 bodova te poprilično nižu gornju vrijednost bodova. Učenici koji su kontinuirano poučavani kreću se u rasponu od 0 do 110 bodova, a najviše ih je postiglo vrijednosti između 20 i 50 bodova, a to

je značajno više od ostalih grupa. Čak i oni učenici koji su slabiji, odnosno postižu manji broj bodova u grupi kontinuirano poučavanih ostvaruju bolju i kvalitetniju umreženost koncepata, a time i trajnije znanje s obzirom da pokazuju sposobnost kvalitetnog povezivanja nastavnih sadržaja koje su učili.



Slika 19. Histogrami upotrebe riječi povezivanja pri objašnjenju koncepata kod učenika u ovisnosti na iskustvo primjene konceptualne mape

Primjeri učeničkih konceptualnih mapa koje su odabrane kao reprezentativno dobre, odnosno reprezentativno loše za svaku istraživačku grupu prikazani su Prilozima od 7. do 13..

Prilog 7. prikazuje reprezentativno lošu konceptualu mapu učenika koji nije imao prethodnog iskustva rada sa konceptuanim mapama. Vidljivo je da učenik od 7 zadanih pojmova koje mora obvezno koristiti, prikazuje samo 5. Od ukupno 7 elemenata povezanih

vezama, dva elementa su tvrdnje, a ne pojmovi. Također, vidljivo je da su korištene riječi povezivanja jako loše i krivo odabrane, a neke su poveznice krivo usmjerene dok razine uopće ne postoje. Učenik uopće nije uspio objasniti odnose između navedenih pojmova niti prikazati minimalnu usvojenost koncepata, dapače uočljivo je izrazito nerazumijevanje međuodnosa pojmova i koncepata vezanih uz mitozu i mejozu. Na ovoj mapi je jako dobro vidljivo neiskustvo u izrađivanju mapa što je rezultiralo brojnim pogreškama te uočljiv je vrlo nizak stupanj razumijevanja teme i brojne miskoncepcije. Prilog 8. prikazuje reprezentativno lošu konceptualnu mapu učenika kojem su mape povremeno demonstrirane u nastavi. Iako je vidljivo navođenje velikog broja pojmova (34) i korištenje svih zadanih pojmova, samo je 14 pojmova vezano uz traženi sadržaj i kategorizirano kao relevantni opravdani. Ostatak pojmova može se okarakterizirati kao irelevantni opravdani. Iako su učeniku mape demonstrirane u nastavi, vidljivo je da učenik uopće ne koristi usmjerene poveznice koje su vrlo važna odrednica prikaza razumijevanja konceptualnim mapama. Kod ovog učenika može se primijetiti da nije usvojio osnovne koncepte vezane uz nasljednu uputu, osim građe kromosoma. Uočljivo je da učenik mitozu i mejozu uopće ne povezuje sa kromosomima već samo sa mjestom odvijanja procesa, a i krivo objašnjava što je mitoza, odnosno mejoza. Prikazano konceptualno razumijevanje ove teme je vrlo nepotpuno i na niskoj razini, sa brojnim konceptualnim pogreškama. Prilog 9. prikazuje reprezentativno lošu konceptualnu mapu učenika koji je dobio konceptualne mape na korištenje. Može se uočiti da učenik ne koristi usmjerene poveznice, a velik broj riječi povezivanja je preopširno. Od 14 prikazanih pojmova, 9 pripada u relevantne opravdane s tim da je 6 korištenih pojmova bilo zadano. Može se primijetiti da učenik ne prikazuje sve moguće veze između korištenih pojmova, a velik broj onih koje i prikazuje su zbog loše odabranih ili krivih riječi povezivanja pogrešne. Vidljiv je nizak stupanj razumijevanja teme sa brojnim konceptualnim pogreškama i nepotpuno izgrađenim konceptima. Konceptualna mapa kontinuirao poučavanih učenika odabrana kao reprezentativno loša prikazana je u Prilogu 10. Učenik je prikazao 19 pojmova od čega je 16 kategorizirani kao relevantni opravdani, no iako su dobro umreženi poveznicama, korištene riječi povezivanja pokazuju nerazumijevanje međuodnosa pojmova. Prikazani koncepti pokazuju nepotpuno razumijevanje teme sa prisutnošću brojnih konceptualnih pogrešaka.

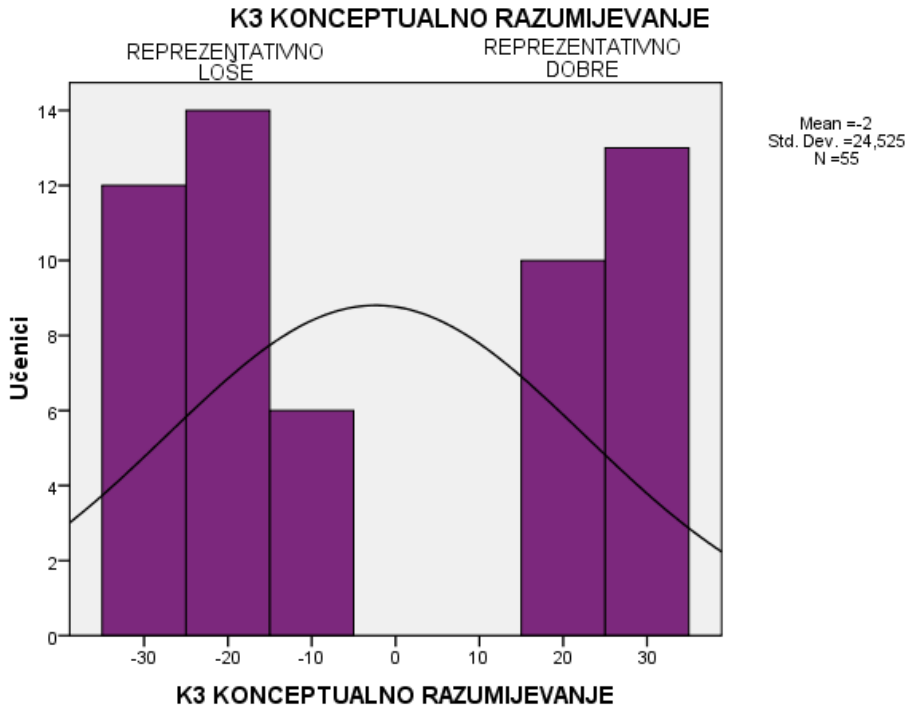
U prilogu 11. prikazana je reprezentativno dobra konceptualna mapa učenika bez prethodnog iskustva. Vidljivo je da učenik navodi vrlo veliki broj (59) pojmova od čega je 25 relevantno opravdano za zadanu temu, dok je ostatak pojmova opisan kao irelevantni

opravdani. Što se tiče prikazanih poveznica uočljivo je da su dobro usmjerene i sa korištenim riječima povezivanja dobro prikazuju međuodnos pojmova. Analizom ove mape moguće je uvidjeti da su svi važni ishodi ostvareni, a usvojeni su i svi previđeni koncepti sa značajnim proširenjem i povezivanjem teme sa ostalim područjima biologije. Vidljivo je da je ovaj učenik dobro usvojio koncepte mitoze i mejoze te prikazao konceptualno razumijevanje na vrlo visokom stupnju. Kod odabrane reprezentativno dobre konceptualne mape učenika kojem su mape povremeno demonstrirane u nastavi (Prilog 12.) može se vidjeti nešto manji broj pojmova (19) od čega je 17 relevantno opravdano. Prikazane poveznice su dobro usmjerene i zajedno sa korištenim riječima povezivanja dobro opisuju međuodnose pojmova. Iako je na mapi prikazano i umreženo nešto manje pojmova u odnosu na mapu učenika bez iskustva, usvojeni su svi važniji koncepti mitoze i mejoze te prikazan je visok stupanj njihovog razumijevanja. Reprezentativno dobra konceptualna mapa učenika koji su dobili mape na korištenje (Prilog 13.) prikazuje 16 pojmova od kojih su svi relevantni opravdani i međusobno umreženi poveznicama. Poveznice su dobro usmjerene i pravilno opisane riječima povezivanja, odnosno veze dobro opisuju i razjašnjavaju međuodnose pojmova. Učenik je usvojio sve važne koncepte mitoze i mejoze, te prikazao visok stupanj razumijevanja iako nema značajnijeg proširenja i povezivanja sa ostalim biološkim sadržajima. Prikazano je 38 pojmova od čega je 29 relevantno opravdano. Postoji vrlo veliki broj poveznica su dobro usmjerene i umrežuju sve prikazane pojmove. Korištene riječi povezivanja prikladno su odabrane i odlično opisuju međuodnose pojmova. Usvojeni su svi predviđeni koncepti, a i prikazan je detaljno njihov odnos i važnost za mitozu i mejozu. Mapa prikazuje vrlo visok stupanj razumijevanja sadržaja i povezivanja sa prethodno učenom temom. Prilog 14. pokazuje reprezentativno dobru umapu učenika koji je kontinuirano poučavan uz konceptualne mape. Učenki je prikazao ukupno 32 relevantna opravdana pojma i 5 irelevantna opravdana pojma. Sve prikazane veze su točno usmjerene, a odabrane riječi povezivanja dobro opisuju i objašnjavaju međuodnose pojmova. Umreženost pojmova prikazuje izuzetno dobru usvojenost koncepata, a veze pokazuju međusobno povezivanje svih koncepata. Vidljivo je da učenik jako dobro razumije zadanu temu, usvojio je sve predviđene koncepte koje međusobno povezue i pokazuje vrlo detaljno znanje mitoze i mejoze.

Sveukupno promatrajući odabrane reprezentativno loše mape može se uočiti da su učenici koji su bez prethodnog iskustva rada sa konceptualnim mapama i oni koji su dobili mape na korištenje predali mape koje prikazuju najniži stupanj konceptualnog razumijevanja. Između odabranih reprezentativno lošim mapama koje sve prikazuju nizak stupanj

razumijevanja i brojne konceptualne pogreške, ipak su kontinuirano poučavani učenici najmanje neuspješno prikazali konceptualno razumijevanje. Od odabranih reprezentativno dobrih mapa posebno se ističe mapa kontinuirano poučavanog učenika koji je postigao vrlo visok stupanj razumijevanja teme, dok mape ostalih učenika, iako pokazuju visok stupanj razumijevanja, ipak nisu na toj razini. Vidljiva je značajna razlika u stupnju razumijevanja učenika između reprezentativno dobrih i loših mapa.

Slika 20. prikazuje stupanj konceptualnog razumijevanja kod učenika čije su mape odabrane kao reprezentativno dobre, odnosno loše ocijenjene prema Kriteriju 3. Važno je naglasiti da su reprezentativno loše mape birane isključivo prema karakterističnim konceptualnim pogreškama, a ne prema ukupnom broju bodova. Za 55 odabranih reprezentativnih mapa bodovanih po Kriteriju 3. utvrđena je srednja vrijednost bodova za konceptualno razumijevanje je M = -2 ± 24,525 bez uočljivog pomaka krivulje raspodjele. Utvrđena srednja vrijednost pokazuje vrlo nizak prosječan stupanj razumijevanja zadane teme.



Slika 20. Procjena konceptualnog razumijevanja reprezentativnih mapa

3.3.3 Miskoncepcije

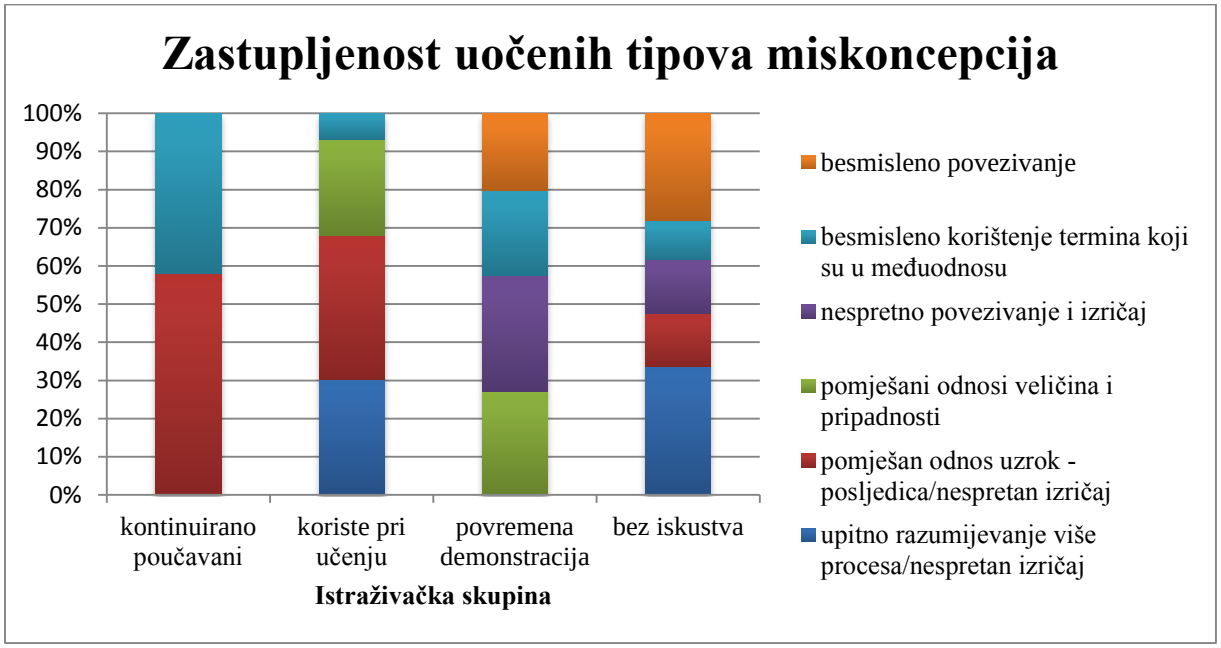
Tokom analize konceptualnih mapa zabilježene su i razvrstane u kategorije najznačajnije miskoncepcije prisutne kod učenika istraživanog uzorka koje su prikazane Tablicom 13. Najveći broj miskoncepcija zabilježen je kod grupe koja konceptualne mape koristi u obliku povremene demonstracije u nastavi, a najmanji kod kontinuirano poučavanih. Zabilježene miskoncepcije kod grupe bez prethodnog iskustva sa konceptualnim mapama pokazuju potpuno nerazumijevanje koncepata staničnih organela i spolnih žlijezdi, koncepata iz prethodne nastavne teme, što uzrokuje prijenos i perzistenciju miskoncepcija te poteškoće u daljnjem učenju novih tema. Učenici povezuju mejozu sa spolnim stanicama ali u potpuno krivom smislu. Značajno je naglasiti da učenici ove grupe imaju poteškoća sa razumijevanjem samih definicija koncepata kromosoma, mitoze i mejoze što, naravno, uzrokuje i neuspješno zadovoljavanje predviđenih ishoda (2., 3. i 4. ishod) propisanih od strane MZOS-a. Učenici koji konceptualne mape povremeno koriste u nastavi prema zabilježenim miskoncepcijama pokazuju poteškoće kod razumijevanja međuodnosa koncepata gen i kromosom, kromosom i bjelančevina te gen i DNA što ukazuje na neispunjenje 1. ishoda (gen je nositelj nasljednih osobina). Ovoj grupi učenika, kao i prethodnoj, već same definicije procesa mitoze i mejoze stvaraju poteškoće pa o razlikovanju procesa nije moguće govoriti (2 i 3. ishod). Također i kod ove grupe učenika uočene su perzistirajuće miskoncepcije iz prethodnih tema koje ni kod ponovnog učenja istih ili sličnih nadovezujućih koncepata nisu ispravljene. Kod ove grupe uočena je poteškoća pri razlikovanju termina binarno dijeljenje i dioba (naznačeno crvenom bojom) koja vjerojatno proizlazi iz semantičke sličnosti i terminološke sličnosti te se ne može kategorizirati kao miskoncpcija. Kod učenika koji su dobili konceptualne mape i kod kontinuirano poučavanih učenika nije uočen veliki broj miskoncepcija, a one koje su zabilježene tiču se nerazumijevanja procesa razmnožavanja (ishodi 5. razreda osnovne škole) što ukazuje na perzistentnost i duboku ukorijenjenost istih.

Tablica 13. Miskoncepcije prisutne uz prikazivane koncepte

ISTRAŽIVAČKA GRUPA	*Miskoncepcije uz prikazivane koncepte*				
	KROMOSOM	***DNA i RNA***	***RAZMNOŽAVANJE***	***DIOBA***	***OSTALO***
BEZ ISKUSTVA	kromosomi se dijele na nove stanice	DNA i bjelančevine nastaju mejozom spolnih stanica	stanica se razdvaja mejozom i mitozom		
	organeli u stanici su kromosomi		životinjska spolna žlijezda ima 4 sjemenika		
	mitohondrije su dio kromosoma		životinjska spolna žlijezda ima 1 jajnik		
	stanica se sastoji od kromosoma		sjemenici imaju na kraju mejoze 4 spermija		
	kromosomi se dijele na nove stanice				
POVREMENA DEMONSTRACI-JA	gen izgrađuje kromosom	mitoza je građena od DNA	stanica se nespolno razmnožava diobom	mitoza je dio jezgre kromatina	anaerobni uvijeti su predstavnici heterotfornih organizama
	bjelančevina je sastavljena od kromosoma	mišić dobiva energiju od bjelančevina i DNA	stanica se razmnožava pomoću mejoze	mitoza je proces diobe tjelesnih stanica mejozom	cijanobakterije sadrže bakterije
	bjelančevine čini kromosomi	geni su molekule DNA	mnogostanični organizmi se razmnožavaju pomoću mejoze		stanica je dio MITOHONDRIJE
			aerobni organizmi se razmnožavaju pomoću mejoze		heterotrofni organizmi i paraziti su jednostanični organizmi
KORISTE PRI UČENJU			spužve imaju dvospolnu oplodnju		
			razmnožavanje spolnih stanica je mejoza		
			razmnožavanje tjelesnih stanica je mitoza		
KONTINUIRANO POUČAVANI			mejoza je vrsta razmnožavanja pupanjem		

Da bi se procijenila zastupljenost miskoncepcija u pojedinoj grupi, zabilježene miskoncepcije su sistematizirane s obzirom na probleme pri učenju i opisane kako prikazuje Slika 21. Kod kontinuirano poučavanih učenika vidljivo je da postoje samo dva tipa miskoncepcija (*besmisleno korištenje termina u međuodnosu i pomiješan uzrok - posljedica*

uz nespretan izričaj) sa utvrđenim postocima od 42,11 % i 57,90 % zastupljenosti. Kod učenika koji koriste mape pri izradi vlastite uočeno je četiri tipa miskoncepcija od kojih najveći postotak zastupljenosti (37,76 %) čine miskoncepcije tipa *upitnog razumijevanja više procesa uz nespretan izričaj*, a najmanji *besmisleno korištenje termina u međuodnosu* (6,86 %). Kod učenika koji su poučavani uz povremenu demonstraciju konceptualnih mapa utvrđeno je 4 tipa miskoncepcija pri čemu su najzastupljenije miskoncepcije *nespretnog povezivanja i izričaja* (30,46 %), a najmanje je prisutnih miskoncepcija tipa *besmislenog povezivanja* (20,31 %). Kod grupe koja nema prethodnog iskustva rada sa konceptualnim mapama prisutno je pet od šest tipova miskoncepcija pri čemu se sa najvećim postotkom zastupljenosti ističu *upitno razumijevanje više procesa praćeno nespretnim izričajem* i *besmisleno povezivanje* (33,67 % i 28,06 %) dok su miskoncepcije tipa *pomiješan odnos uzrok - posljedica praćene nespretnim izričajem* i *nespretno povezivanje i izričaj* zastupljene u jednakom postotku. Možemo uočiti trend zastupljenosti miskoncepcija okarakteriziranih kao *besmisleno korištenje termina u međuodnosu* kod svih istraživačkih grupa, a miskoncepcije *odnosa veličina i pripadnosti* te *besmislenog povezivanja* zastupljene su najmanje kod istraživanog uzorka učenika.



Slika 21. Zastupljenost uočenih tipova miskoncepcija

Osim miskoncepcija na konceptualnim mapama uočene su i mnoge pogreške u smislu loše ili nespretno odabranih riječi povezivanja koje su prikazane u Tablici 14. Kod grupe kontinuirano poučavanih posebno se ističu pogreške 1., 2., 6., 7. i 8. pri čemu je vidljivo da učenici dobro razumiju pravila procesa diobe, no lošim odabirom riječi povezivanja umanjuje

se značaj veze. Uočljive su i pogreške opisivanja međuodnosa pojmova gen i kromosom gdje učenici umjesto da koriste riječi povezivanja poput *„je dio"* upotrebljavaju riječi *„sadrže"* ili *„daje"* što može ukazivati na nepotpuno razumijevanje teme, ali može biti i posljedica slabije jezične kompetencije, semantičkih nejasnoća ili samo nepažljivosti pri izražavanju. Kod grupa učenika koji su kontinuirano poučavani i koriste konceptualne mape pri učenju prisutno najviše takvih pogrešaka, jer su te grupe koristile veći broj poveznica, dok je kod grupe učenika koji su bez iskustva rada sa konceptualnim mapama prisutno najmanje. Također, može se primijetiti da među pogreškama ima i nepotpunih tvrdnji, odnosno nedostaje još pojmova između navedenih, i tvrdnji koje bi trebale biti obrnuto usmjerene. Takav rezultat upućuje da su učenici naslutili neke važne konceptualne poveznice, ali da njihovo konceptualno razumijevanje i sposobnost povezivanja različitih koncepata još nije u potpunosti ostvarena.

