

OBRADA NASTAVNE JEDINICE „SASTAV I KARAKTERISTIKE KRVI“ U SKLOPU CENTRA IZVRSNOSTI ZA BIOLOGIJU

Mario Slatki

Druga gimnazija Varaždin, Hallerova aleja 6a, 42000 Varaždin
mario.slatki@gmail.com

SAŽETAK

Praktični rad i istraživačka nastava u paradigmi suvremenog odgojno obrazovnog procesa u nastavi biologije imaju ključnu ulogu. Za razliku od tradicionalnog, predavačkog tipa nastave, učenika aktivno uključuju u definiranje problema, postavljanje hipoteza i obavljanje aktivnosti kojima se problem pokušava riješiti. Time se kod učenika razvija sposobnost promatranja, uočavanja problema, uočavanja uzročno posljedičnih veza, kreativnost i kritičko mišljenje. Obzirom na zahtjeve suvremenog svijeta, navedene sposobnosti ključne su za uspješnije uključivanje učenika u nastavak školovanja, ali i na tržište rada. U ovom radu prikazan je primjer istraživački usmjerene nastave koja se izvodi u sklopu rada s darovitim učenicima u Centru izvrsnosti za biologiju Varaždinske županije. Primjer je istraživačka obrada nastavne jedinice „Sastav i karakteristike krvi“ kroz niz praktičnih radova i jednu terensku nastavu. Evaluacijom učenika potvrđena je teza da je istraživačkom nastavom u potpunosti moguće ostvariti planirane učeničke ishode. To ide u prilog dosadašnjim istraživanjima koja pokazuju važnost problemske, istraživački usmjerene nastave u biologiji kao bolje alternative dosad najčešće korištenim, tradicionalnim tipovima nastave. Stoga zaključujem da bi praktični rad i istraživačka nastava u novim vizijama nastave biologije trebali biti zastupljeni daleko više nego dosad.

Ključne riječi: istraživačka nastava, praktični rad, centar izvrsnosti

UVOD

Centri izvrsnosti Varaždinske županije

2007. godine Varaždinska županija pokrenula je dotad za Hrvatsku jedinstveni projekt Centara izvrsnosti. To je bio nastavak programa rada s darovitim učenicima iz područja matematike i fizike pokrenutog 2002. i dodatne nastave iz informatike pokrenute 2003. Projekt uživa svesrdnu podršku Varaždinske županije koja je pokretač, financijska i organizacijska podrška. U sklopu tog projekta na inicijativu ravnateljice Prve gimnazije Varaždin, a prema prijedlogu plana rada Martine Vidović, profesorice biologije, osnovan je 2013. godine i Centar izvrsnosti za biologiju (u daljnjem tekstu – Centar). Profesorica Vidović je posljednjih pet godina ujedno i voditeljica Centra. Sjedište mu je u Prvoj gimnaziji Varaždin, a u radu Centra sudjeluju 22 mentora, nastavnika biologije iz osnovnih i srednjih škola i stručnih suradnika. Centar pohađa 70-ak učenika, a glavni cilj mu je popularizacija bioloških znanstvenih disciplina među učenicima te poticanje odabiranja nastavka školovanja na fakultetima iz STEM područja. Nastava se odvija subotama od listopada do ožujka, izuzev siječnja kada se odvija i za vrijeme zimskog odmora učenika.

Metode rada s učenicima

Stara kineska poslovice kaže: „Što čujem zaboravim, što vidim zapamtim, što učinim razumijem i znam“. U nastavi prirodoslovnih predmeta oduvijek se velika važnost pridodaje neposrednom doticaju učenika sa stvarnošću, a ona se najbolje postiže eksperimentima. Tematika praktičnog rada u nastavi općenito redovito je obilno zastupljena u metodičkim i didaktičkim priručnicima i udžbenicima za studente (Jelavić, 2008; Poljak, 1982). Metoda praktičnih radova temelji se na svjesnoj djelatnosti učitelja/učiteljice i učenika/učenice prema svom okružju. Ona se može primijeniti u nastavi prirode i društva u razrednoj učionici, specijaliziranoj učionici, kabinetu, pomoćnim školskim