Tablica 14. Nespretno odabrane riječi povezivanja kod istraživačkih grupa

Nespretno odabrane riječi povezivanja			
BEZ ISKUSTVA	POVREMENA DEMONSTRACIJA	KORISTE PRI UČENJU	KONTINUIRANO POUČAVANI
1. čovjek sadrži DNA	1. mitoza oblikuje kromosome	1. kromosomi se sastoje od bjelančevina i gena	1. iz kromatina diobom stanica nastaje kromosom
2. dioba spolnih stanica naziva se gameta	2. kromosomi sadrže u sebi mejozu	2. kromosome izgrađuju geni	2. mitozom nastaju kromosomi
3. stanica je dioba mitoza	3. DNA građe kromosoni	3. aerob čovjek je sastavljen od kromosoma	3. stanica se sastoji od kromosoma
4. biljne spolne žlijezde su tučak i prašnik	4. 4 spermija na kraju imaju 23 kromosoma	4. mejozom i mitozom nastaju kromosomi	4. 46 kromosoma čini oplođenu jajnu stanicu
5. gljive izgrađuju heterotrofnu stanicu	5. DNA u svakoj stanici dva duga lanca	5. gen daje nasljednu uputu	5. kromosomi imaju gene
6. jezgra se sastoji od stanica	6. za razgradnju mitohondrije je potreban kisik	6. mejozom prenosimo gene	6. mejoza ima dvostruku broj kromosoma
	7. postoje dišne stanice u dišnom organu pluća	7. ribosomi vrše sintezu stanice	7. mejoza manji broj kromosoma
		8. nakon mitoze nastaje mejoza	8. tjelesna stanica ima potpun broj kromosoma

Kod istraživačkih grupa uočene su i neke pogreške u terminologiji (Tablica 15.) koje nisu vezane uz nerazumijevanje teme, jer učenici sve koncepte dobro umrežuju i opisuju

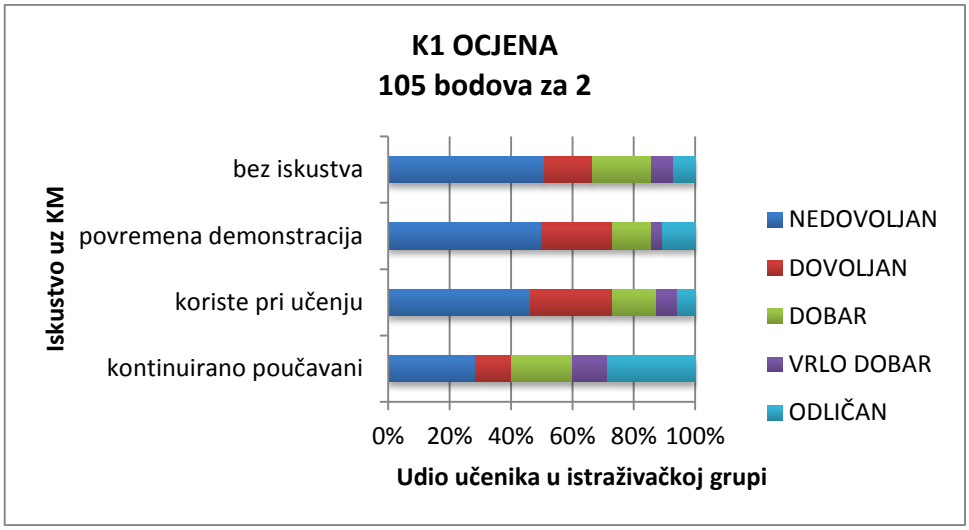
riječima povezivanja njihove međuodnose. Upitno je jesu li učenici krivo upamtili termine ili se radi o pravopisnoj greški.

Tablica 15. Uočene pogreške u terminologiji

	pogreška u terminu
bez iskustva	kromosoni
povremena demonstracija	mitohondrija
koriste pri učenju	mitokondrij nalazi se u stanici
kontinuirano poučavani	čovjek je heterogen

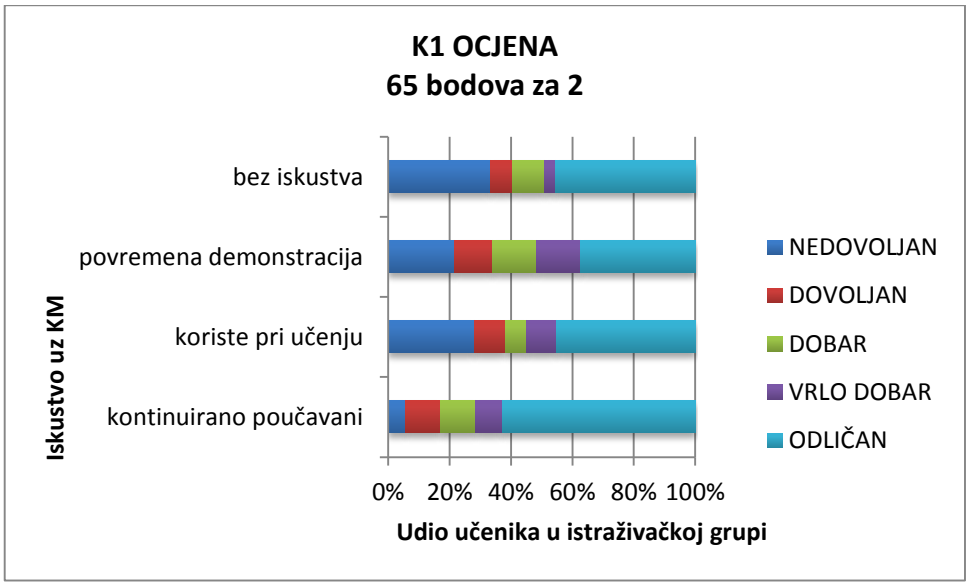
3.4. Kvaliteta i praktičnost primjene predloženih kriterija vrednovanja

Prilikom analize konceptualnih mapa korišteno je tri različita kriterija i četiri različite skale ocjenjivanja stoga je potrebno usporediti njihovu kvalitetu. Slikom 22. prikazani su rezultati ocjenjivanja prema nižoj skali bodovanja po Kriteriju 1. Utvrđeno je da ukupno u svim grupama najviše učenika postiže ocjenu nedovoljan, a najmanje učenika ocjenu vrlo dobar (4). Najmanje nedovoljno ocjenjenih učenika ima u grupi kontinuirano poučavanih dok je u grupama bez prethodnog iskustva i uz povremenu demonstraciju najviše nedovoljnih, sa neznatnom razlikom između te dvije grupe. Analizirajući učenike ocjenjene sa ocjenom dovoljan (2) primjećuje se da ih je najviše unutar grupe koja je dobila konceptualne mape na korištenje. Za očekivati bi bilo da će najveći udio učenika postići ocjenu dobar (3) no rezultati nisu u skladu sa očekivanjima. Posebno se ističe grupa kontinuirano poučavanih učenika gdje jednaki broj učenika postiže ocjene nedovoljan (1) i odličan (5), te ocjene dovoljan (2) i vrlo dobar (4). S obzirom na veliki udio nedovoljnih ocjena i temeljem postignutih ocjena učenika možemo zaključiti da je viša skala bodovanja ocjenjivanja prestroga, odnosno prezahtjevna pa je stoga predložena niža skala ocjenjivanja.



Slika 22. Udjeli postignutih ocjena istraživačkih grupa po višoj skali bodovanja prvog kriterija

Slika 23. prikazuje raspodjelu ocjena u istraživačkim grupama po nižoj skali bodovanja za Kriterij 1. Uočen je izrazito veliki udio učenika koji postiže ocjenu odličan (5) u svim istraživačkim grupama što je u potpunoj suprotnosti sa rezultatima više skale bodovanja. S obzirom na visok udio odličnih ocjena i mali udio srednje uspješnih učenika možemo uočiti da je niža skala ocjenjivanja ipak malo preblaga i nedovoljno razlučiva, stoga je predložena treća skala ocjenjivanja uz Kriterij 3. složen nakon iskustva analize konceptualnih mapa.



Slika 23. Udjeli postignutih ocjena istraživačkih grupa po nižoj skali bodovanja prvog kriterija

Tablicom 16. prikazana je povezanost svih elemenata analize po Kriteriju 1. Utvrđena je srednja ili visoka pozitivna povezanost elementa *Pojmovi* sa većinom ostalih elemenata, osim sa elementima *Ukupno bodova* i *Ocjena (105 bodova za 2)* s kojima pokazuje izrazitu

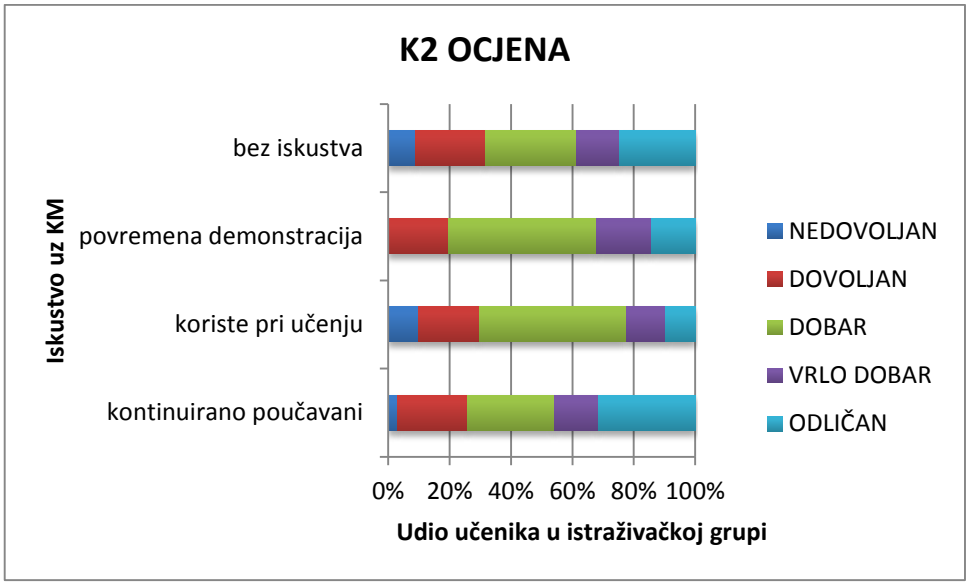
pozitivnu povezanost. Element *Poveznice* pokazuje sličan trend kao *Pojmovi*, no sa vrlo visokom korelacijom sa *Ukupnim brojem bodova* i *Ocjenama (65 za 2 i 105 za 2)*. Kod elementa *Riječi povezivanja* ponavlja se trend kao kod prethodnih ali vrlo velika povezanost prisutna je samo sa *Ukupnim brojem bodova*. Kod elemenata *Razine* većinom je utvrđen srednji ili velik utjecaj na ostale elemente i velik značaj za *Ocjenu*, no manji značaj za *Pojmove.* Element *Boje* ima umjeren utjecaj na sve elemente. Element *Raspored* većinom pokazuje sličan trend kao i *Razine* ali sa umjerenim utjecajem na *Pojmove*. *Tema* pokazuje veliku povezanost sa ostalim elementima s tim da sa *Ukupnim brojem bodova* izrazito korelira, a sa elementima *Boje* i *Raspored* umjereno. *Razumljivost* ima veliku povezanost i značaj sa ostalim elementima osim sa *Riječima povezivanja*, *Bojama* i *Pojmovima* sa kojima korelira umjereno. Za procijenjeno *Konceptualno razumijevanje* utvrđena je velika ili umjerena povezanost na gornjoj granici koeficijenta korelacije sa ostalim elementima te izrazita povezanost sa *Ukupnim brojem bodova* i *Ocjenom* po višoj skali bodovanja. Na *Ukupni broj bodova* izraziti utjecaj imaju *Pojmovi, Poveznice, Riječi povezivanja, Tema i Konceptualno razumijevanje* dok ostali elementi većinom pokazuju veliku povezanost. Utvrđeno je da za *Ocjenu* po višoj skali bodovanja izraziti značaj imaju *Pojmovi*, *Poveznice*, procijenjeno *Konceptualno razumijevanje*, a *Ukupan broj bodova* pokazuje gotovo savršenu povezanost dok za *Ocjenu* po nižoj skali izrazitu povezanost pokazuju samo elementi *Poveznice* i *Ocjena* po višoj skali ocjenjivanja, a *Ukupan broj bodo*va pokazuje gotovo savršenu povezanost.

Tablica 16. Povezanost elemenata ocjenjivanja Kriterija 1. i njihov utjecaj na ocjene.

Spearmanov koeficijent korelacije ($r_{(S)}$) N = 219	K 1 VEZE - POVEZNICE	K 1 VEZE - RIJEČI POVEZIVANJA	K 1 RAZINE	K 1 BOJE	K 1 RASPORED	K 1 TEMA	K 1 RAZUMLJIVOST	K 1 KONCEPTUALNO RAZUMIJEVANJE	K 1 UKUPNO BODOVA	K1 OCJENA 105	K1 OCJENA 65
K 1 POJMOVI	0,658**	0,491**	0,414**	0,249**	0,336**	0,525**	0,382**	0,559**	0,729**	0,703**	0,668**
K 1 VEZE - POVEZNICE		0,544**	0,444**	0,348**	0,417**	0,529**	0,567**	0,630**	0,897**	0,846**	0,827**
K 1 VEZE - RIJEČI POVEZIVANJA			0,498**	0,308**	0,349**	0,572**	0,411**	0,548**	0,751**	0,696**	0,679**
K 1 RAZINE				0,468**	0,530**	0,662**	0,533**	0,492**	0,623**	0,541**	0,590**
K 1 BOJE					0,410**	0,454**	0,390**	0,307**	0,465**	0,416**	0,407**
K 1 RASPORED						0,499**	0,596**	0,499**	0,571**	0,494**	0,533**
K 1 TEMA							0,537**	0,594**	0,702**	0,634**	0,641**
K 1 RAZUMLJIVOST								0,598**	0,680**	0,607**	0,615**
K 1 KONCEPTUALNO RAZUMIJEVANJE									0,783**	0,741**	0,685**
K 1 UKUPNO BODOVA										0,931**	0,933**
K1 OCJENA 105											0,888**

** signifikantno na 0.01 razini (2-stupanjski)

Slika 23. pokazuje udio ostvarenih ocjena u istraživačkim grupama s obzirom na iskustvo korištenja konceptualnih mapa. Uočljivo je da najveći udio učenika ostvaruje ocjenu dobar (3). Kod kontinuirano poučavane grupe ostvareno je najviše odličnih ocjena, a kod učenika koji su dobili mape na korištenje najveći udio nedovoljnih ocjena dok u grupi sa povremenom demonstracijom konceptualnih mapa u nastavi uopće nema negativno ocijenjenih učenika. Ocjene dovoljan (2) i vrlo dobar (4) su najmanje zastupljene sa manjim prevladavanjem dovoljne ocjene.



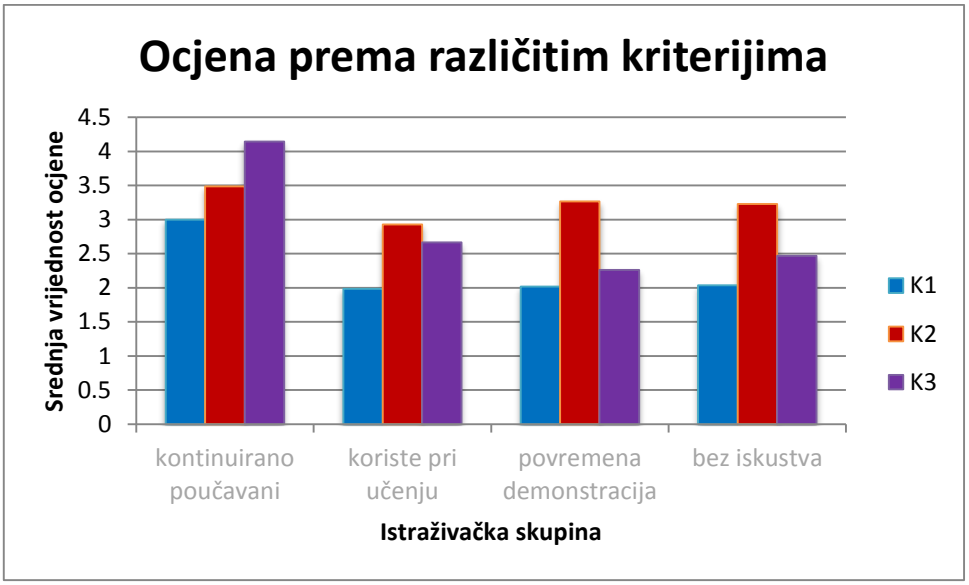
Slika 24. Udjeli postignutih ocjena istraživačkih grupa po skali bodovanja drugog kriterija

Tablica 17. prikazuje povezanost svih elemenata analize po Kriteriju 2. i njihov značaj za ocjene. Element *Sadržaj* pokazuje vrlo visoku korelaciju sa *Razumijevanjem*, *Ukupnim brojem bodova* i *Ocjenom*, a sličan trend vidljiv je i kod elementa *Razine*, no sa velikom povezanosti sa *Razumijevanjem*. *Veze* pokazuju malu korelaciju sa *Primjerima i slikama* ali veliku sa *Ukupnim brojem bodova* i *Ocjenom*, a jednak trend može se primijetiti i kod *Grafike i dizajna*. Element *Tekst* nije signifikantno povezan sa ostalim elementima ocjenjivanja, već pokazuje čak i malu negativnu povezanost sa *Primjerima i slikama* pa je s obzirom na to predložena korekcija Kriterija 2., odnosno izbacivanje tog elementa analize ako se procjenjuje samo konceptualno razumijevanje. *Primjeri i slike* nemaju značajnijeg utjecaja na ostale elemente niti *Ocjenu*. *Razumljivost* konceptualne mape pokazuje umjerenu i veliku povezanost sa ostalim elementima osim sa *Tekstom* s kojim je povezana manje. *Razumijevanje* pokazuje izrazitu povezanost sa *Sadržajem*, veliku sa *Ukupnim bodovima* i *Ocjenom*, a sa ostalima umjerenu. *Ukupan broj bodova* izrazito korelira sa *Sadržajem*, *Razinama* i *Razumijevanjem*. Za *Ocjenu* po Kriteriju 2. vrlo veliki značaj imaju *Sadržaj, Razine* i *Razumijevanje*, a *Ukupan broj bodova* pokazuje praktično savršenu povezanost, no to je i očekivano kod oba kriterija s obzirom da je njihov odnos predefiniran. Iako je očekivani rezultat veća povezanost *Sadržaja*, *Razina* i *Veza* sa *Razumijevanjem* dobiveni rezultati pokazuju izrazitu povezanost samo kod korelacije *Sadržaja* i *Razumijevanja* ali neovisno o tome kriterij pokazuje kvalitetu izrazitom povezanošću *Sadržaja* i *Razina* sa *Ukupnim brojem bodova*, odnosno *Ocjenom*. Kod ovog kriterija iako *Veze* pokazuju visoku korelaciju sa *Ukupnim brojem bodova* ipak su na gornjoj granici raspona te kategorije.

Tablica 17. Povezanost elemenata ocjenjivanja Kriterija 2. i njihov utjecaj na ocjene

Spearmanov koeficijent korelacije ($r_{(S)}$) N = 219		**K2 RAZINE**	**K2 VEZE**	**K2 GRAFIKA I DIZAJN**	**K2 TEKST**	**K2 PRIMJERI I SLIKE**	**K2 RAZUMLJIVOST**	**K2 RAZUMIJEVANJE**	**K2 UKUPNO**	**K2 OCJENA**
K2 SADRŽAJ	$r_{(s)}$	0,695**	0,471**	0,478**	0,016	0,437**	0,470**	0,860**	0,845**	0,827**
	p	0,000	0,000	0,000	0,813	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
K2 RAZINE	$r_{(s)}$		0,499**	0,371**	0,077	0,334**	0,516**	0,694**	0,773**	0,748**
	p		0,000	0,000	0,257	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
K2 VEZE	$r_{(s)}$			0,389**	0,111	0,245**	0,496**	0,407**	0,691**	0,661**
	p			0,000	0,102	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
K2 GRAFIKA I DIZAJN	$r_{(s)}$				0,109	0,276**	0,518**	0,412**	0,650**	0,636**
	p				0,107	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
K2 TEKST	$r_{(s)}$					**-0,176****	0,158*	0,056	0,112	0,116
	p					**0,009**	0,019	0,412	0,099	0,086
K2 PRIMJERI I SLIKE	$r_{(s)}$						0,256**	0,439**	0,608**	0,581**
	p						0,000	0,000	0,000	0,000
K2 RAZUMLJI-VOST	$r_{(s)}$							0,424**	0,674**	0,670**
	p							0,000	0,000	0,000
K2 RAZUMIJEVA-NJE	$r_{(s)}$								0,811**	0,790**
	p								0,000	0,000
K2 UKUPNO	$r_{(s)}$									**0,961****
	p									0,000

S obzirom da je predloženo tri kriterija za analizu konceptualnih mapa, a shodno tome i nekoliko različitih skala ocjenjivanja, učenici postižu različite srednje vrijednosti ocjena. Već je naglašena razlika u detaljnosti i osjetljivosti Kriterija 1. i Kriterija 2., što je uzrok velike razlike u postignutim ocjenama po tim kriterijima. Kriterij 3. koji je složen nakon iskustva analize konceptualnih mapa daje vjerojatno najrealniju ocjenu. Također, vidljivo je da grupa kontinuirano poučavanih postiže daleko najuspješnije rezultate neovisno o upotrijebljenom kriteriju što ovu grupu ističe kvalitetom i potvrđuje korisnost upotrebe konceptualnih mapa u nastavi. U istoj grupi vidi se i značajni porast srednje vrijednosti ocjena između prvog (M = 3) i trećeg (M = 4,14) predloženog kriterija, dok kod ostalih grupa ta razlika nije baš toliko značajna. Može se uočiti i da ostale grupe postižu gotovo jednake srednje vrijednosti ocjene po Kriteriju 1., dok prema druga dva kriterija postoje vidljive razlike. Primjećuju se grupa koja koristi mape uz povremenu demonstraciju i grupa bez iskustva sa konceptualnim mapama koje nisu pokazale toliko dobro razumijevanje teme, a po Kriteriju 2. postižu uspješnije rezultate kao posljedicu manje osjetljivosti Kriterija 2. na konceptualno razumijevanje.



Slika 25. Postignute ocjene prema različitim kriterijima analize konceptualnih mapa

Da bi se utvrdila kvaliteta predloženog Kriterija 3. analiziran je utjecaj elemenata ocjenjivanja na postignutu ocjenu (Tablica 18.). Utvrđena je praktično savršena korelacija elementa *Konceptualno razumijevanje* sa *Ukupnim brojem bodova* i gotovo potpun utjecaj na *Ocjenu*. Isti trend uočava se u korelaciji *Ukupnog broja bodova* i *Ocjene*, no taj je odnos predefiniran. Ovakvi rezultati potvrđuju kvalitetu predloženog Kriterija 3.

Tablica 18. Povezanost elemenata ocjenjivanja Kriterija 3. i njihov utjecaj na ocjene

Spearmanov koeficijent korelacije ($r_{(S)}$) N = 55	**K3 KONCEPTUALNO RAZUMIJEVANJE**	**K3 UKUPNO BODOVI**
K3 UKUPNO BODOVI	0,910**	
K3 OCJENA	0,900**	0,913**

Usporedbom značajnosti istog elementa (*Konceptualno razumijevanje*) za *Ocjene* po različitim kriterijima (Tablica 19.) utvrđena je vrlo visoka korelacija *Konceptualnog razumijevanja* i *Ocjena* po višoj skali ocjenjivanja prema Kriteriju 1., a sličan trend uočava se i kod Kriterija 2., dok je korelacija sa *Ocjenama* po nižoj skali prema Kriteriju 1. velika. Povezanost *Konceptualnog razumijevanja* i *Ocjena* po Kriteriju 3. je gotovo savršena čime dokazujemo da je predloženi Kriterij 3. jako dobar identifikator konceptualnog razumijevanja.

Tablica 19. Povezanost procjene konceptualnog razumijevanja i pripadajućih ocjena za svaki predloženi kriterij

Spearmanov koeficijent korelacije ($r_{(S)}$)		**K1 OCJENA 105**	**K1 OCJENA 65**	**K2 OCJENA**	**K3 OCJENA**
K1 KONCEPTUALNO RAZUMIJEVANJE	$r_{(S)}$	0,741**	0,685**		
	N	219	219		
K2 RAZUMIJEVANJE	$r_{(S)}$			0,790**	
	N			219	
K3 KONCEPTUALNO RAZUMIJEVANJE	$r_{(S)}$				0,900**
	N				55

** signifikantno na 0.01 razini (2-stupanjski)

4. RASPRAVA

Moderna nastava biologije zbog opširnosti i kompleksnosti gradiva zahtjeva osiguravanje konceptualnog razumijevanja učenicima zbog čega treba uključivati osim klasičnih metoda provjere i moderne, inovativne alate za provjeru, tj. vrednovanje znanja. Iz razloga što se u Hrvatskoj konceptualne mape u nastavi još uvijek vrlo rijetko koriste, istraživana je njihova mogućnost primjene kod hrvatskih učenika.

U istraživanom uzorku utvrđen prosjek ukupnog broja bodova pokazuje da je malo učenika bilo izrazito neuspješno, odnosno izrazito uspješno pri izradi mapa, što je u skladu sa očekivanjima jer su uzorak činili učenici sa različitim iskustvom upotrebe konceptualnih mapa. Takav je zaključak u skladu sa tvrdnjom koju potvrđuju Novak i Cañas (2008) da kada se učenici po prvi puta susreću sa konceptualnim mapama imaju poteškoća pri njihovoj izradi i korištenju što je rezultat dugogodišnjeg reproduktivnog učenja, jer prilikom izrade mape suočeni su sa potrebom kreativnog razmišljanja što učenje napamet ne zahtijeva.

Ovim istraživanjem provjerila se efikasnost primjene konceptualnih mapa kao identifikatora znanja i njihova vrijednost pri vrednovanju znanja učenika na što upućuju brojna istraživanja (Novak, 1990; Novak i Wandersee, 1991; Mintzes i sur., 2000; Edmondson, 2000; Rice i sur, 1998). Temeljem rezultata korelacije procjene konceptualnog razumijevanja i ukupnog broja bodova po tri različita kriterija može se zaključiti da je ukupni broj bodova u skladu sa procijenjenim stupnjem konceptualnog razumijevanja, odnosno mape koje su pokazale sveobuhvatno konceptualno razumijevanje ostvarile su najviši broj bodova po svim predloženim kriterijima. Vrednovanje konceptualnog razumijevanja učenika temeljeno na analizi konceptualnih mapa potiče učenike ka smislenom učenju i trajnijem znanju (Mintzes i sur., 2000). Temeljem takvih rezultata možemo tvrditi da je potvrđena učinkovitost primjene konceptualnih mapa pri vrednovanju konceptualnog razumijevanja.

Promatrajući usvojenost koncepata reprezentiranu elementom procjene *Konceptualnog razumijevanja* u istraživanom uzorku učenika, dobivena srednja vrijednost ukazuje na slabo konceptualno razumijevanje. Najviše učeničkih konceptualnih mapa pokazuje nižu razinu od minimalnog osnovnog razumijevanja uz uočenu značajniju konceptualnu pogrešku. Iako su takvi rezultati obeshrabrujući s obzirom na osigurano konceptualno razumijevanje u školama i kompleksnost teme mitoze i mejoze, ohrabruje činjenica da je izrazito nerazumijevanje, odnosno više značajnih konceptualnih pogrešaka, prisutno u maloj mjeri (9,13 %).

Postavljena bodovna granica koja pokazuje bar minimalno razumijevanje od 5 bodova, pokazuje da više od polovine učenika ne uspijeva zadovoljiti niti minimalno osnovno konceptualno razumijevanje. Učenici koji razumiju zadanu temu, razumijevanje prikazuju svim odrednicama prikaza konceptualnog razumijevanja uspješno. Činjenica da više od polovice učenika ne pokazuje niti minimalno osnovno razumijevanje, odnosno nije usvojila niti osnovne koncepte zadane teme je jako zabrinjavajuća i dovodi u pitanje metodologiju prezentiranja tog sadržaja tijekom nastave i u udžbenicima te prikladnost koncepata mitoze i mejoze trinaestogodišnjacima..Garašić (2012) govori kako se problemi povezivanja i umrežavanja koncepata te razumijevanje uzročno-posljedičnih veza uočavaju kod učenicima apstraktnih sadržaja poput staničnih dioba posebice kada su prezentirani neprimjerenoj učeničkoj dobi, odnosno kada se uče dok učenička sposobnost apstraktnog mišljenja još nije dovoljno razvijena. Rezultati pokazuju da nema značajnije razlike u usvojenosti koncepata između dječaka i djevojčica što je u skladu sa zaključcima Lukše (2011).

Analizom usvojenosti odabranih koncepata razvrstanih u kategorije onih vezanih uz *Nasljednu uputu, Razmonožavanje, Mitozu* i *Mjozu* utvrđena je slaba usvojenost koncepata kod učenika istraživanog uzorka. Najviše učenika relativno dobro je usvojilo i prikazalo koncepte svrstane u kategoriju *Nasljedne upute,* što je u skladu sa zadanim ključnim pojmovima (*DNA, bjelančevina, kromosom*), No, rezultati analize koncepata u kategoriji *Mitoze* i *Mejoze* pokazuju vrlo slabu usvojenost i razumijevanje istih iako su bili zadani pojmovi *mitoze* i *mejoze*. Kategorija koncepata vezanih uz *Razmnožavanje* rezultirala je najslabijom usvojenosti što je u skladu sa očekivanjima jer ti pojmovi nisu bili zadani, a i ta tema se detaljnije obrađuje u 8. razredu osnovne škole. Bolja usvojenost koncepata *Nasljedne upute* je posljedica veće jednostavnosti tog nastavnog sadržaja, posebice u usporedbi sa konceptima *Mitoze* i *Mjeoze* koji su za učenike izrazito kompleksni, a i zahtijevaju ne samo dobro razumijevanje prethodno učene teme (*Stanica s jezgrom*) nego i svih koncepata vezanih uz *Nasljednu uputu*. Özcan (2000) navodi da se učenici često koriste reproduktivnim učenjem koncepata u biologiji jer ih smatraju kompliciranima za naučiti. Također, bitno je naglasiti da su sadržaji vezani uz *Nasljednu uputu* možda zanimljiviji učenicima zbog prisutnosti i popularnosti takvih pojmova u medijima, tj. spominjanja pojmova vezanih uz nasljednu uputu u medijima.

Konceptualne mape izuzetno su efikasne u identifikaciji točnih i netočnih ideja, odnosno miskoncepcija učenika prema Edwards i Fraser (1983). Rezultati analize zabilježenih i kategoriziranih miskoncepcija u skladu su s tom tvrdnjom jer pokazuju da je najveći broj

miskoncepcija prisutan u grupi učenika kojima su mape povremeno demonstrirane u nastavi, a najmanji kod kontinuirano poučavanih. Rezultati pokazuju da učenici imaju najviše miskoncepcija vezanih uz *razmnožavanje* i *nasljednu uputu*. Učenici navode da se *kromosomi dijele na nove stanice* ili da se *stanica sastoji od kromosoma* što ukazuje da učenicima nije jasno što je kromosom, a također ukazuje na neusvojenost i nerazumijevanje koncepata prethodno učene teme *Stanica s jezgrom*. Slaba usvojenost i prisutnost brojnih miskoncepcija sadržaja teme *Stanica s jezgrom* vidljiva je i u tvrdnjama učenika da su *organeli u stanici kromosomi* ili da su *mitohondriji dio kromosoma*. Ove miskoncepcije ukazuju da predviđeni ishod *prepoznavanja osnovnih dijelove stanice i obrazlaganje njihove zadaće* nije ostvaren, već je očigledno da učenici nisu usvojili i ne razumiju što su stanični organeli, a Lukša (2010) naglašava da predznanje može biti prepreka konceptualnom razumijevanju ako je ono pogrešno. Utvrđeno je da kod učenika probleme stvaraju i strukturalni odnosi gena, kromosoma, DNA i bjelančevina što je vidljivo u navodima učenika da *geni izgrađuju kromosom,* da su *bjelančevine građene od kromosoma* ili da su *geni molekule DNA*. Učenicima nije jasno što je to gen i kako je on povezan sa DNA, iako je mnogo njih definiralo gen kao nositelja nasljednih osobina što navodi na zaključak da su takvi učenici vjerojatno naučili napamet definiciju. Dikmenli (2009) govori kako učenici imaju veliki broj miskoncepcija vezanih uz vezu nasljedne upute i kromosoma te imaju poteškoća u razumijevanju osnovnih pojmova poput DNA, kromosoma i kromatida. Rezultati su u skladu i sa tvrdnjama da učenicima problem u učenju mitoze i mejoze stvaraju čak i osnovni pojmovi kao što je kromosom (Lewis i sur., 2000 i Bahar i sur., 1999). Osim toga, postavlja se pitanje koliko je učenicima jasno što su bjelančevine i molekula DNA. Bjelančevine se spominju samo kao važne hranjive tvari u 5. razredu osnovne škole unutar gradiva teme *Čovjekove životne potrebe i prehrambene navike*, a detaljnije se obrađuju u nastavi kemije tek u 8. razredu pa je stoga realno za očekivati da učenicima nije u potpunosti jasno što je to bjelančevina. S obzirom da se molekule kao takve uče tek u drugom polugodištu 7. razreda, za očekivati je da će učenici imati poteškoća u razumijevanju samog pojma molekule, a razlikovati kakva je to molekula nije moguće ni očekivati. Navedeno može uzrokovati poteškoće u razumijevanju građe kromosoma pa je stoga od izuzetne važnosti uzeti u obzir prethodno iskustvo i predznanje učenika te obratiti veliku pozornost da se ovi strukturalni međuodnosi što bolje pojasne ali uz pokušaj izbjegavanja određenih pojmova koji se uče kasnije u nastavi. Također, utvrđene su miskoncepcije vezane uz ishod *razlikovanja mitoze i mejoze* temeljem učeničkih navoda poput *mitoza je građena od DNA, mitoza je dio jezgre koromatina* ili *DNA i bjelančevine nastaju mejozom spolnih stanica* gdje je vidljivo da se

nerazumijevanje koncepata nasljedne upute prenosi i uzrokuje miskoncepcije vezane uz stanične diobe što dodatno potvrđuje već navedenu tvrdnju Lukše (2010). Učenici su skloni upotrebljavati nazive koje su učili tijekom nastave, ali nisu jasno uspostavili konceptualno razumijevanje, što dokazuju čestim pogrešnim povezivanjem i interpretacijom koja ukazuje na znatne probleme u razumijevanju, utvrdili su i uz koncepte fotosinteze Radanović i sur. (2015), kao jednako zahtjevne koncepte za učeničko razumijevanje kao što su i koncepti mitoze i mejoze. Učenicima nije jasno što je mitoza i koji su njeni produkti, a iako mejozu povezuju sa spolnim stanicama, ta veza nije pravilna i pokazuje da učenici ne razumiju što se događa procesom mejoze niti prepoznaju njenu važnost. Miskoncepcije poput *mnogostanični organizmi se razmnožavaju pomoću mejoze* ili *aerobni organizmi se razmnožavaju pomoću mejoze* navode na zaključak da učenici nisu usvojili ishode teme *Raznolikost živoga svijeta,* odnosno ne razumiju što su aerobni organizmi, te ishode 5. razreda teme *Od stanice do mnogostaničnoga organizma* gdje povezuju diobu stanice sa razmnožavanjem umjesto sa rastom mnogostaničnog organizma. Prisutnost ovakvih miskoncepcija postavlja pitanje razlikuju li učenici jednostanične od mnogostaničnih organizama i rast od razmnožavanja te na koji način ih povezuju sa staničnim diobama. Vidljivo je da se jednom usvojene miskoncepcije jako teško ispravljaju i navode učenike na krive zaključke (Michael i sur., 2002). Navedena miskoncepcija *stanica se nespolno razmnožava diobom* dodatno potvrđuje nerazlikovanje jednostaničnih i mnogostaničnih organizama, ali i nerazlikovanje procesa diobe i procesa razmnožavanja. Iako bi ovakav koncept mogao biti ispravan kada bi bio vezan uz prokariotsku stanicu, kod ovog učenika to nije slučaj. Miskoncepcije tipa *životinjska spolna žlijezda ima 4 sjemenika* ili *životinjska spolna žlijezda ima 1 jajnik* ukazuju na nerazumijevanje koncepata koji su se učili još u 5. razredu u sklopu tema *Razmnožavanje i ponašanje životinja* i *Pubertet - promjene i teškoće u sazrijevanju* gdje je vidljivo da učenicima nije u potpunosti jasan odnos pojmova spolna žlijezda i sjemenik odnosno jajnik. Učenik koji navodi da *sjemenici imaju nakraju mejoze 4 spermija* vidljivo ne razumije što se događa procesom mejoze i što je ustvari sjemenik, iako je zapamtio da su produkt mejoze 4 spermija. Kod kategorije miskoncepija *Ostalo* utvrđeno je nerazumijevanje koncepata tema *Stanica s jezgrom* i *Raznolikost živoga svijeta,* odnosno nerazlikovanje hetrotrofnih i autortofnih organizama te neprepoznavanje osnovnih dijelova stanice. Vidljivo je da već usvojene miskoncepcije i nepotpuno usvojeni koncepti značajno ometaju učenje novog gradiva (Lewis i sur., 2000).

Da bi se dodatno provjerila efikasnost primjene konceptualnih mapa pri vrednovanju učeničkog razumijevanja, uspoređeni su procjena konceptualnog razumijevanja učenika i najvažnije odrednice analize prikaza konceptualnog razumijevanja prema Novaku (1992). Osnovne odrednice koje određuju kvalitetu konceptualne mape su broj pojmova koje učenik koristi uz objašnjenje i veze koje gradi između pojmova. Kvalitetu poveznica određuje njihov položaj i povezivanje svrsishodnih pojmova te riječi povezivanja kojima učenici objašnjavaju značenje same poveznice, odnosno odnosa između povezanih pojmova. Za napredno razumijevanje važno je i koliko učenik koristi razina u međuodnosu koncepata, odnosno upotrebljava li više od 1 do 2 osnovne razine. Zbog toga je u analizi postignuto konceptualno razumijevanje učenika praćeno istoimenim elementima iskazanim po Kriteriju 1. Između *Pojmova* i *Konceptualnog razumijevanja* postoji velika povezanost što upućuje na veliki značaj broja pojmova za konceptualno razumijevanje, a time i na kvalitetu konceptualne mape te prikaz širine znanja učenika. Važno je naglasiti da je od svih bitnih odrednica prikaza konceptualnog razumijevanja najveća povezanost utvrđena između elementa *Poveznice* i *Konceptualnog razumijevanja* što ukazuje na veliki značaj poveznica na konceptualno razumijevanje što potvrđuje Novakove (1992) navode da su poveznice jedna od najvažnijih karakteristika prikaza konceptualnog razumijevanja. Također, utvrđena je velika povezanost *Pojmova* i *Poveznica* što ukazuje da je većina pojmova na konceptualnim mapama međusobno umrežena poveznicama, a velika povezanost *Poveznica* i *Riječi povezivanja* pokazuje da je većina poveznica opisana riječima povezivanja. Velika povezanost *Riječi povezivanja* i *Konceptualnog razumijevanja* govori o velikom utjecaju riječi povezivanja na konceptualno razumijevanje jer one i objašnjavaju odnos povezanih pojmova, odnosno omogućuju tvorbu propozicija, tj. suvislih tvrdnji. Povezanost *Razina* i *Konceptualnog razumijevanja* potvrđuje značaj postojanja razina za konceptualno razumijevanje ali samo u umjerenoj mjeri. Rezultati pokazuju veliku povezanost i sukladnost najvažnijih elemenata prikaza sa procjenom konceptualnog razumijevanja, Novak i Gowin (1984) u svom radu navode kako su glavni aspekti konceptualne mape pojmovi, veze i razine jer daju najjasniju sliku razumijevanja učenika, stoga je velika povezanost tih elemenata sa procjenjenim stupnjem konceptualnog razumijevanja učenika potvrda efikasnosti primjene konceptualnih mapa pri vednovanju.

Rezultati analize prosječne bodovne vrijednosti elemenata značajnih za utvrđivanje konceptualnog razumijevanja u istraživanom uzorku pokazali su da većina učenika prikazuje na mapama oko 15 pojmova. Većinu prikazanih pojmova pravilno povezuju, no usporedbom

istih sa riječima povezivanja vidljivo je da međuodnosi prikazanih pojmova, odnosno poveznice, vrlo često nisu pravilo opisani. Temeljem toga moguće je zaključiti da je malo koncepata u potpunosti pravilno prikazano, što je u skladu sa utvrđenim stupnjem konceptualnog razumijevanja u uzorku.

S obzirom da konceptualne mape dokazano pomažu konceptualnom razumijevanju (Novak i Cañas, 2008) od izrazite je važnosti provjeriti utjecaj prethodnog iskustva rada sa konceptualnim mapama u učenju na stupanj konceptualnog razumijevanja učenika, pa se istraživani uzorak sastojao od učenika sa različitim iskustvom korištenja konceptualnih mapa. Unaprijed je pretpostavljeno očekivanje da će učenici koji su kontinuirano poučavani sa konceptualnim mapama ostvariti najbolje rezultate u smislu konceptualnog razumijevanja, a tu hipotezu rezultati ovog istraživanja potvrđuju. Usporedbom ostvarenog ukupnog broja bodova kod pojedine grupe učenika ovisno o prethodnom iskustvu pokazalo se da su daleko najbolje konceptualno razumijevanje pokazali učenici koji kontinuirano uče uz konceptualne mape, dok su najneuspješniji bili učenici koji su dobili konceptualne mape na korištenje. Rezultati su u skladu sa navodima Klymkowakya (2003) da korištenje konceptualnih tehnika učenja, poput upotrebe konceptualnih mapa, rezultira dugoročnijim i efikasnijim pamćenjem sadržaja. Očekivano je bilo da će učenici bez prethodnog iskustva rada sa konceptualnim mapama ostvariti najneuspješnije rezultate, no dobiveni rezultati nisu u skladu sa očekivanjima. No, ako se promatraju samo maksimalni i minimalni ostvareni bodovi vidljiv je trend postizanja najvišeg broja bodova kod kontinuirano poučavanih, a minimalni broj bodova utvrđen je u grupi učenika bez prethodnog iskustva korištenja konceptualnih mapa što je u skladu sa očekivanjima .Pretpostavka je da su učenici koji su dobili konceptualne mape koje moraju koristiti ostvarili lošije rezultate od očekivanih zbog toga što su se prilikom izrade vlastite mape suviše oslanjali na dobivene mape, odnosno pokušavali su postići što veću sličnost sa dobivenim mapama umjesto da prikažu vlastite koncepte i razumijevanje istih, što je rezultiralo većim brojem pogrešaka, a time i manjim brojem ukupnih bodova. Također, treba uzeti u obzir da je svaka istraživačka grupa drugačije poučavana od strane različitih učiteljica.

Rezultati pokazuju da prethodno iskustvo učenja uz konceptualne mape i te kako ima pozitivan utjecaj i na pojedine elemente prikaza konceptualnog razumijevanja. Navedeni pojmovi na mapi različito su bodovani ovisno o opravdanosti i relevantnosti za temu mejoze i mitoze da bi se spriječilo sakupljanje bodova samo na temelju nabrajanja pojmova. Navođenje svih pojmova definiranih kao relevantni opravdani donosi veliki broj bodova za

element pojmovi. Navedeni pojmovi, odnosno broj bodova za element *Pojmovi* pružaju uvid u širinu gradiva koju su učenici usvojili. Najuspješnijima u korištenju pojmova sa najširim opsegom znanja pokazali su se učenici koji kontinuirano rade sa konceptualnim mapama, dok su se učenici bez prethodnog iskustva pokazali najneuspješnijima. Važnost pojmova kao jedne od najvažnijih odrednica prikaza konceptualnog razumijevanja prepoznaju Novak i Gowing (1984), a Novak i Musonda (1991) predloženim kriterijima različito boduju relevantne i irelevantne pojmove. Iako je najviši broj bodova za *Pojmove* sakupljen u grupi učenika čije je iskustvo vezano uz povremenu demonstraciju konceptualnih mapa, ta grupa učenika postiže ukupno prosječne rezultate za promatrani element. Pretpostavka je da je tako visok broj bodova sakupljen temeljem prisutnosti velikog broja irelevantnih ali opravdanih pojmova kojima je dodijeljen 1 bod po predloženom kriteriju.