prostorijama, školskom vrtu, prirodi, svuda gdje učenici/učenice mogu doći u neposredan doticaj sa stvarnošću (De Zan, 2005). Suvremeni pristupi nastavi prirode i biologije redovito ističu i važnost problemske ili istraživačke nastave. Među stručnjacima još ne postoji suglasje oko naziva za takvu nastavu, pa se spominju različiti izrazi u tekstovima na hrvatskom jeziku: istraživačka nastava, problemska nastava, istraživački usmjerena nastava, stvaralačka nastava i sl. Međutim, suvremeni se pedagozi slažu da se tradicionalna nastava zamijeni suvremenijom, u kojoj će, umjesto učiteljeva izlaganja – prevladavati otkrivanje učenika, umjesto učiteljeva poučavanja – samorad učenika, umjesto izlaganja problema – samostalno rješavanje problema, umjesto jednodimenzionalna – divergentno, stvaralačko mišljenje (De Zan, 2005). Veoma dinamično kretanje suvremenog svijeta, popraćeno znanstveno-tehničkom revolucijom, stavlja današnjeg čovjeka u brojne problemske situacije kao svojevrsne proturječnosti koje mora znati, umjeti i htjeti uspješno rješavati. (Poljak, 1982). Upravo zbog navedenog nastava u Centru provodi se gotovo isključivo korištenjem istraživačkog učenja, rješavanjem problemskih zadataka i aktivnim sudjelovanjem učenika u osmišljavanju samostalnih istraživanja.

Važnost praktičnog rada i istraživačke nastave biologiji

Važnost metode praktičnog rada u nastavi prepoznata je odavno. Njena primjena pomaže u prvom redu razvitku osjetila, zatim razvitku organa kretanja, naročito ruku, pogoduje razvijanju vještina u rukovanju različitim priborom i poznavanju elementarnih materijala (Grubić, 1969). Nadalje, praktičan rad u nastavi jest svjesna aktivnost. On je povezan za perceptivnu i misaonu aktivnost, pa ga, kao takvog, treba tretirati kao nastavnu metodu kojom učinkovito protječu poruke od izvora znanja do učenika/učenica i obrnuto (De Zan, 2005). Težište je na inovacijskom učenju u kojem značajno sudjeluje anticipacijska komponenta koju obilježava divergentno mišljenje, kreativnost, suradnja, vaganje ideja, stvaranje alternativa, odgovornost odlučivanja i dr. (Jelavić, 2008). Zbog toga je kao nastavna metoda u biologiji i prirodi nezamjenjiv i daje najbolje rezultate pri usvajanju bioloških znanstvenih koncepata. Dosad najčešće korišteni, tradicionalni oblici rada s učenicima doveli su do brojnih miskoncepcija o osnovnim prirodoslovnim načelima. Tako Lukša i sur., 2013 u istraživanju očekivanih i stvarnih miskoncepcija učenika u biologiji uočavaju veliku podudarnost kod učenika u osnovnoj školi i u gimnaziji, što potvrđuje njihovu trajnost i tvrdokornost te ukazuje na zahtjevnost njihova ispravljanja. To se može postići promjenom paradigme poučavanja iz tradicionalnog u suvremeni. Kao poseban didaktički oblik rada s učenicima često se spominje i problemska ili istraživačka nastava koju možemo definirati unutar didaktičkih sistema (Poljak, 1982) ili nastavnih sustava (Jelavić, 2008). Kako god je nazvali, problemska nastava uvijek ima nekoliko bitnih komponenti. Prvo, podrazumijeva konkretan problem koji će spoznajno i/ili emocionalno utjecati na učenike. Uočavanje problema koji valja istražiti pokazuje da je uočena zapreka koja se ne može svladati postojećim metodičkim postupcima (De Zan, 2005). Nadalje, uključuje niz pripremnih aktivnosti u kojima će učenici pokušati samostalno definirati istraživački problem, tj. pitanje i postaviti valjanu hipotezu. U tom procesu poželjno je da koriste vlastite spoznaje o tom problemu i teoretska, činjenična znanja koje će im pomoći u njegovom rješavanju. Nakon toga učenici vođeni nastavnikom izvršavaju niz praktičnih aktivnosti iz kojih dobivaju mjerljive rezultate. Naposljetku, dobiveni se rezultati analiziraju, obrađuju i utvrđuje se je li potvrđena postavljena hipoteza. Nastava u Centru izvrsnosti za biologiju sadrži sve navedene komponente.