Poveznice i *Riječi povezivanja* tvore propozicije koje su dobar pokazatelj konceptualnog razumijevanja učenika prema Novaku (1990) stoga je za točno usmjerene, smislene veze koje značajno doprinose konceptualnom razumijevanju sa riječima povezivanja koje točno opisuju međuodnose pojmova dodijeljeno najviše bodova. Značajno su najkvalitetnije poveznice uočene kod grupe koja je kontinuirano poučavana uz konceptualne mape. Takvi rezultati su u skladu sa postignutim ukupnim brojem bodova i utvrđenim stupnjem konceptualnog razumijevanja ove grupe. Novak i Cañas (2008) navode kako su povezice važna karakteristika konceptualnih mapa koje pomažu u shvaćanju povezanosti koncepata u jednoj domeni sa konceptima u drugoj domeni znanja, a predstavljaju kreativne skokove procesu stvaranja novih znanja i omogućuju transparentan prikaz koncepata. No, neočekivano loše rezultate s obzirom na ukupan broj bodova ostvarili su učenici čije je iskustvo vezano uz povremenu demonstraciju mapa u nastavi. Ovakvi rezultati grupe sa povremenom demonstracijom konceptualnih mapa u nastavi mogu se obrazložiti korištenjem neusmjerenih poveznica kod jednog djela učenika te grupe. Pretpostavka je da su ti učenici koristili neusmjerene poveznice zbog mogućeg dojma kojeg su dobili iz udžbenika biologije gdje se učestalo mogu naći izrađene konceptualne mape za ponavljanje koje ne sadrže usmjerene poveznice već samo linije povezivanja, a također treba uzeti u obzir i mogućnost nedovoljno jasnih uputa za izradu konceptualnih mapa ili neslušanje istih.

Cañas (2008) navodi kako su riječi povezivanja jako dobar pokazatelj konceptualnog razumijevanja pa je zato posebna pozornost posvećena njihovoj analizi po istraživačkim grupama s obzirom na iskustvo rada uz konceptualne mape. Rezultati su potvrdili izuzetnu važnost za *Riječi povezivanja* u procjeni konceptualnog razumijevanja učenika uz pomoć

konceptualnih mapa. Analiza *Riječi povezivanja* je pokazala da značajno najkvalitetnije riječi povezivanja koriste učenici koji su kontinuirano poučavani, dok su učenici bez prethodnog iskustva bili najneuspješniji. Rice i sur. (1998) navode kako je točnost riječi povezivanja, odnosno međuodnosa povezanih koncepata glavni pokazatelj konceptualnog razumijevanja učenika uz vrlo visok stupanj pouzdanosti što je dokazano ovakvim rezultatima. Kod jednog dijela grupe učenika koji povremeno koriste konceptualne mape oblikom demonstracije i grupe koja je bez iskustva, riječi povezivanja gotovo da i nisu bile prisutne, što se dakako odrazilo na njihov ukupni broj bodova. Nepostojanje riječi povezivanja kod jednog dijela učenika tih grupa je vjerojatno posljedica učeničkog neslušanja uputa i nesnalaženja u takvom obliku prezentacije znanja.Rezultati pokazuju da su najviše ali i najkvalitetnije riječi povezivanja koristili kontinuirano poučavani učenici, dok su učenici bez prethodnog iskustva i oni koji su dobili mape na korištenje većinom nespretno odabirali riječi povezivanja koje nisu najbolje objašnjavale međuodnose pojmova što se odrazilo na pokazatelje usvojenosti koncepata i stupanj razumijevanja teme. Osim toga, temeljem rezultata bodovanja riječi povezivanja kod uspješnih učenika može se utvrditi da su oni uspješni neovisno o metodama poučavanja, no nesumnjivo upotreba konceptualnih mapa u poučavanju neizmjerno pridonosi postizanju višeg stupnja konceptualnog razumijevanja, odnosno trajnijeg i kvalitetnijeg znanja. Čak i oni kontinuirano poučavani učenici koji postižu nešto slabiju ocjenu pokazuju sposobnost kvalitetnog povezivanja te uspijevaju ostvariti bolju i kvalitetniju umreženost koncepata, a time i trajnije znanje. Budući da je kod kontinuirano poučavanih učenika utvrđen vrlo visok stupanj konceptualnog razumijevanja i najkvalitetnije poveznice, može se zaključiti da je Cañasov (2008) navod potvrđen. Temeljem rezultata može se zaključiti da su riječi povezivanja najvažnija odrednica prikaza konceptualnog razumijevanja, a vidljiv je i pozitivan doprinos konstantne primjene mapa u nastavi boljem razumijevanju sadržaja i trajnijem znanju.

Da bi se prikazalo napredno razumijevanje zadane teme vrlo je važno prikazati razine u međuodnosu koncepata, odnosno uočiti koliko razina učenik koristi pri prikazivanju konceptualnog razumijevanja. Rezultati analize ovog elementa ne podudaraju se sa očekivanjima. Iako su učenici koji konceptualne mape koriste kontinuirano u nastavi kod svih ostalih elemenata bili najuspješniji, kod ovog elementa pokazali su prosječne rezultate, što može biti posljedica manje pažnje koju učiteljica posvećuje ukazivanju na hijerarhijsku strukturu mapa. Novak, Gowin, i Johansen (1983) i Novak (1992) naglašavaju kako hijerarhijski nivo, tj. razine, potpomažu prepoznavanje najvažnijih koncepata i njihovu

trajniju retenciju u znanju. Kao najuspješniji pokazali su se učenici koji konceptualne mape koriste pri učenju, a kod grupe koja konceptualne mape koristi oblikom povremene demonstracije u nastavi ostvareni su bolji rezultati u odnosu na druge grupe. Vjerojatno je da su na korištenim i demonstriranim mapama bile prisutne jasno iskazane razine, pa su se učenici trudili to i prikazati. No, usporedbom učenika koji razumiju i onih koji ne razumiju zadanu temu uočena je značajna razlika gdje učenici koji razumiju temu ostvaruju gotovo dvostruko bolje rezultate.

Postoji značajna razlika između kontinuirano poučavanih učenika i ostalih grupa uzorka u upotrebi relevantnih pojmova za objašnjavanje koncepata i uspostavljanju veza između njih koje prikazuju razinu razumijevanja učenika. S obzirom da je granični efekt uzorka uočen između kontinuirano poučavanih i učenika kojima se povremeno demonstriraju mape pri poučavanju, može se zaključiti o vrijednosti unaprijed pripremljenih konceptualnih mapa koje se potkrepljuju pri objašnjavanju i potiču učenike na pokušaj umrežavanja znanja. Rezultat analize potvrđuju tendenciju da učenici koji se koriste konceptualnim mapama time uče raslojavati koncepte, ali također ukazuje da element nije ključan za utvrđivanje razine konceptualnog razumijevanja, jer ovisi o samoj prirodi koncepta. S obzirom da su samo malobrojne učiteljice tek odnedavno prihvatile korištenje konceptualnih mapa kao alata za učenje, poučavanje i vrednovanje takav je rezultat razumljiv. Vjerojatno su se učiteljice u radu s učenicima usmjerile na formiranje dobrih poveznica i umrežavanje koncepta kao primarnom cilju. Poželjno bi bilo da pri budućem poučavanju veću pažnju posvete i osvješćivanju razina raslojenosti koncapata koje kao indikator uspješnijeg konceptualnog razumijevanja ističu i Novak i Gowin (1984).

Kada se uzmu u obzir rezultati analize svih odrednica prikaza konceptualnog razumijevanja, može se uvidjeti da učenici koji kontinuirano koriste konceptualne mape pri poučavanju pokazuju najkvalitetnije razumijevanje i najšire poznavanje teme, dok su učenici koji ih povremeno koriste pokazali prosječno razumijevanje sa tendencijom prema slabijem. Temeljem rezultata analize pojedinačnih odrednica prikaza konceptualnog razumijevanja može se zaključiti da su učenici bez prethodnog iskustva rada sa konceptualnim mapama i oni koji su dobili mape na korištenje pri izradi vlastite pokazali najslabije razumijevanje teme. Rezultati pokazuju i da je razlika u razumijevanju teme između ove dvije grupe učenika vrlo mala, sa samo 4 % boljim razumijevanjem prikazanim odrednicama konceptualnog razumijevanja i ukupnim brojem bodova, kod grupe koja je bez prethodnog iskustva korištenja konceptualnih mapa. Neznačajno bolji uspjeh u razumijevanja učenika bez

iskustva u odnosu na učenike koji dobili mape pripisan je kopiranju dobivenih mapa i drugačijim metodama poučavanja od strane različitih učiteljica. Sveukupno, takvi rezultati navode na zaključak o važnosti uvođenja i upotrebe konceptualnih mapa u što ranijim razredima osnovne škole kako bi se osigurala što bolja uvježbanost izrade konceptualnih mapa, a time i što kvalitetnije konceptualno razumijevanje, što je u skladu sa zaključcima Michaela (2007) da se u suvremenoj nastavi treba poticati uporaba konceptualnih tehnika, poput konceptualnih mapa, koje potiču konceptualno razumijevanje kod učenika.

Prilikom analize utjecaja prethodnog iskustva sa konceptualnim mapama na usvojenost koncepata *Mitoze* i *Mejoze* učenici bez prethodnog iskustva i oni koji konceptualne mape koriste u obliku povremene demonstracije grupirani su zajedno jer je uočena izrazito velika sličnost u prikazanim konceptima, tj. korištenim pojmovima i vezama koje opisuju njihove međuodnose. Iako postoji značajna razlika u prikazanom razumijevanju teme između tih učenika, izdvojeni reprezentativno dobri koncepti kod tih grupa su izrazito slični. Rezultati pokazuju da su učenici koji su kontinuirano poučavani uz konceptualne mape usvojili najviše koncepata u svim kategorijama, dok je najmanja usvojenost koncepata utvrđena kod učenika koji su dobili konceptualne mape koje obavezno moraju koristiti. Da bi učenici dugoročno upamtili sadržaje biologije važno je da međusobno povezuju koncepte (Klymkowaky i sur., 2003), a to konceptualne mape omogućuju s obzirom na rezultate po kojima kontinuirana upotreba mapa u nastavi rezultira najboljom usvojenosti koncepata. Lošiji rezultati grupe koja je mape dobila na korištenje u svim kategorijama koncepta, osim *Nasljedna uputa,* pripisani su prevelikom utjecaju i reprodukciji dobivenih mapa umjesto prikaza vlastitih koncepata što je rezultiralo i brojnim pogreškama, posebice pri umrežavanju i opisivanju međuodnosa pojmova. Grupa učenika bez iskustva/povremena demonstracija u svim kategorijama koncepata pokazuje prosječnu usvojenost koncepata s obzirom na zadane pojmove s nešto lošijom usvojenosti koncepata kategorije *Nasljedna uputa*. Pretpostavka je da su u kategoriji *Nasljedna uputa* učenici koji koriste mape u učenju bili malo uspješniji od grupe bez iskustva/povremena demonstracija zbog različitog pristupa poučavanju od strane učiteljice. Rezultati pokazuju da su kontinuirano poučavani učenici usvojili dvostruko više koncepata kategorije *Nasljedna uputa* od utvrđene ukupne prosječne usvojenosti koncepata što je izvrstan pokazatelj efikasnosti primjene konceptualnih mapa u učenju i kvalitetnog znanja. Lukša (2011) pokazuje da velika većina učenika ne usvaja koncept odnosa molekula DNA i kromosoma, a prevelika detaljnost u obradi gradiva staničnih dioba dovodi do toga da učenici na kraju ne razumiju ni smisao mejoze i mitoze.

Usporedba učeničkih reprezentativnih usvojenih koncepata i ishoda propisanih Nastvanim planom i programom za sedmi razred osnovne škole za temu *Stanične diobe* pokazala je da jedino učenici koji su kontinuirano poučavani uz konceptualne mape uspijevaju uspješno zadovoljiti sve predviđene ishode.

Utvrđeno je da je prvi ishod Nastavnog plana i programa (*definirati gene kao nositelje nasljednih osobina*) usvojen kod svih učenika istraživanog uzorka vjerojatno zbog njegove jednostavnosti, s obzirom da je to ishod prve kognitivne razine. No, već kod *povezivanja gena i molekule DNA*, tj. objašnjavanja da je *gen dio molekule DNA,* učenici koji nemaju prethodnog iskustva i oni kojima se povremeno demonstriraju mape nailaze na probleme, odnosno pokazuju vrlo lošu usvojenost koncepta i doživljavaju ih kao potpuno odvojene. Jedan od zadanih pojmova bio je *kromosom*, a učenici su trebali *kromosome povezati sa DNA i bjelančevinama te sa genima*. Kod grupe bez iskustva/povremena demonstracija kromosomi se generalno slabije spominju, dok je *međuodnos kromosoma sa genima te sa DNA i bjelančevinama*, prikazan samo na vrlo malom broju konceptualnih mapa. Kod učenika koji su dobili konceptualne mape na korištenje *veza gena sa DNA i bjelančevinama* je uočena, no *međuodnos gena i kromosoma* nije. Rezultati su pokazali da su jedino učenici koji su kontinuirano poučavani u potpunosti usvojili te koncepte. Temeljem rezultata možemo zaključiti da su jedino kontinuirano poučavani učenici uspjeli postići adekvatno i potpuno konceptualno razumijevanje *strukturnih odnosa molekule DNA, bjelančevina, gena i kromosoma* što je svakako potvrda učinkovitosti kontinuiranog korišenja konceptualnih mapa u nastavi. Dikemnli (2009) navodi kako učenici ne razumiju ponašanje i građu kromosoma te ne znaju odrediti broj kromosoma u staničnim diobama što je dokazano ovim istraživanjem. Postavlja se pitanje zašto ostali učenici nisu uspjeli postići takvo konceptualno razumijevanje, a mogući odgovor na to pitanje leži u činjenici koju ističe i Cavallo (1992)da većina učenika ipak postiže samo razinu reproduktivnog znanja ovih bioloških sadržaja.

Rezultati analize usvojenosti drugog, trećeg i četvrtog ishoda prema Nastavnom planu i programu (*usporediti broj kromosoma u stanica nastalih mitozom i mejozom; razlikovati mitozu od mejoze; istaknuti da se urazvoju spolnih stanica broj kromosoma smanjuje na polovicu početnoga broja*) pokazali su da jedino kontinuirano poučavani učenici uspijevaju u potpunosti ostvariti predviđena postignuća. S obzirom da su učenici ostalih grupa imali poteškoća već kod razumijevanja pojma *kromosoma*, za očekivati je da će kod usporedbe broja kromosoma nailaziti na još veće probleme iako je to ishod prve razine. Vjerojatno je da su učenici ovih grupa postigli razinu reproduktivnog znanja, s obzirom da Klymkowaky

(2003) tvrdi da se učenici koriste reproduktivnim učenjem onda kada nisu u mogućnosti povezivati nove koncepte sa postojećima, što je vidljivo u ovom slučaju. Uočeno je da su učenici koji koriste mape pri učenju usvojili koncepte *haploidnog i diploidnog broja kromosoma,* no nisu ih uspjeli usporediti ni povezati sa stanicama nastalim procesima mitoze i mejoze. U ovoj grupi je uočeno opisivanje *mitoze kao diobe kojom nastaju stanice sa istim brojem kromosoma*, no uopće nisu prikazane faze tog procesa niti tip stanice koji procesom nastaje, pa možemo tvrditi da je koncept mitoze samo djelomično usvojen. Učenici pravilno *definiraju mejozu kao diobu kojom nastaju spolne stanice* te prepoznaju njenu *važnost za održanje vrste,* no ne navode broj stanica koji nastaje, gdje se odvija niti ju opisuju kao diobu u kojoj se broj kromosoma reducira, što također govori o djelomičnoj usvojenosti koncepta. Također, proces *mejoze povezuju sa spolnim stanicama* ali ne prepoznaju haploidan broj kromosoma u njima niti ističu da se tokom mejoze broj kromosoma umanjuje na polovicu početnog broja. Kod grupe učenika bez iskustva/povremena demonstracija rezultati pokazuju da učenici pravilno definiraju *mitozu kao diobu kojom nastaju dvije tjelesne stanice sa jednakim genetičkim materijalom*, no uopće ne prikazuju faze tog procesa niti su uočili njegovu važnost za rast i obnavljanje organizma, pa možemo tvrditi da je koncept mitoze samo djelomično usvojen. Ova grupa učenika je dobro usvojila koncept mejoze s obzirom da *definira mejozu kao proces kojim nastaju spolne stanice prilikom čega se broj kromosoma smanjuje na pola*, no ne navode koliko stanica i gdje one nastaju. Nažalost, učenici ove grupe samo navode da *postoje dva tipa stanica s obzirom na broj kromosoma,* tj. prepoznaju koncept broja kromosoma ali ga ne uspoređuju niti povezuju sa spolnim i tjelesnim stanicama. Učenici su uspjeli usvojiti da *mitozom nastaju tjelesne stanice koje imaju isti genetični materijal,* no s obzirom da je utvrđeno analizom koncepata *Nasljedne upute* da genetički materijal baš i ne povezuju sa kromosomima možemo tvrditi da učenici pritom ne povezuju diploidan broj kromosoma sa tjelesnim stanicama. Iako je navedeno da se mejozom broj kromosoma smanjuje na polovicu početnog broja, rezultati analize usvojenosti koncepata *Nasljedne upute* pokazali su da učenici ne razumiju najbolje što je uopće kromosom, pa shodno tome postoji mogućnost da je ovaj koncept naučen napamet. Prema dobivenim rezultatima može se zaključiti da čak i osnovni koncepti poput razlikovanja spolnih i tjelesnih stanica prema broju kromosoma stvaraju učenicima ovih grupa probleme. Rezultati također pokazuju da učenici imaju puno više problema kod razumijevanja mejoze nego mitoze, s obzirom da ne ističu redukciju kromosoma u mejozi, a može se zaključiti i da učenici ovih grupa koncept usporedbe broja kromosoma u tjelesnim i spolnim stanicama nisu usvojili. Rezultati su u skladu sa navodima da učenici imaju problema prilikom objašnjavanja razlika i

sličnosti između procesa mitoze i mejoze, s tim da su problemi izrazitiji kod usvajanja koncepata mejoze (Dikmenli, 2009), a Knippels i sur. (2005) su utvrdili da učenici shvaćaju prijenos nasljednih informacija s roditelja na potomke, ali vrlo često ne znaju što se prenosi niti kakav je odnos između procesa i produkata mejoze.

Kao što je već navedeno, kontinuirano poučavani učenici su uspjeli usvojiti sve predviđene ishode prema Nastavnom planu i programu. Utvrđeno je da učenici *opisuju gene kao nositelje nasljednih osobina* te dobro ih povezuju sa molekulom DNA pri čemu *opisuju da je gen dio molekule DNA koji određuje sastav bjelančevina*, odnosno potpuno usvajaju prvi ishod. Učenici obrazlažu da je *DNA makromolekula građena od 4 vrste gradivih jedinica* te da ju čine *dva dugačka lanca u obliku spirale*. Učenici čak i spominju da *kombinacijom različitih gradivih jedinica DNA nastaje kod koji definira aminokiseline*. Možemo zaključiti da su učenici dobro usvojili funkcionalni međuodnos DNA, tj. gena sa ribosomima i bjelančevinama pri čemu je vidljivo i povezivanje sa prethodno učenom temom *Stanica s jezgrom.* Utvrđeno je da učenici dobro razumiju strukturni međuodnos kromosoma sa DNA i bjelančevinama i kromatinom s obzirom da o*pisuju da kromosomi nastaju iz kromatina tijekom diobe stanice*, a *izgrađeni su od DNA i bjelančevina*. Kod ove grupe učenika uočeno je *razlikovanje diploidnog i haploidnog broja kromosoma* u tjelesnim, odnosno spolnim stanicama. Učenici su dobro usvojili koncept mitoze koji opisuju kao *proces diobe kojom nastaju dvije potpuno jednake tjelesne stanice po broju kromosoma*. Dobro razumijevanje koncepta mitoze vidimo i po prepoznavanju *važnosti mitoze za rast i regeneraciju* organizma te primjeru *stanica koje nemaju sposobnost mitoze*. Iako nisu detaljno opisane faze mitoze, učenici dobro razumiju da *neposredno prije dolazi do udvostručavanja genetičkog materijala*. Usvojenost koncepata mejoze je također na vrlo viskom stupnju što vidimo pravilnim definiranjem procesa mejoze *kao procesa kojim nastaju spolne stanice pri čemu dolazi do redukcije broja kromosoma* i *razlikovanjem produkata mejoze u spolnim žlijezdama*. Osim toga, učenici su usvojili koncept oplodnje i njenu važnost za raznolikost biološkog svijeta. Temeljem ovakvih rezultata i jako dobre usvojenosti koncepata staničnih dioba kod grupe kontinuirano poučavanih učenika možemo zaključiti da kontinuirana primjena konceptualnih mapa u nastavi ima veliki utjecaj na usvojenost i razumijevanje koncepata. Ovi učenici ne samo da pokazuju veliki opseg nego i izrazito kvalitetno znanje. Vidljivo je da korištenje konceptualnih tehnika učenja, poput upotrebe konceptualnih mapa, rezultira boljom usvojenosti sadržaja nego nagomilavanje napamet naučenih i nepovezanih koncepata kao što je utvrdio Klymkowsky i sur. (2003).

Važno je naglasiti da je upitno razumijevanje više procesa uz nespretan izričaj prisutno u velikoj mjeri u grupama učenika bez iskustva i onih koji konceptualne mape koriste prilikom izrade vlastite. Ovakvi rezultati navode na zaključak o važnosti konceptualnih mapa u identifikaciji miskoncepcija. Moguće je pretpostaviti da je kod kontinuirano poučavanih učenika većina prisutnih miskoncepcija bilo detektirano pravovremeno pa su shodno tome bar djelomično iskorijenjene. Prisutnost brojnih miskoncepcija iz prethodno učenih tema i nekih još iz 5. razreda ukazuje da kod učenika bez iskustva, koji pokazuju puno vrsta miskoncepcija, i kod učenika kojima su mape povremeno demonstrirane kod kojih je uočeno najviše miskoncepcija, one nisu pravovremeno identificirane i ispravljene. Lewis i suradnici (2000) pokazali su da za uspješno poučavanje i kvalitetno konceptualno razumijevanje treba pravovremeno identificirati prisutne miskoncepcije što je dokazano i ovim istraživanjem s obzirom da je najmanje miskoncepcija u grupi kontinuirano poučavanih koji ostvaruju najviši stupanj konceptualnog razumijevanja. Miskoncepcije koje su već usvojene pokazuju veliku otpornost uklanjanju osobito ako se koriste klasične metode poučavanja kao kod učenika bez iskustva ili onih kojima su mape samo demonstrirane (Lewis i sur., 2000).

Rezultati su pokazali da greške u odabiru riječi povezivanja često uzrokuju oblikovanje nedorađenih, odnosno nepotpunih koncepata, odnosno između navedenih nedostaju pojmovi koji bi u potpunosti objasnili koncept. Kod grupa učenika koji su kontinuirano poučavani i koriste konceptualne mape pri učenju prisutno je najviše takvih pogrešaka, dok je kod grupe učenika koji su bez iskustva rada sa konceptualnim mapama prisutno najmanje. Takav rezultat može se objasniti prisutnošću više riječi povezivanja na tim mapama pa shodno tome i više pogrešaka u izričaju. Ove mape pokazuju dobru umreženost pojmova ali njihov međuodnos je opisan nespretno odabranim riječima povezivanja. U tim slučajevima ne može se govoriti sa sigurnošću da su to miskoncepcije, jer učenici vjerojatno barem u osnovama razumiju međuodnose i značenje koncepta, ali zbog mogućih problema u jezičnim kompetencijama koriste pogrešne riječi pri pokušaju objašnjavanja međuodnosa. Dobro usmjerene poveznice Osim toga, uočeno je da su učenici često koristili krivo usmjerene poveznice koje su rezultirale besmislenim tvrdnjama na inače kvalitetnim mapama, a u slučaju da su bile obrnuto okrenute dobro bi prikazale željeni koncept. U ovakvim slučajevima vjerojatno se radi samo o učeničkoj brzopletosti prilikom izrade konceptualne mape. Novak i Cañas (2008) tvrde da krivo usmjerene povezinice pokazuju nerazumijevanje veza između domena koncepata. Utvrđene pogreške u terminologiji najčešće nisu vezane uz nerazumijevanje teme već ukazuju na ili krivo upamćene termine ili pravopisne greške.

Odabrani primjeri reprezentativnih mapa učenika pokazuju ostvareni stupanj razumijevanja učenika. Na primjerima reprezentativno loših mapa, izuzev mape kontinuirano poučavanog učenika, vidljivo je da učenici većinom navode mali broj pojmova koji ukazuje na vrlo mali opseg znanja, a od zadanih pojmova većinu nisu ni prikazali. Shodno tome, prikazano je vrlo malo poveznica i riječi povezivanja, a većina onih koje i jesu prikazane su nepotpune ili pogrešne. Posebice se ističe mapa učenika bez prethodnog iskustva gdje je utvrđeno da niti jedan koncept nije prikazan pravilno s obzirom da su svi pojmovi krivo umreženi. Jedino što je ovaj učenik uspio usvojiti je da *su mitoza i mjeoza diobe*, pa se može zaključiti da od previđenih ishoda niti jedan nije ostvaren. Svakako treba uzeti u obzir učenikovo neiskustvo, odnosno neuvježbanost izrade konceptualnih mapa, no neovisno o tome moguće je zaključiti da ovaj učenik nije usvojio niti minimum znanja, dapače ono što i je usvojio je pogrešno. Učenici koji rijetko koriste konceptualne tehnike poput konceptualnih mapa u učenju često imaju problema prilikom integracije novih znanja u postojeće strukture znanja te povezivanja koncepata različitih bioloških znanja (Knippels i sur., 2005). Usporedbom ove mape sa reprezentativno lošom mapom kontinuirano poučavanog učenika uočljiva je značajna razlika, ne samo u broju prikazanih pojmova već i u njihovom umrežavanju, odnosno prikazivanju koncepata. U odnosu na mapu učenika bez iskustva na kojoj nije niti jedan koncept prikazan pravilno, kod mape kontinuirano poučavanog učenika neki su koncepti ipak usvojeni kao na primjer koncept *mitoza je dioba tjelesnih stanica,* iako postoje brojne pogreške kao na primjer *stanica se sastoji od kromosoma.* Taj iskaz učenika također može biti posljedica jezične nespretnosti, a ne dokaz miskoncepcije pa bi bilo važno u idućem istraživanju provjeriti jesu li slične pogreške posljedice konceptualnog nerazumijevanja ili samo dječje nespretnosti u izražavanju. Temeljem analize reprezentativno loših mapa može se zaključiti da ovi učenici imaju problema već i kod najosnovnijih definicija koje na zahtijevaju nikakvo dublje razumijevanje teme. Prikazani koncepti su nepotpuni ili pogrešni pa se može zaključiti da su ti učenici postigli vrlo nizak stupanj konceptualnog razumijevanja sadržaja. Usporedba reprezentativno loših mapa pokazala je da i među lošim mapama kontinuirano poučavani učenici postižu bolje razumijevanje u odnosu na ostale grupe učenika što je u skladu i sa rezultatima analize riječi povezivanja i utvrđenim stupnjem konceptualnog razumijevanja pojedine grupe.

Rezultati analize odabranih reprezentativno dobrih mapa pokazuju vrlo visok stupanj razumijevanja teme reprezentiran velikim brojem korištenih pojmova i kvalitetnim vezama

koje opisuju njihove međuodnose, te značajnim nadopunama iz ostalih tema. Ovakvi rezultati su u skladu sa navodima Mintzes i sur. (2000) i Edmundsona (2000) da visok stupanj razumijevanja i više razine kognitivnih funkcija ostvaruju učenici koji koriste konceptualne tehnike u učenju kao što su konceptualne mape. Usporedba reprezentativno dobrih konceptualnih mapa rezultirala je zaključkom da će uspješni, zainteresirani učenici uvijek biti uspješni neovisno o korištenim metodama poučavanja i vrednovanja. Lukša (2011) naglašava da kada kod učenika dođe do konceptualnog razumijevanja, oni su sposobni izvršavati sve zadane zadatke. Kvalitetom se ističu mape kontinuirano poučavanog učenika i učenika bez iskustva koji su uspjeli prikazanim konceptima ostvariti sve predviđene ishode poučavanja te pokazali vrlo široko znanje i sposobnost povezivanja sa ostalim temama. Mape učenika koji ih koriste oblikom povremene demonstracije i koji su dobili mape na korištenje prikazuju nešto manji broj pojmova i veza između njih, a time i manje koncepata što ukazuje na malo manji opseg znanja u odnosu na ostale grupe, no neovisno o tome učenici su uspjeli ostvariti sve predviđene ishode i pokazati visok stupanj razumijevanja.

Temeljem iskustva analize uz prvi kriterij primijećeno je da zahtjeva prilično dugačak vremenski period po analiziranoj mapi. Vrijeme potrebno za analizu mape po određenom kriteriju svakako je važan faktor koji treba uzeti u obzir, uz detaljnost i osjetljivost za konceptualno razumijevanje, prilikom odabira kriterija. Temeljem iskustva ocjenjivača i rezultata statističke analize utvrđeno je da treći kriterij najbolje zadovoljava sve postavljene uvijete.

Rezultati povezanosti elemenata ocjenjivanja prvog kriterija i njihovog utjecaja na ocjene pokazali su da *Pojmovi, Poveznice, Riječi povezivanja* i *Konceptualno razumijevanje* imaju najveći utjecaj na postignutu *Ocjenu* u odnosu na ostale elemente, a upravo su te odrednice Novak i Musonda (1991) definirali kao najvažnije odrednice prikaza konceptualnog razumijevanja. Dobiveni rezultat pokazuje izrazitu korelaciju tih elemenata što svakako pokazuje kvalitetu predloženog kriterija. Također, rezultati analize povezanosti elemenata ocjenjivanja drugog kriterija i njihovog utjecaja na ocjene su pokazali da sadržaj, razine i razumijevanje imaju utjecaj na ocjenu, dok veze koje su, kako je potvrđeno ovim istraživanjem, izrazito važne u prikazu razumijevanja pokazuju velik utjecaj. Osim toga, rezultati su pokazali da element *Tekst* nema signifikantnu povezanost sa ostalim elementima, niti sa ocjenom, pa se stoga predlaže korekcija drugog kriterija u smislu izbacivanja tog elementa analize ako je svrha procjena konceptualnog razumijevanja.

Usporedba postignutih prosječnih ocjena svake grupe učenika s obzirom na korišteni kriterij pokazuje da su najuspješniji kontinuirano poučavani učenici koji neovisno o kriteriju uvijek postižu najbolje ocjene što je dokaz učinkovitosti primjene konceptualnih mapa u nastavi. Rezultati pokazuju značajnu razliku u postignutoj prosječnoj ocjeni između prvog i trećeg kriterija kod ove grupe učenika što navodi na zaključak da je treći kriterij izrazito osjetljiv na stupanj konceptualnog razumijevanja i elemente koji ga najbolje prikazuju. S obzirom da je velik broj kontinuirano poučavanih učenika pokazao izvrsno razumijevanje sadržaja, utvrđena ocjena po trećem kriteriju to i pokazuje. Kod ostalih istraživačkih grupa utvrđeno je da najslabije ocjene postižu po prvom kriteriju, a najbolje po drugom kriteriju stoga treći kriterij daje nabolje rezultate s obzirom na međuodnos postignute ocjene i pokazanog konceptualnog razumijevanja, a pritom zadovoljava postavljene uvijete.

Za ocjenjivanje konceptualnih mapa predloženo je nekoliko mogućih skala bodovanja. Da bi se odredile što kvalitetniji pragovi bodova za ocjene i minimum predviđenog znanja od izrazite je važnosti izraditi ekspertnu mapu prema kojoj će se oni odrediti. Prema Rye i Rubba (2008) vrednovanje konceptualnih mapa prema ekspertnoj mapi omogućuje izgradnju strukture koncepata učenika sličnu učiteljevoj. Ruiz-Primo i Shavleson (1996) navode kako korelacija postignute ocjene i procjene konceptualnog razumijevanja moraju dati visok stupanj pouzdanosti. Da bi učenici bili uspješniji preporučljivo je upoznati ih sa traženim kriterijima za postizanje određene ocjene prije izrade konceptualne mape te sa rubrikama analize.

Prva predložena skala bodovanja po prvom predloženom kriteriju analize, nazvana *Višom skalom* ocjenjivanja, pokazala se kao zahtjevna s obzirom da je najveći udio učenika postigao nedovoljnu ocjenu i nezadovoljavajući ukupni prosjek ocjena, jer se u praksi zbog naglašenog reproduktivnog i sadržajnog pristupa nastavi ne uspjeva u potrebnoj mjeri osigurati učeniku konceptualno razumijevanje. Temeljem rezultata raspodjele ocjena u istraživačkim grupama može se zaključiti da je prva skala vrednovanja realna s obzirom na iskazano konceptualno razumijevanje, no potrebno je uzeti u obzir konceptualno razumijevanje koje je učenicima osigurano nastavom, a koje nije omogućilo učenicima uspješnost po ovako zahtjevno postavljenim kriterijima. Rezultati navode na zaključak da je potrebno predložiti nešto manje zahtjevnu skalu vrednovanja što je i učinjeno. *Niža skala* vrednovanja je rezultirala prevelikim udjelom odlično ocijenjenih učenika s obzirom na utvrđeni stupanj konceptualnog razumijevanja pa je moguće zaključiti da je ona ipak preblaga

i nerealna, odnosno premalo zahtjevna te da nije dovoljno razlučiva posebno za razlikovanje kategorija uspješnih učenika.

Konceptualne mape ocjenjene po drugom predloženom kriteriju ponudile su zadovoljavajući rezultat u smislu ocjena, no drugi je kriterij najmanje osjetljiv i detaljan za konceptualno razumijevanje pa postignut ukupni prosjek (M = 3,18) i raspodjela ocjena nisu u skladu sa pokazanim razumijevanjem učenika. *Treća skala* ocjenjivanja uz treći predloženi kriterij zadovoljava i razlučivost stupnja konceptualnog razumijevanja i uspješnost u smislu ocjena s obzirom na konceptualno razumijevanje koje škole pružaju, te u skladu je sa *Višom skalom* ocjenjivanja po prvom kriteriju. Iako predložene skale uz prvi i drugi kriterij pokazuju mane u smislu odnosa zahtjevnosti i osiguranog konceptualnog razumijevanja, važno je naglasiti da je upotreba kriterijskog vrednovanja kontinuirani proces koji traži stalno usavršavanje instrumenta na osnovu iskustva pri ocjenjivanju. Shavelson i sur. (1993) naglašava važnost razvoja metoda vrednovanja konceptualnih mapa u smislu rubrika i bodovanja kako bi se postigla zadovoljavajuća pouzdanost i korelacija sa standardiziranim testovima.Također, preporuka je da skalu vrednovanja slaže ona osoba koja je sadržaje prezentirala s obzirom da je vrlo teško utvrditi koji stupanj konceptualnog razumijevanja je učenicima omogućen u školi.

5. ZAKLJUČAK

Rezultati istraživanja temeljeni na analizi konceptualnih mapa učenika sedmih razreda osnovne škole na temu staničnih dioba ukazuju na sljedeće zaključke:

1. Konceptualne mape su učinkovite za vrednovanje konceptualnog razumijevanja učenika.

ili - Primjena konceptualnih mapa za vrednovanje konceptualnog razumijevanja učenika je učinkovita.

2. Prethodno iskustvo učenja uz konceptualne mape ima značajan utjecaj na razumijevanje koncepata. Učenici koji su poučavani uz kontinuiranu primjenu konceptualnih mapa postižu najviši stupanj konceptualnog razumijevanja.

3. Utvrđena je slaba usvojenost koncepata staničnih dioba.

3.1 Utvrđene miskoncepcije najčešće su vezane uz kromosome, DNA i stanične organele te onemogućuju uspješno savladavanje gradiva mejoze i mitoze.

3.2 Podučavanje uz kontinuiranu primjenu konceptualnih mapa omogućuje pravovremenu identifikaciju i uklanjanje miskoncepcija.

3.3 Utvrđeni stupanj konceptualnog razumijevanja koncepata mejoze i mitoze ukazuje na potrebu korištenja konceptualnih mapa u podučavanju te pojednostvaljenje gradiva staničnih dioba na način da bude primjerenije dobi učenika.

4. Od predloženih kriterija vrednovanja konceptualnih mapa najpraktičnijim se pokazao treći kriterij koji je vemenski prikladno zahtjevan i dovoljno osjetljiv za stupnjeve konceptualnog razumijevanja učenika.

6. LITERATURA

ACES 2004. Kinds of Concept Maps. College of ACES. Preuzeto 18.06.2005. http://classes.aces.uiuc.edu/ACES100/Mind/c-m2.html

Åhlberg, M. (2008). Practical methods and techniques of knowledge representation in particular those related to concept mapping and mind mapping. History, theoretical background, software, and comparison table. Invited discussion paper. Instructional Technology Forum, ITForum, The University og Georgia, 10.10. - 17.10.2008. Preuzeto 29.12.2012. http://itech1.coe.uga.edu/itforum/paper10/Ahlberg_manuscript.pdf

Anderson, T., & Huang, S. (1989). On using concept maps to assess the comprehension effects of reading expository text. (Technical Report No. 483). Urbana-Champaign: Center of Illinois at Urbana-Champaign. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 310 368).

Ausubel, D. P. (1968). Educational psychology: A cognitive view. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1978). Educational psychology: A cognitive view (2nd ed.). New York: Holt, Rinehart and Winston.

Bahar M, Johnstone A. H. and Hansell M. H. (1999): Revisiting learning difficulties in biology. Journal of Biological Education **33**, 84-86.

Bransford, J., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (Eds.). (1990). How people learn: Brain, mind, experience, and school. Washington, D. C.: National Academy Press.

Braš Roth M. (2013). Rezultati OECD-ova istraživanja PISA 2012 provedenog u Republici Hrvatskoj. NCVVO dostupno na: http://www.ncvvo.hr/drzavnamatura/web/public/pisa

Cavallo A.L. (1992): Students` meaningful learning orientation and their meaningful understandings of meiosis and genetics. Paper presented at the annual Conference of the National Association for Research in Science Teaching **052**, 977-979.

Cho, H.-H., Kahle, J. B. and Nordland, F. H. (1985), An investigation of high school biology textbooks as sources of misconceptions and difficulties in genetics and some suggestions for teaching genetics. Science Education **69**, 707–719.

Cohen, J. (1994). The earth is round (p < .05). American Psychologist **49**, 997-1003.

Dikmenli M. (2009): Misconceptions of cell division held by student teacher in biology: A drawing analysis. Scientific Research and Essay **5**, 235- 247

Driver, R. (1973). Disertacija: Student's conception and learning of science.

Driver, R. (1981). Pupils' alternative frameworks in science. European Journal of Science Education **3**(1), 93-101.

Edmondson, K. (2000). Assesing science understanding through concept maps. In J. Mintzes, J. Wandersee & J. Novak (Eds.) Assessing science understanding. San Diego: Academic Press, str. 19-40.

Edwards, J., & Fraser, K. (1983). Concept maps as reflections of conceptual understanding. Research in Science Education **13**, 19-26.

Fisher, K. M., & Lipson, J. I. (1986). Twenty questions about student errors. Journal of Research in Science and Children Teaching **29** (9), 783-803.

Garašić, D. (2012). Primjerenost biološkog obrazovanja tijekom osnovnog i gimnazijskog školovanja / doktorska disertacija. Zagreb: Prirodoslvno-matematički fakultet, 03.07.2012., 348 str. Voditelj: Radanović, Ines; Baranović, Branislava.

Gardner, H. (1983). Frames of Mind: The theory of multiple intelligencies. New York: Basic Books.

Garašić, D., Kovačević, D., Žanetić, Lj., Žanetić, I., Bucić, P., Regić, M., Kajinić Čenić, I., Nekić, J. (2015). Zaštita okoliša i održivi razvoj - Priručnik za nastavnike, Radanović I. : Konceptualni pristup učenju i kartiranje znanja 24 – 30 str.MediaPrint Zagreb. 79 str. preuzeto 29.5.2015. http://gel.gimpoz.hr/dokumenti/za%C5%A1tita-okoli%C5%A1a-i-odr%C5%BEivi-razvoj-priru%C4%8Dnik-za-nastavnike

Halloun, I.A., & Hestenes, D. (1985). The initial knowledge state of college physics students. Americar Journal of Physics **53** (11), 1043-1048.

Hancock, C. H. (1940). An Evaluation of Certain Popular Science Misconceptions. Science Education **24**, 208-213.

Helm, H. (1980). Misconceptions in physics amongst South African students. Physical Education **15**, 92-97.

Jonassen, D. (1993). Changes in knowledge structures from building semantic net versus production rule representations of subject content. Journal of Computer-Based Instruction **20**, 99-106.

Kinchin, I., Hay, D., & Adams, A. (2000). How a qualitative approach to concept map analysis can be used to aid learning by illustrating patterns of conceptual development. Educational Research **42**, 43-57.

Klymkowsky MW., Garvin-Doxas K., Zeilik M. (2003): Bioliteracy and teaching efficacy: what biologists can learn from physicists. Cell Biology Education **2**, 151–161.

Knipples M.C.P.J., Waarlo A. J., Boersma K.T. (2005): Design criteria for learning and teaching genetics. Journal of Biological Education **39**, 108-112.

Krsnik, R. (2001). Učenik i učenje fizike; Što govore rezultati istraživanja. Dostupno na http://nastava.hfd.hr/simpozij/2001/2001-Krsnik.pdf

Krsnik, R. (2008). Suvremene ideje u metodici nastave fizike. Školska knjiga d.d., Zagreb.

Lay-Dopyera, M., & Beyerback, B. (1993, 11 - 15 April). Concpt Mapping for individual assessment. Paper presented at te annual meeting of the American Educational Research Association, Montreal, Quebec. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 229 399).

Lewis J, Leach J, Wood-Robinson C (2000). Chromosomes: The missing link- young people`s understanding of mitosis, meiosis and fertilization Journal od Biological Education **34**(4), 189-199.

Locke J., McDermid H.E. (2005): Using pool noodles to teach mitosis and meiosis. Genetics **170**, 5-6.

Lukša, Ž. (2010): Miskoncepcije, predkoncepcije i alternativni koncepti kao prepreka učeničkom konceptualnom razumijevanju biologije, Zbornik sažetaka- Drugi specijalni simpozij Edukacija prirodoslovlja, geografije i povijesti u društvu znanja, 4. Međunarodna konferencija naprednih i nastavnih istraživanja ECNSI- 2010.

Lukša, Ž. (2011). Učeničko razumijevanje i usvojenost osnovnih koncepata u biologiji / doktorska disertacija. Zagreb: Prirodoslovno-matematički fakultet, 06.07.2011., 310 str. Voditelj: Radanović, Ines; Matijević, Milan.

Macnamara, J. (1982). Names for things: A study of human learning. Cambridge, MA: M.I.T Press.

McClure, J., Sonak, B., & Suen, H. (1999). Concept map assessment of classroom learning: Reliability, validity, and logistical practicality. Journal of Research in Science Teching **36**, 475-492.

McMillan, J. (1992). Educational research. New York: Harper-Collins Publishers.