Cilj ovog rada je prikazati učinkovitu primjenu metode praktičnog rada i sustava istraživačkog učenja i u obradi nastavne jedinice „Sastav i karakteristike krvi“ koja se provodi u Centru izvrsnosti za biologiju s učenicima trećih razreda srednje škole. U radu će biti prikazana organizacija i izvođenje nastavne jedinice kroz ukupno osam sati neposrednog rada s učenicima. Istaknut ću pozitivna iskustva i prednosti takvog načina rada, ali i potencijalne poteškoće i nedostatke u njegovom izvođenju. Teza koju želim potvrditi ovim radom je da praktični rad i istraživačka nastava imaju nezamjenjivu ulogu u suvremenom odgojno-obrazovnom procesu i da njihova primjena može biti efikasni način postizanja planiranih ishoda učenika u biologiji.

NASTAVNA JEDINICA „SASTAV I KARAKTERISTIKE KRVI“

U važećem nastavnom planu i programu za biologiju (Glasnik Ministarstva prosvjete i sporta, 1995) istaknuto je da nastavu biologije valja temeljiti na znanstvenim dostignućima suvremene biološke znanosti koja je silno napredovala u posljednjih 50-ak godina. Iz pretežno deskriptivne, biologija se razvila u egzaktnu znanost koja istražuje uzročno-posljedične veze i molekulsku osnovu životnih procesa. O samim sadržajima vezanim uz tematiku krvi istaknuto je samo sljedeće:

- ☞ tjelesne tekućine
- ☞ promet i poremećaji vode i elektrolita
- ☞ krv i krvotvorni sustav
- ☞ poremećaji u hematopoezi
- ☞ imunološki sustav

Budući da nastavni plan i program ne predviđa definiranje ishoda učenja, nastavnici u srednjim, a i osnovnim školama prepušteni su sami sebi da ih formuliraju. Iako se nastavnici često vode isključivo udžbenicima i priručnicima kod odabira sadržaja koje će učenicima prezentirati, valja naglasiti da to ne mora biti primjenjivo kod svih nastavnih cjelina. Autori udžbenika često prema vlastitom smislu važnog odabiru sadržaje koji ne moraju biti u skladu s onim što određeni nastavnik može i želi prezentirati svojim učenicima sa svrhom postizanja određenih ishoda učenja. Zanimljivi su i neki pogledi učenika o vlastitim kompetencijama. Učenici najvažnijim indikatorima učeničkih kompetencija smatraju razumijevanje i poštivanje sebe i drugih, uspješno samostalno učenje te uočavanje i rješavanje različitih problema (Tot, 2010). To bi značilo da su učenici svjesni kako bi im suvremena nastava trebala omogućavati stjecanje sposobnosti rješavanja problema. Pitanje je kojim sadržajima i kojim nastavnim metodama to možemo postići. Naravno, odabir sadržaja uvelike je olakšan državnom maturom. Biologija kao izborni predmet ima detaljno razrađen katalog znanja koji može služiti učenicima kod pripremanja za državnu maturu, ali i nastavnicima kod pripreme za nastavne satove. Ishodi učenja u Katalogu prilagođeni su prema smjernicama Hrvatskog kvalifikacijskog okvira. Iako je nastava u Centru izvrsnosti prilagođena sadržajima koje učenici usvajaju u redovnoj nastavi, cilj rada s učenicima nikako nije samo usvajanje ili ponavljanje tih sadržaja, već se kod učenika nastoje razviti vještine promatranja i uočavanja uzročno-posljedičnih veza u prirodi, donošenja zaključaka, kreativnost i kritički način razmišljanja, a upotrebom modernih tehnologija u prikupljanju, statističkoj obradi i grafičkom prikazivanju te analizi dobivenih rezultata, razvijaju se vještine neophodne za nastavak školovanja na višoj razini, znanstvenu aktivnost i uspješnije uključivanje na tržište rada (CIB, 2013).