Mestre J. (2001): Cognitive aspects of learning and teaching. National Science Foundation (NSF), 80-94.

Michael J. A., Wenderoth M.P., Modell H.I., Cliff W., Horwitz B., McHale P., Richardson D., Silverthorn D., Williams S., Whitescarver S. (2002): Undergraduates' understanding of cardiovascular phenomena. Advanced Physiology Education **26**, 72–84.

Mintzes, J. J., Wandersee, J. H., & Novak, J. D. (2000). Assessing science understanding: A human constructivist view. San Diego: Academic Press.

Modell, H. I. (2000): How to help students understand physiology? Emphasize general models. Advances inPhysiology Education **23**, 101–107.

Moore, G. (1983). Developing and eveluating educational research. Boston: Little, Brown, and Company.

MZOŠ (2006). Nastavni plan i program za osnovnu školu. Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta Zagreb. Nakladnik Dragan Primorac, urednici Dijana Vican i Ivan Milanović Litre.

Novak, J. D. & Cañas, A. J. (2008). The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them, Technical report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008, Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2008. Dostupno na: http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf

Novak, J. D. (1977). A theory of education. Ithaca, NY: Cornell University Press.

Novak, J. D. (1990) Concept maps and vee diagrams: Two metacongnitive tools for science and mathematics education. Instructional Science **19**, 29-52.

Novak, J. D. (1991). Clarify with concept maps: A tool for students and teachers alike. The Science Teacher **58**, 45-49.

Novak, J. D. (1992). A view on the current status of Ausubel's assimilation theory of learning. A paper presented at the meting of the American Educational Research Association, San Francisco, CA.

Novak, J. D. (1993). Human constructivism: A unification of psychological and epistemological phenomena in meaning making. International Journal of Personal Construct Psychology **6**, 167-193.

Novak, J. D. (1998). Learning, cerating, and using konwledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). Learning how to learn. New York, NY: Cambridge University Press.

Novak, J. D., & Musonda, D. (1991). A twelve-year longitudinal study of science concept learning. American Educational Research Journal **28** (1), 117-153.

Novak, J. D., & Wandersee, J. (1991). Coeditors, special issue on concept mapping. Journal of Research in Science Teaching **28** (10).

Novak, J. D., Gowin, D., & Johansen, G. (1983). The use of concept mapping and knowledge vee mapping wuth junior high school science students. Science Education **67**, 625-645.

OECD (2002). Education at a Glance. Paris. Dostupno na: http://www.oecd.org/edu/skills-beyond-school/educationataglance2002-home.htm

Özcan, Ö. (2000): The levels of students`understanding of basic concepts in reproduction and inheritance in the living things unit at 8th grade. Unpublished.

Piaget, J. (1970). Science of Education and the Psychology of the Child. New York: Orion Press.

Piaget, J. (1971). Genetic Epistemology. New York: W.W. Norton.

Radanović, I. (2014). Konceptualne mape - Metodika nastave biologije, nastavni materijal za Sustav e-učenja Merlin, preuzeto 21.09.2014. Dostupno na: http://merlin.srce.hr/

Radanović, I., Garašić, D., Lukša, Ž., Ristić-Dedić, Z., Jokić, B., Sertić Perić, M.(2015). Understanding of photosynthesis concepts related to students' age, ESERA 2015, preuzeto 10.9.2015. http://www.esera2015.org/materials/proposal-view/?abstractid=2646

Rice, D. C., Ryan, J. M., Samson, S. M., (1998). Using Concept Maps to Assess Student Learning in the Science Classrom: Must Diferent Methodst Compete? Journal of Research in Science Teaching **35**, 1103-1127.

Rosenthal, R. (1991). Meta-analytic procedures for social research(revised). Newbury Park, CA: Sage.

Ruiz-Primo, M., & Shavelson, R. (1996). Problems and issuses in the use of concept maps in science assessment. Journal of Research in Science Teaching **33**, 569-600.

Ruiz-Primo, M., Schultz, S., Li, M., & Shavelson, R. (2001). Comparison of the reliability and validity of scores from two concept-mapping techniques. Journal of Research in Science Teachinf **38**, 260-278.

Rye, J. A., & Rubba, P. A. (2002). Scoring Concept Maps: An Expert Map-Based Scheme Weighted foe Relationships. School Science and Mathematics **102** (1), 33-44.

Shavelson, R., Lang, H., & Lewin, B. (1993). On concept maps as potential "authentic" assessments in science. Los Angeles, CA: National Center for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing. /ERIC Document Reproduction Service No. ED 367 691).

Sperling, G. (1963). A model for visual memory tasks. Human Factors **5**, 19-31.

Storey, R. D. (1991). Textbook errors and misconceptions in biology: cell metabolism. American Biology Teacher **53** (6), 339-343.

MZOS (2013). Strateški plan Ministarstva znanosti, obrazovanja i sporta RH za razdoblje 2014. - 2016. Preuzeto 21.7.2015. http://public.mzos.hr/fgs.axd?id=20740

Tsien, J. Z. (2007). The Memory. Scientific American, July, 52-59.

Viennot, L. (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics. European Journal of Science Education **1**, 200-221.

VUE (2013). Visual Understanding Enviroment. Educational and Scholary Technology Services Tufts University. Dostupno na: http://vue.tufts.edu/

Wallace, J. D, & Mintzes, J. J. (1990). The concept map as a research tool: Exploring conceptual change in biology. Journal of Research in Science Teaching **27**, 1033-1052.

White, R., & Gunstone, R. (1992). Probing understanding. New York: Falmer Press.

Xiufeng, L., & Hinchey, M. (1996). The internal consitency of a concept mapping scoring scheme and its effect on prediction validity. International Journal of Science Education **18**, 92-937.

7. PRILOZI

Prilog 1. Kriterij 1. za analizu konceptualnih mapa

Kriterij 1. ANALIZA KONCEPTUALNIH MAPA			
ELEMENTI	KRITERIJI		BODOVI
POJMOVI	- za svaki relevantan opravdani - za svaki irelevantan opravdani - za svaki irelevantan neopravdani		2 1 -1
VEZE	POVEZNICE	- točno usmjerena, opravdana, značajna i smislena, značajno doprinosi razumijevanju - točno usmjerena, opravdana, značajna, podupire razumijevanje - točno usmjerena, opravdana, manje značajna veza koja ne prikazuju sintezu - krivo usmjerena, neopravdana, nesmislena veza	3 2 1 -1
	RIJEČI POVEZIVANJA	- točno opisuje međuodnose pojmova - ne pridonosi razumijevanju međuodnosa pojmova - krivo opisuje međuodnose pojmova	2 1 -1
RAZINE	- opravdana, smislena i značajna razina - opravdana i smislena razina - neopravdana razina		10 5 0
BOJE	- korištene boje značajno doprinose jasnom prikazu, koriste se za naglasak elemenata i bolje razumijevanje međuodnosa, značajno doprinose razumijevanju - korištene boje doprinose jasnom prikazu, koriste se većinom učinkovito za naglasak elemenata i razumijevanje međuodnosa, podupiru razumijevanje - korištene boje ne remete prikaz, koriste se većinom neučinkovito (elementi prenaglašeni ili nenaglašeni), ne podupiru razumijevanje - korištene boje remete prikaz, koriste se neučinkovito (elmenti prenaglašeni ili nenaglašeni), onemogućuju razumijevanje ili navode na krivo razumijevanje		6 3 0 3
RASPORED	- glavni koncept se lako identificira, grane podkoncepata smještene logično i na odgovarajući način - glavni koncept je moguće identificirati, većina podkoncepata smještena na odgovarajući način (max. 5 nepravilno smješteno) - glavni koncept se ne može identificirati, podkoncepti loše i nelogično raspoređeni (više od 5)		10 5 0
TEMA	- detaljno razrađena uz svrhovitu sadržajnu dopunu iz drugih tema i područja, prikazani koncepti potpuno obrazlažu temu - detaljno razrađena, prikazani koncepti potpuno obrazlažu temu - prikazane osnove teme, prikazani osnovni koncepti koji obrazlažu osnovu teme - prisutni manji propusti u iznošenju teme, prikazani koncepti (1-2) loše odabrani ili predstavljeni osnovni koncepti koji šturo obrazlažu temu - bitni propusti u iznošenju teme, prikazani koncepti (više od 2) loše odabrani i ne mogu obrazložiti niti osnovu teme		15 10 5 0 -5
RAZUMLJIVOST	- samostalno razumljiva bez dodatnih tumačenja, lako se prati, čitka i uredna - razumljiva uz manje dodatno tumačenje, većinom se lako prati, čitka i uredna - razumljiva uz veće dodatno tumačenje, teško se prati, većinom čitka i uredna - nerazumljiva ni uz opsežno dodatno tumačenje, vrlo teško ili nikako se prati, nečitka i neuredna		15 10 5 0
KONCEPTUALNO RAZUMIJEVANJE	- sveobuhvatno - previđeno postignućima - osnovno - prisutna 1 manja konceptualna pogreška ili miskoncepcija - prisutna značajna konceptualna pogreška ili miskoncepcija - prisutno više značajnih konceptualnih pogrešaka ili miskoncepcija		20 15 10 0 -5 -10

Prilog 2. Kriterij 2. za analizu konceptualnih mapa

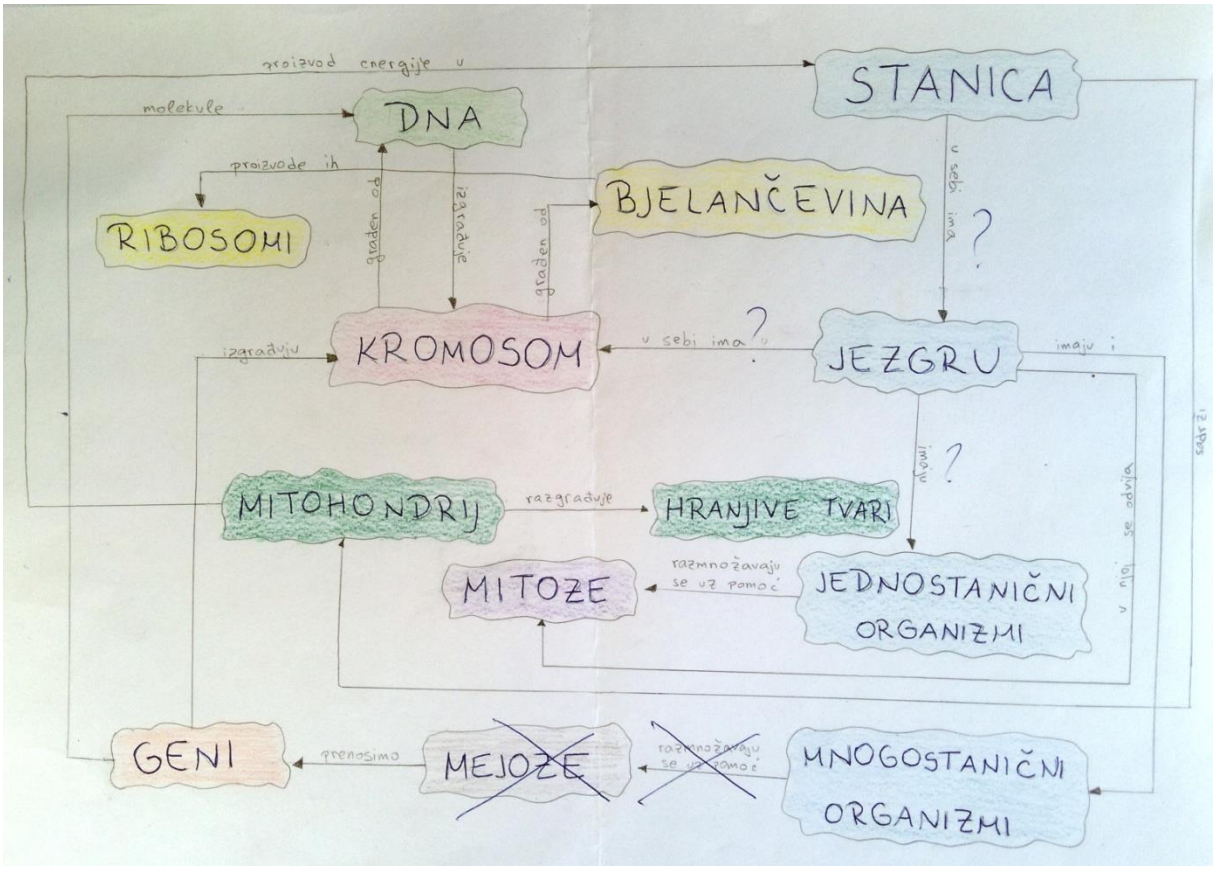
Kriterij 2. ANALIZA KONCEPTUALNIH MAPA				
ELEMENTI	KRITERIJI I BODOVI			
	USPJEŠNO 3	PRIHVATLJIVO 2	SLABO 1	NEPRIHVATLJIVO 0
SADRŽAJ	Točno, jasno i kratko prikazani svi neophodni podaci. Prikazani koncepti razložno odabrani i mogu potpuno obrazložiti odabranu temu. Svi prikazani pojmovi su opravdani.	Neophodni podaci točno prikazani. Prikazani koncepti razložno odabrani i predstavljaju osnovne koncepte koji obrazlažu temu. Koncepti prokazani bez previše suvišnih riječi. Postoje neopravdani pojmovi (vrlo malo).	Odražava većinu bitnih informacija. Prikazani koncepti (1 do 2) ponekad nespretno odabrani ili predstavljeni osnovni koncepti kojima se može samo šturo obrazložiti osnova teme. Postoje nepotrebni koncepti u većoj mjeri.	Nisu prikazani svi neophodni podaci. Prikazani koncepti (više od 2) su nespretno odabrani i njima se ne može obrazložiti niti osnova odabrane teme. Sadrže nepotrebne/neopravdane i/ili netočne informacije.
RAZINE	Postoje razine koje su opravdane i prikazane pravilno te povećavanju jasnoću i doprinose konceptualnom razumijevanju.	Većina razina prikazana pravilno. Podupiru konceptualno razumijevanje. Prisutna jedna neopravdana/nepotrebna razina.	Razine nisu prikazane ili ako jesu većinom su neopravdane/nepotrebne. One razine koje jesu prikazane ne podupiru konceptualno razumijevanje.	Razine ne postoje ili ako postoje ne naglašavaju već narušavaju konceptualno razumijevanje.
VEZE	Poveznice prikazuju odnose pojmova u pravom smjeru. Riječi povezivanja točno opisuju odnose između svakog pojma. Potrebne veze sistematizacije su točno opisane i prikazane te pridonose razumijevanju. Zastupljeni su svi međuodnosi.	Većina poveznica povezuje pojmove ispravno. Većina riječi povezivanja točno opisuje odnose pojmova. Neophodne poveznice i riječi povezivanja točno opisuju odnose između pojmova. Potrebne veze sistematizacije su opravdane i značajne te podupiru konceptualno razumijevanje. Zastupljeni skoro svi međuodnosi.	Poveznice nisu uvijek u pravom smjeru. Riječi povezivanja ne razjasne u potpunosti odnose između pojmova. Izostaju neke neophodne veze sistematizacije ili one nisu u potpunosti točno opisane i/ili prikazane. Opravdane veze postoje ali ne prikazuju sintezu.	Poveznice nisu uvijek u pravom smjeru. Riječi povezivanja ne razjasne u potpunosti odnose između pojmova. Izostaju neke neophodne veze sistematizacije ili one nisu u potpunosti točno opisane i/ili prikazane. Opravdane veze postoje ali ne prikazuju sintezu.
GRAFIKA I DIZAJN	Boje i grafika doprinose konceptualnom razumijevanju. Velika vizualna privlačnost. Uredan prikaz, jasan i čitljiv. Boja se učinkovito koristi za naglasak elemenata i razumijevanje međuodnosa. Grafika se koristi na odgovarajući	Boje i grafika podupiru konceptualno razumijevanje. Izgled prilično čist uz nekoliko iznimaka. Prikaz ima vizualnu privlačnost. Boja se koristi za naglasak elemenata i bolje razumijevanje međuodnosa većinu vremena. Grafika je većinom prikladna i pridonosi razumljivosti. Korišteni različiti fontovi slova.	Boje i grafika ne podupiru razumijevanje. Izgled čist u više iznimaka. Prikaz, tekst i slike prilično neuredni i jedva čitljivi. Korištene boje ne remete prikaz ali ne pridonose razumijevanju međuodnosa. Grafika ne pridonosi razumljivosti. Ne koriste se različiti fontovi slova ili su nepotrebno prevelika/premala slova. Elementi većinom (3-5)	Boje i grafika se narušavaju konceptualno razumijevanje. Izgled neuredan s malo dopadljivog. Boje i grafika koriste se naprimjereno i/ili pretjerano. Korištene boje narušavaju prikaz, smanjuju vizualnu privlačnost i onemogućuju razumijevanje. Elementi grafike loše odabrani i/ili ne pomažu razumljivosti. Font se ne koristi ili je

	način, poboljšava objašnjenje teme i razumljivost. Tekst je prikladne veličine. Korišteni različiti fontovi za naglasak elemenata. Elementi jasni i dobro raspoređeni na stranici.	Elementi jasni i većinom dobro raspoređeni. Nekoliko elemenata (2-3) ne nalazi se na logičnim mjestima na stranici.	nejasni i nelogično raspoređeni na stranici.	nepotrebno premalen/prevelik. Elementi (više od 5) nelogično raspoređeni na stranici.
TEKST	Tekst je prikladan za dob. Pravopis i gramatika su u potpunosti uvaženi. Tekst jednostavan za čitanje.	Većinu teksta je jednostavno pratiti. Količina i način prikaza odgovara dobi. Sadrži manje od 3 pravopisne ili gramatičke greške.	Količina i način prikaza većinom prejednostavni ili presloženi za dob učenika. Sadrži između 4 i 10 pravopisnih grešaka. Većinu teksta je teško pratiti.	Količina i način prikaza su prejednostavni ili presloženi za dob učenika. Sadrži brojne pravopisne i gramatičke greške. Tekst ke skoro nemoguće pratiti.
PRIMJERI I SLIKE	Navedeni primjeri isu razrađeni i pravilno odabrani. Postoje primjeri iz svakodnevnog života i primjeri koji povezuju s drugim granama znanosti. Primjeri i prikazane slike doprinose boljem i jasnijem konceptualnom razumijevanju.	Navedeni primjeri i prikazane slike su pravilno odabrani ali nisu do kraja razrađeni. Podupiru razumijevanje.	Navedeni primjeri i prikazane slike nespretno odabrani. Ne podupiru razumijevanje.	Ne postoje primjeri ni slike ili ako postoje nepravilno su odabrani te zbunjuju ili navode na krivi zaključak.
RAZUMLJI-VOST	Mapa je jasna, čitljiva i samostalno razumljiva bez dodatnih objašnjenja. Glavni koncept se lako identificira. Podkoncepti su odgovarajuće smješteni u odnosu na glavni koncept. Podaci predstavljeni na način da ih je lako slijediti.	Mapa je čitljiva i može se protumačiti uz manje dodatno objašnjenje. Glavni koncpt se lagano identificira. Većina podkoncepata odgovarajuće smještena u odnosu na glavni koncept. Podaci predstavljeni na način da ih je moguće slijediti.	Mapa je nečitljiva i teško razumljiva ali može se protumačiti uz dodatno objašnjenje. Glavni koncept nije lako identificirati. Podkoncepti većinom nisu dosljedno prikazani u odnosu na glavni koncept. Podaci predstavljeni na način da ih je teško slijediti.	Mapa je nečitljiva i nerazumljiva te ne može se protumačiti ni uz opsežno dodatno objašnjenje. Glavni koncept ne može se identificirati. Podkoncepti su nedosljedno prikazani u odnosu na glavni koncept. Podaci predstavljeni na način da ih je vrlo teško/nemoguće slijediti.
RAZUMIJE-VANJE	Sveobuhvatno. Prikazano razumijevanje zadane teme, potrebnih međuodnosa i srodnih sadržaja.	Predviđeno postignućima. Pokazuje razumijevanje zadane teme i međuodnosa ali na osnovnoj razini.	Suštinsko. Pokazuje nepotpuno konceptualno razumijevanje zadane teme. Prisutno nekoliko miskoncepcija (2).	Nedostatno ili pogrešno. Pokazuje pogrešno konceptualno razumijevanje. Prisutno mnogo miskoncepcija (više od 2).
OCJENA	9 - 12 = 2 13 - 16 = 3 17 - 19 = 4 20 - 21 = 5			

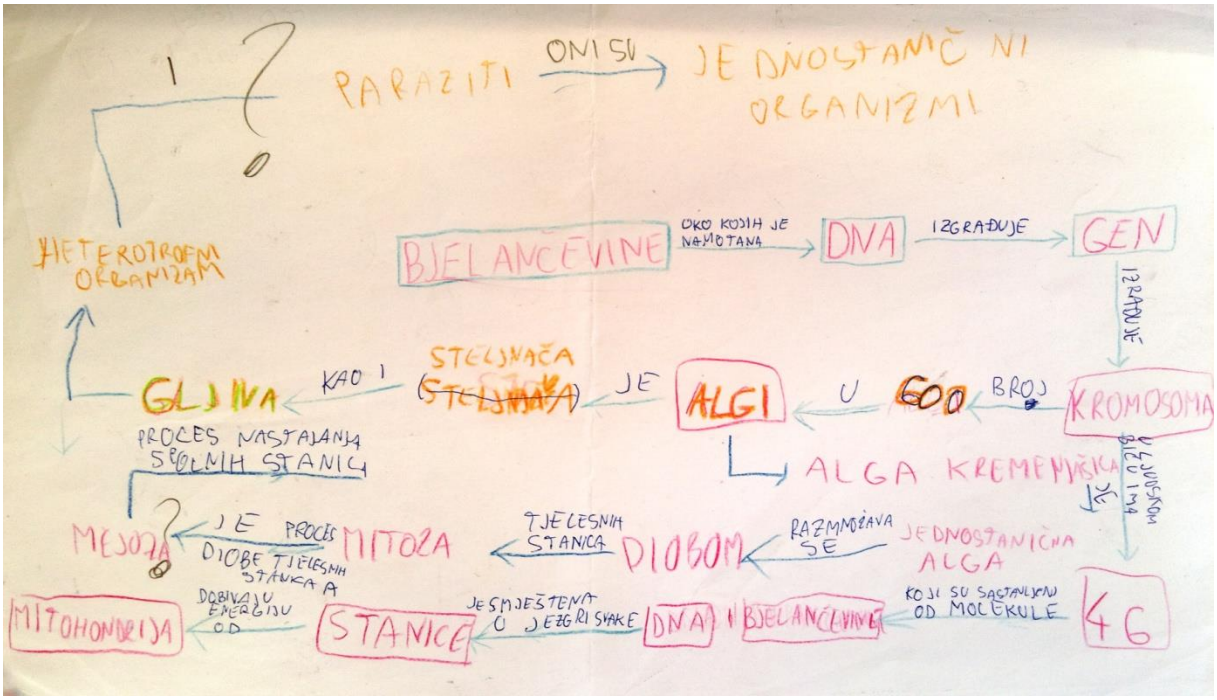
Prilog 3. Kriterij 3. za analizu konceptualnih mapa

Kriterij 3. ANALIZA KONCEPTUALNIH MAPA			
ELEMENTI	KRITERIJI		BODOVI
POJMOVI	- za svaki relevantan opravdani - za svaki irelevantan opravdani - za svaki irelevantan neopravdani		1 0 -1
VEZE	POVEZNICE	- točno usmjerena, opravdana, značajna i smislena, značajno doprinosi razumijevanju - točno usmjerena, opravdana, manje značajna veza koja ne prikazuju sintezu - krivo usmjerena, neopravdana, nesmislena veza	2 0 -2
	RIJEČI POVEZIVANJA	- točno opisuje međuodnose pojmova - ne pridonosi razumijevanju međuodnosa pojmova - krivo opisuje međuodnose pojmova	5 0 -5
RAZINE	- opravdana, smislena i značajna razina - neopravdana razina ili razina ne postoji		15 0
BOJE	- korištene boje značajno doprinose jasnom prikazu, koriste se za naglasak elemenata i bolje razumijevanje međuodnosa, značajno doprinose razumijevanju - korištene boje ne remete prikaz, koriste se većinom učinkovito (neki elementi prenaglašeni ili nenaglašeni), podupiru razumijevanje - korištene boje remete prikaz, koriste se neučinkovito (elementi prenaglašeni ili nenaglašeni), onemogućuju razumijevanje ili navode na krivo razumijevanje		10 0 -10
RASPORED	- glavni koncept se lako identificira, grane podkoncepata smještene logično i na odgovarajući način - glavni koncept je moguće identificirati, većina podkoncepata smještena na odgovarajući način (max. 5 nepravilno smješteno) - glavni koncept se ne može identificirati, podkoncepti loše i nelogično raspoređeni (više od 5)		10 0 -10
TEMA	- detaljno razrađena uz svrhovitu sadržajnu dopunu iz drugih tema i područja, prikazani koncepti potpuno obrazlažu temu - detaljno razrađena, prikazani koncepti potpuno obrazlažu temu - prikazane osnove teme, prikazani osnovni koncepti koji obrazlažu osnovu teme - prisutni manji propusti u iznošenju teme, prikazani koncepti (1-2) loše odabrani ili predstavljeni osnovni koncepti koji šturo obrazlažu temu - bitni propusti u iznošenju teme, prikazani koncepti (više od 2) loše odabrani i ne mogu obrazložiti niti osnovu teme		30 20 0 -10 -20
RAZUMLJIVOST	- samostalno razumljiva bez dodatnih tumačenja, lako se prati, čitka i uredna - razumljiva uz dodatno tumačenje, može se pratiti, čitka i uredna - nerazumljiva ni uz dodatno tumačenje, vrlo teško ili nikako se prati, nečitka i neuredna		20 0 -20
KONCEPTUALNO RAZUMIJEVANJE	- sveobuhvatno - previđeno postignućima - osnovno - prisutna 1 manja konceptualna pogreška ili miskoncepcija - prisutna značajna konceptualna pogreška ili miskoncepcija - prisutno više značajnih konceptualnih pogrešaka ili miskoncepcija		30 20 10 -10 -20 -30

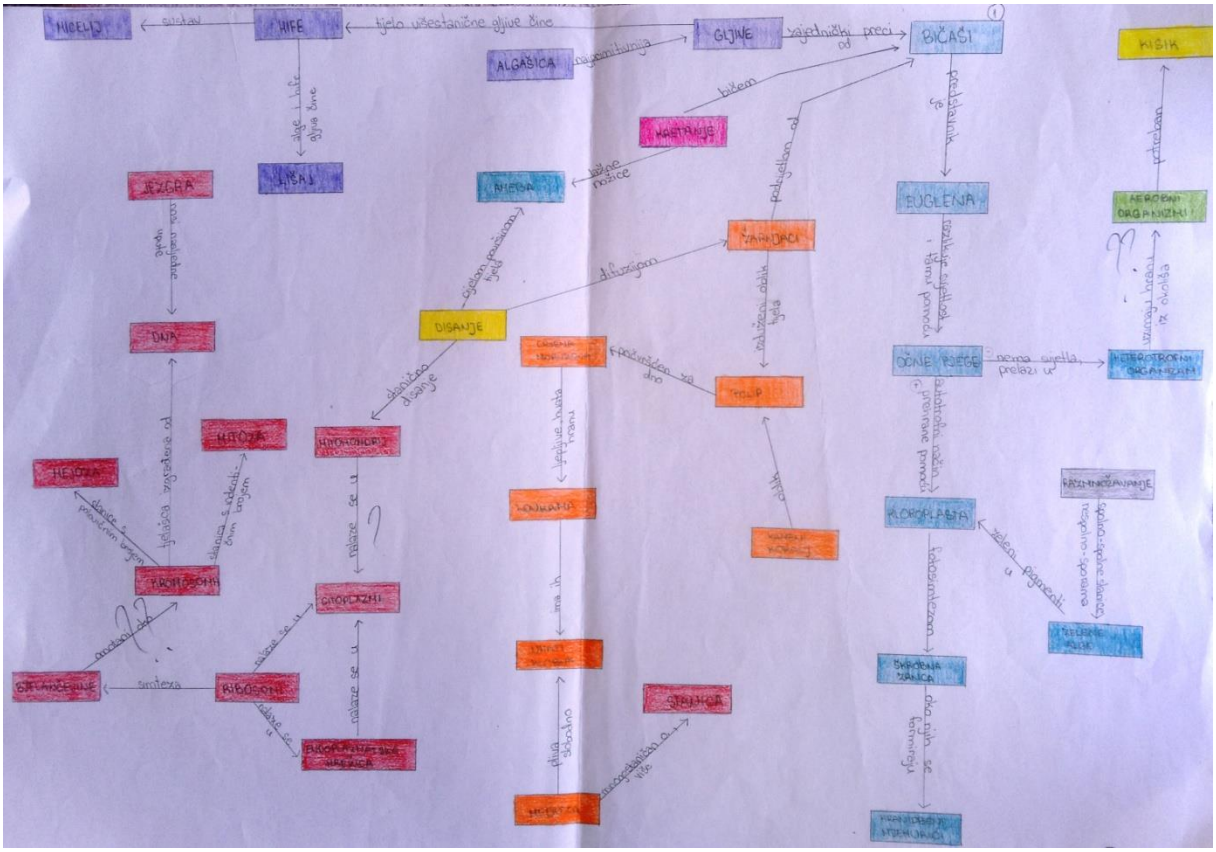
Prilog 4. Primjer konceptualne mape bodovane sa -5 bodova za konceptualno razumijevanje po kriteriju 1., odnosno sadži jednu značajniju konceptualnu pogrešku.



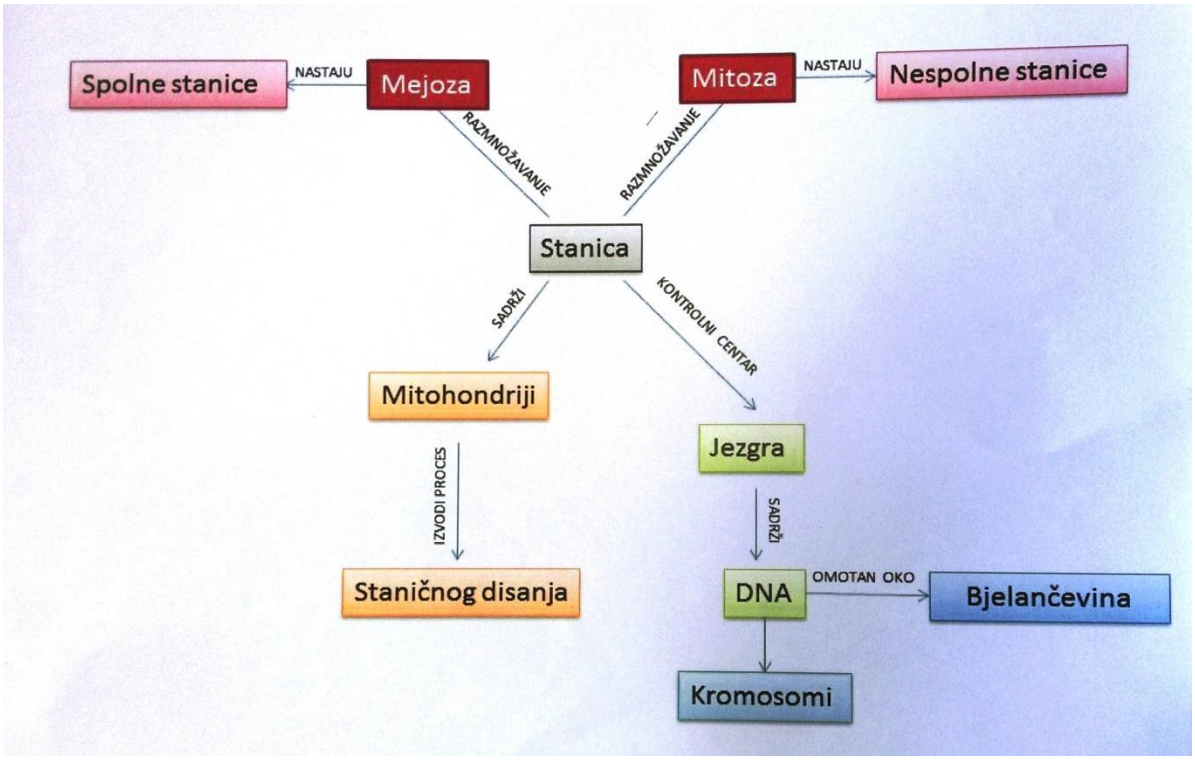
Prilog 5. Primjer konceptualne mape bodovane sa -10 bodova za konceptualno razumijevanje po kriteriju 1., odnosno sadži više značajnih konceptualnih pogrešaka.



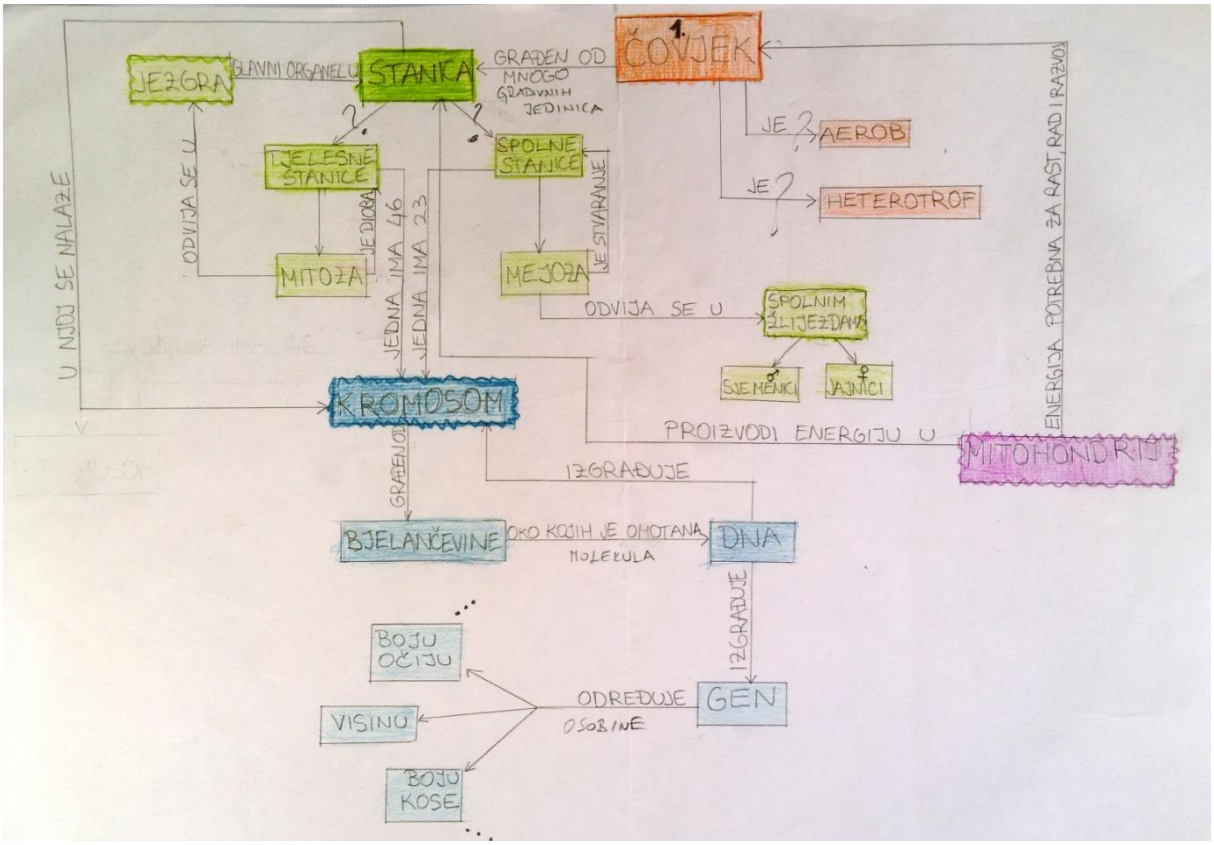
Prilog 6. Primjer konceptualne mape bodovane sa 0 bodova za konceptualno razumijevanje po kriteriju 1., odnosno sadrži manju konceptualnu pogrešku pogrešku.



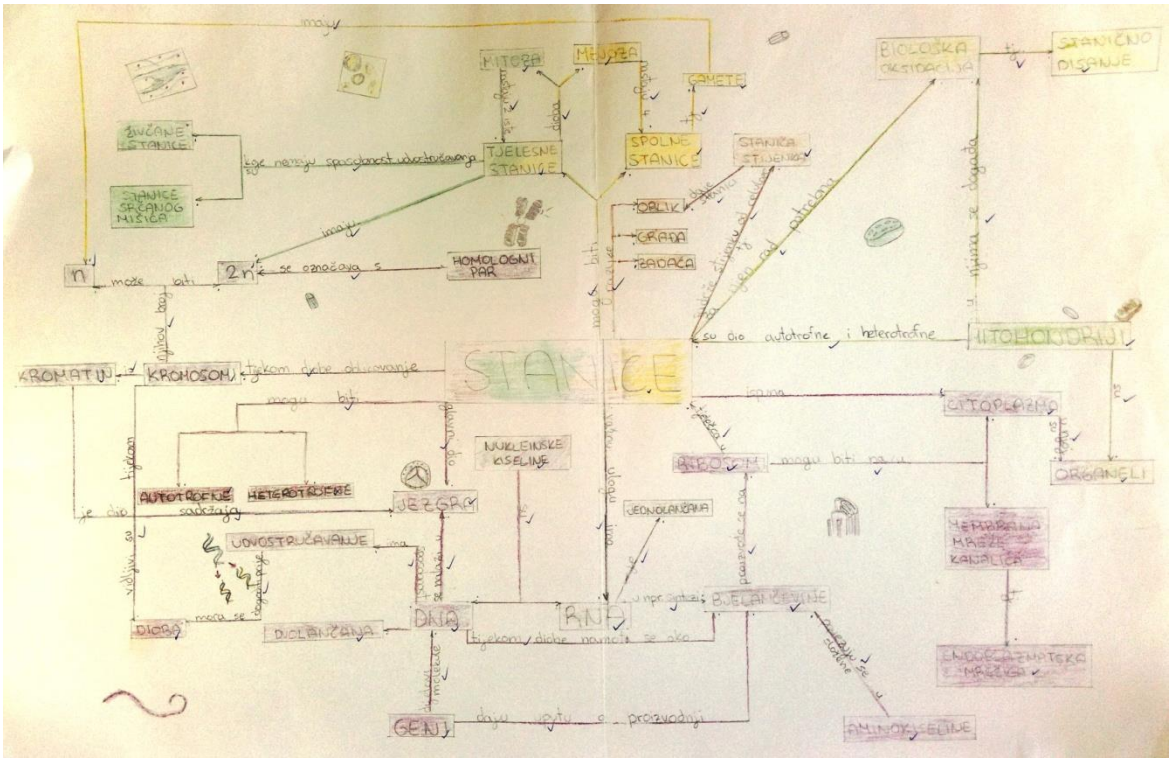
Prilog 7. Primjer konceptualne mape bodovane sa 10 bodova za konceptualno razumijevanje po kriteriju 1., odnosno prikazano je osnovno razumijevanje teme.



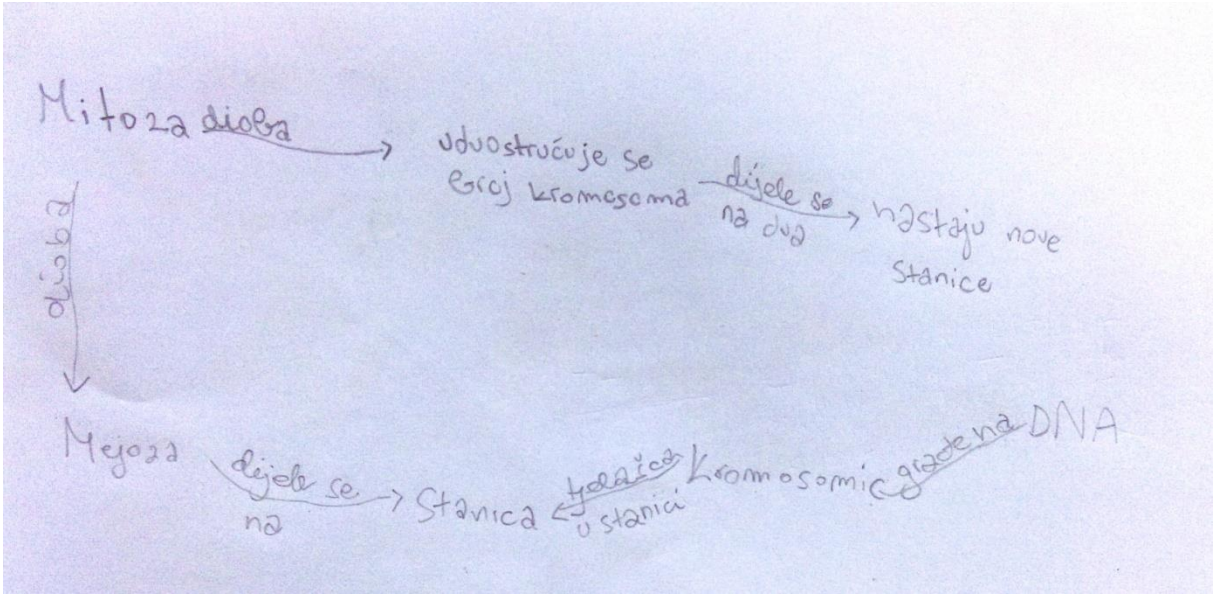
Prilog 8. Primjer konceptualne mape bodovane sa 15 bodova za konceptualno razumijevanje po kriteriju 1., odnosno priazuje postignućima predviđeno razumijevanje teme.



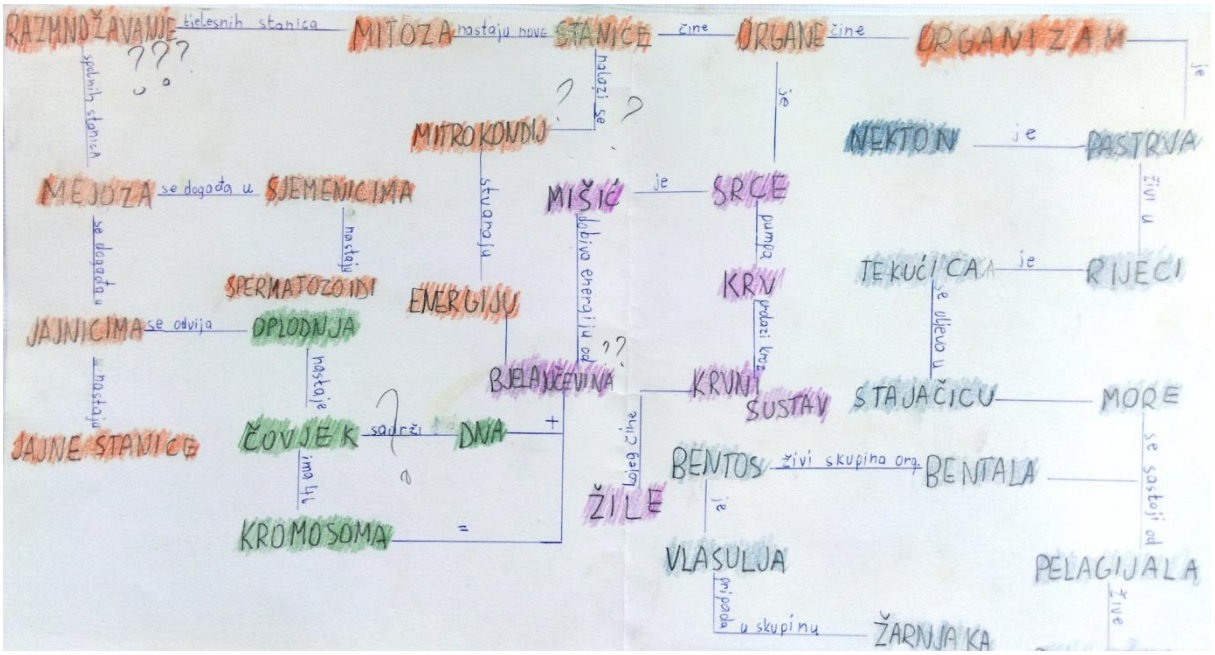
Prilog 9. Primjer konceptualne mape bodovane sa 20 bodova za konceptualno razumijevanje po kriteriju 1., odnosno prikazuje sveobuhvatno razumijevanje teme.



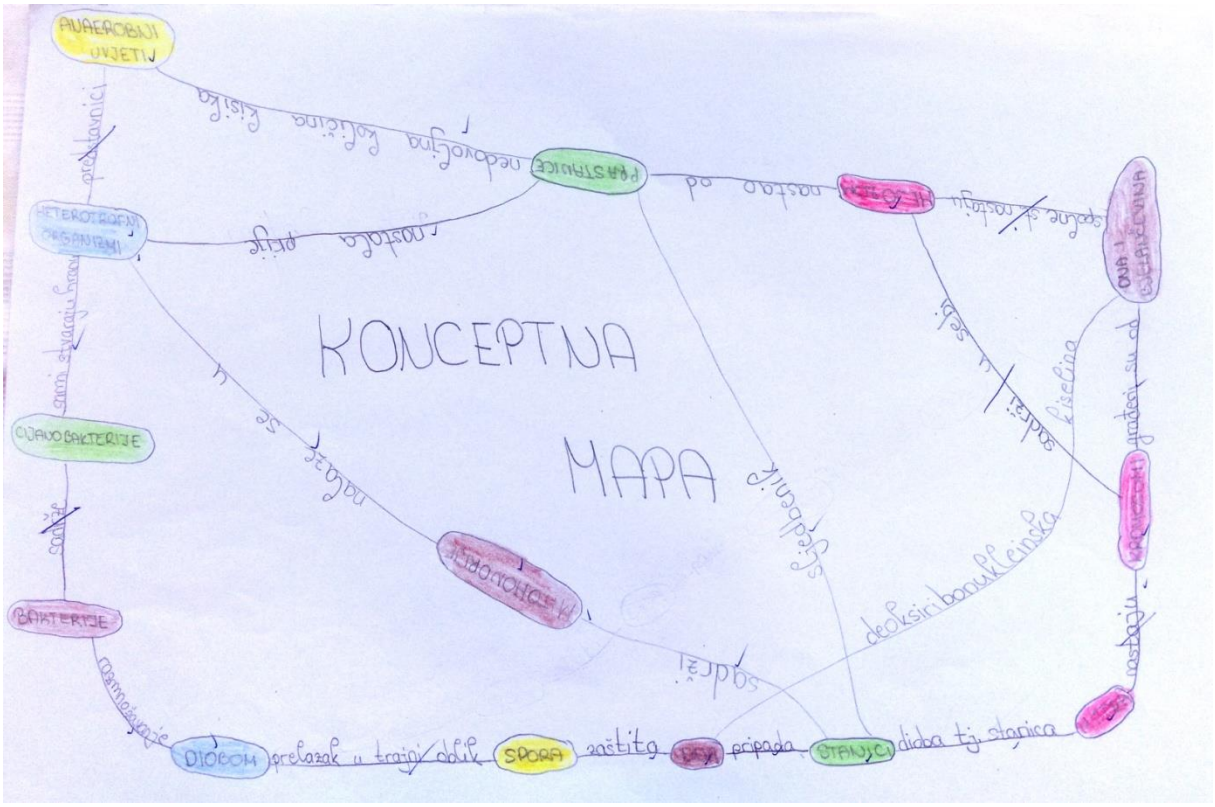
Prilog 10. Primjer reprezentativno loše konceptualne mape učenika koji nema prethodnog iskustva rada sa konceptualnim mapama.



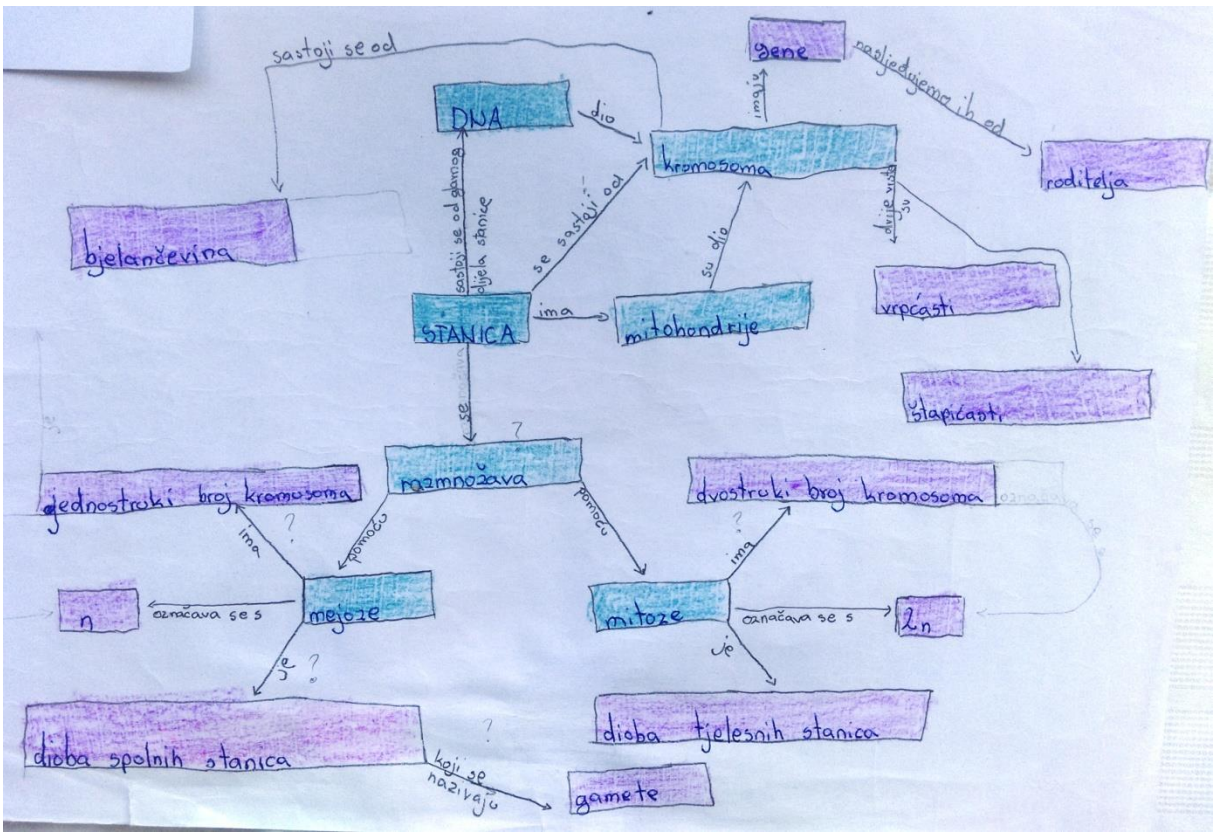
Prilog 11. Primjer reprezentativno loše konceptualne mape učenika koji konceptualne mape koristi oblikom povremene demonstracije u nastavi.



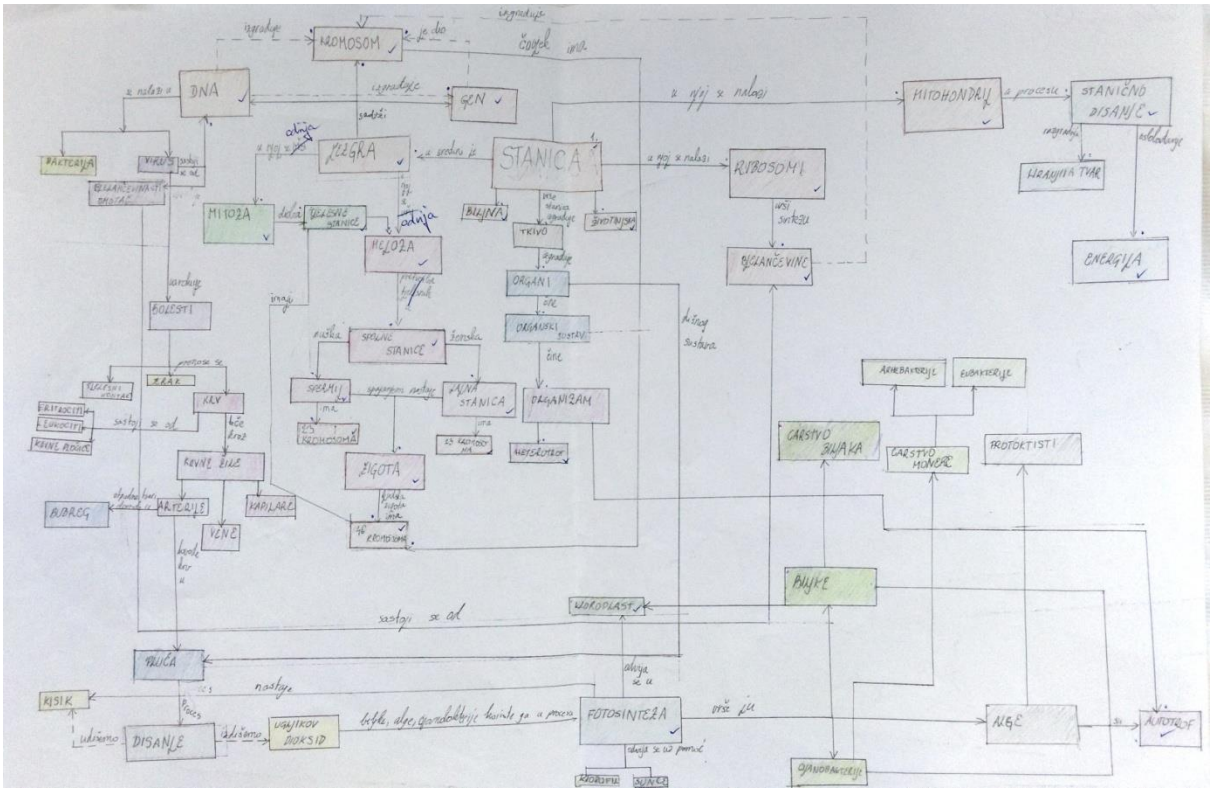
Prilog 12. Primjer reprezentativno loše konceptualne mape učenika koji je konceptualne mape dobio na korištenje.



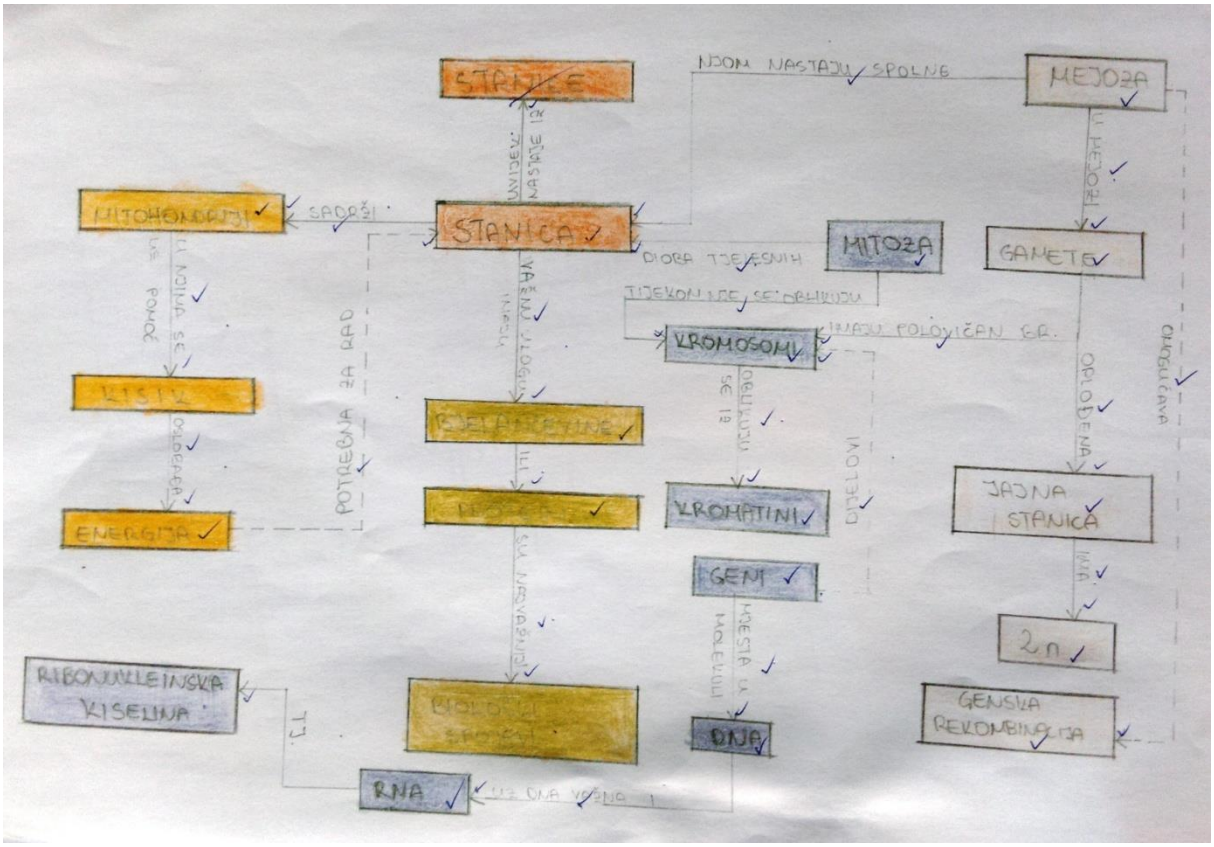
Prilog 13. Primjer reprezentativno loše konceptualne mape kontinuirano poučavanog učenika.



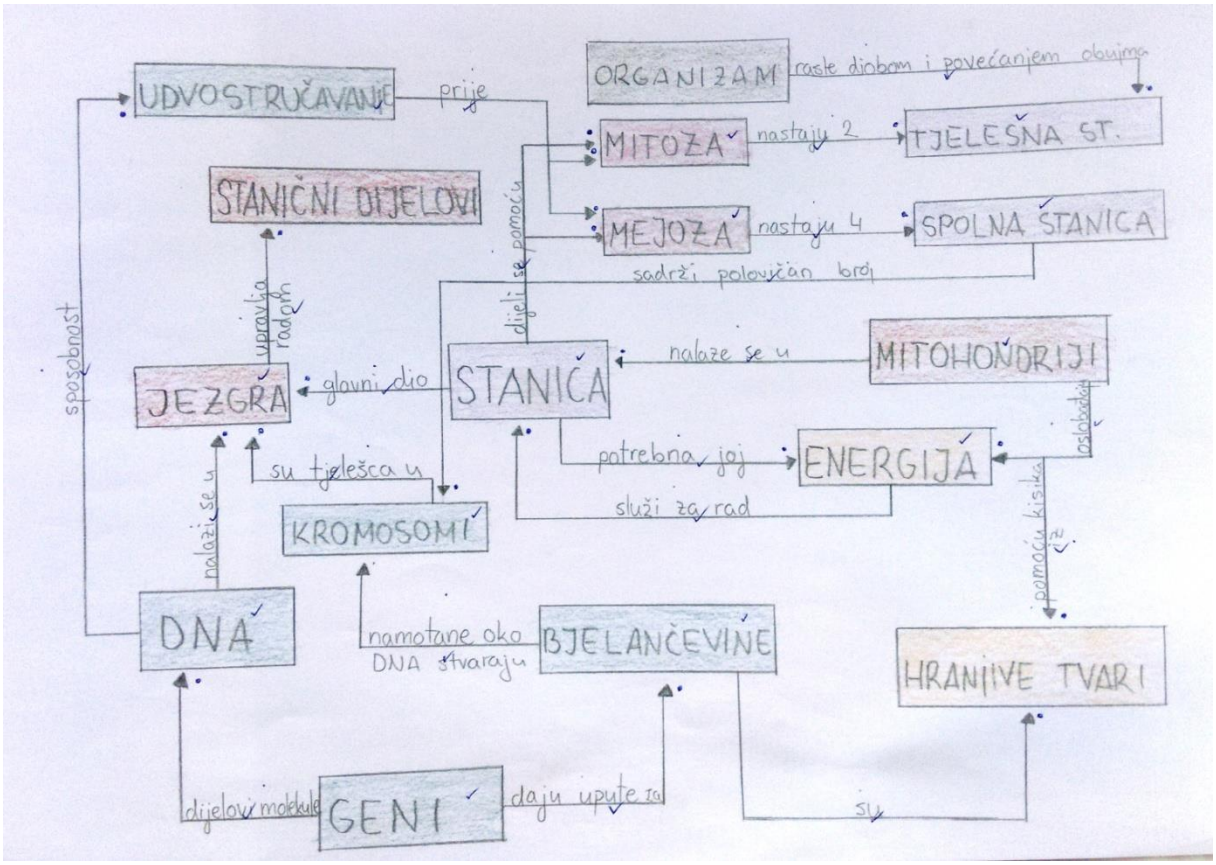
Prilog 14. Primjer reprezentativno dobre konceptualne mape učenika koji nema prethodnog iskustva rada sa konceptualnim mapama.



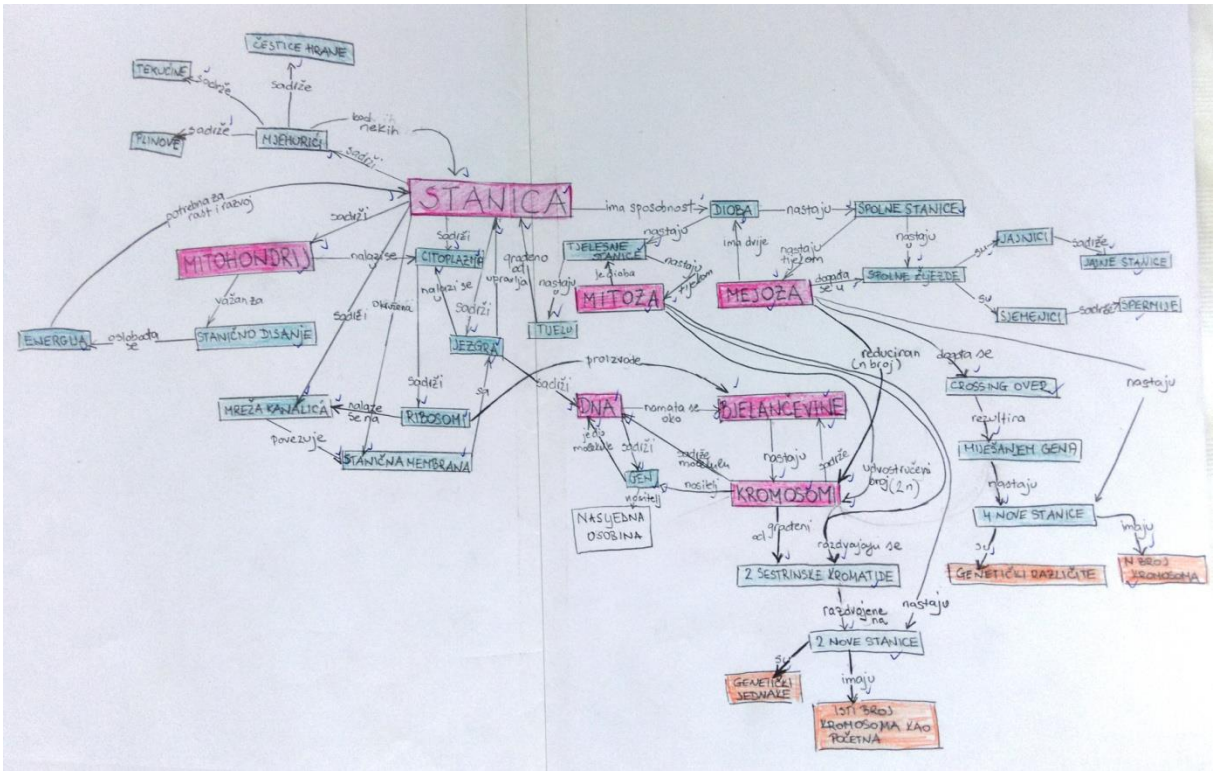
Prilog 15. Primjer reprezentativno dobre konceptualne mape učenika koji konceptualne mape koristi oblikom povremene demonstracije u nastavi.



Prilog 16. Primjer reprezentativno dobre konceptualne mape učenika koji je konceptualne mape dobio na korištenje.



Prilog 17. Primjer reprezentativno dobre konceptualne mape kontinuirano poučavanog učenika



8. ŽIVOTOPIS

Rođena sam 29. ožujka 1989. godine u Puli. Nakon završene osnovne škole (OŠ Jurja Dobrile, Rovinj) upisala sam opću gimnaziju u srednjoj školi Zvane Črnje u Rovinju. Maturirala sam s odličnim uspjehom. Cjeloviti preddiplomski i diplomski studij biologije i kemije na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu u Zagrebu upisala sam 2007. godine. Sudjelovala sam u realizaciji projekta "Istraživanje bioraznolikosti otoka Hvara" studentske udruge BIUS 2011. godine. U sklopu kolegija Laboratorijska i stručna praksa 2012. godine volontirala sam pri Institutu Ruđer Bošković, Centar za istraživanje mora u Rovinju. Tijekom studija radila sam u SŠ Zvane Črnje u Rovinju kao nestručna zamjena za nastavnika biologije (2013.), u SŠ Mate Balote kao nestručna zamjena za nastavnika kemije (2013.-2014.) te u OŠ Tar-Vabriga kao nestručna zamjena nastavnika kemije i biologije (2015.). Služim se engleskim i talijanskim jezikom, te njemačkim i španjolskim jezikom na osnovnoj razini. Poznajem osnove rada na računalu.