Aktivnosti

Priprema za izvođenje nastave

U pripremnom dijelu problemski orijentirane nastave potrebno je kod učenika ponajprije razviti psihološku potrebu za samostalnim rješavanjem učenih problema (Poljak, 1982). Iako se mentor u Centru uvijek nada da je ovaj korak učinjen s učenicima u redovnoj nastavi, kod svake teme koja se obrađuje navedenu psihološku potrebu razvija i sam. U konkretnom slučaju, koriste se prethodna iskustva učenika s medicinsko biokemijskim laboratorijem. Do srednjoškolske dobi svatko je od učenika zasigurno nekoliko puta morao izvaditi krv i dati je na analizu. Nekima od njih su poznati osnovni pojmovi poput sedimentacije, CRP-a, diferencijalne krvne slike, koncentracije glukoze u krvi i slično. Upravo zato, prva aktivnost je terenska nastava u Medicinsko biokemijskom laboratoriju OB Varaždin. Ljubazno osoblje na čelu s voditeljicom laboratorija razradilo je kratak plan aktivnosti nakon kratkog dopisa od voditeljice Centra, a u suradnji s mentorom. Taj se plan, uz neznatne preinake provodi već 3 godine. Prije samog posjeta, učenici su upoznati s aktivnostima i planom provođenja, ohrabreni na postavljanje pitanja i upućeni kako da dođu do laboratorija. U redovnoj nastavi većina ih je upoznala osnovne koncepte dotičnog sadržaja, tako da su sposobni pratiti izlaganje u laboratoriju. Za sve ostale aktivnosti potreban pribor i materijal priprema mentor sam ili u suradnji s voditeljicom Centra na sam dan izvođenja eksperimenata. Velika se važnost kod rada s učenicima pridodaje komunikaciji s roditeljima i sigurnosti. Zato na početku svake nove sezone rada u Centru od roditelja polaznika traži pisana suglasnost za provođenje terenske nastave u Medicinsko biokemijski laboratorij OB Varaždin i za vađenje male količine krvi iz jagodice prsta za provođenje jednog od eksperimenata. Isto tako, roditelji daju pisanu suglasnost i za objavljivanje imena i prezimena djeteta, pisanih i likovnih radova, te objavljivanje fotografskih i video materijala nastalih u sklopu nastave u Centru izvrsnosti iz biologije u tiskanim, elektroničkim i ostalim medijima. Prije provođenja eksperimenata učenici se detaljno upoznaju s načinom rada, sigurnosnim mjerama i načinom zaštite vlastitog zdravlja. Higijenski uvjeti tijekom izvođenja eksperimenata su na visokom nivou. Učenici obavezno koriste zaštitnu opremu (rukavice i naočale) i odjeću (laboratorijske kute), a sav korišteni pribor se prije upotrebe čisti ili sterilizira. Nakon upotrebe učenici uz pomoć mentora sav korišteni pribor peru i po potrebi steriliziraju, a korišteni otpadni materijali se na prikladan način zbrinjavaju. Obavezno je i pranje ruku sapunom prije i nakon izvođenja eksperimenta.

Terenska nastava u Medicinsko biokemijski laboratorij OB Varaždin

Trajanje aktivnosti je 2 sata (120 minuta), što uključuje put od Centra do Opće bolnice Varaždin (30 minuta) i posjet Medicinsko biokemijskom laboratoriju (90 minuta). Ciljevi aktivnosti su upoznati način rada u biokemijskom laboratoriju, prepoznati najznačajnije metode rada i biokemijske postupke i analizirati svakodnevnu primjenu biokemijskih metoda. Nakon provedene aktivnosti od učenika se očekuje da znaju objasniti važnost analitičkog pristupa u određivanju stanja pacijenta, nabrojiti 3 faze rada u medicinsko biokemijskom laboratoriju i opisati način izvođenja 3 metode koje se koriste u laboratoriju. Program obilaska laboratorija obuhvaća općeniti dio tj. upoznavanje s pojmom laboratorijske medicine i ukratko o proces rada i organizaciji posla u medicinsko-biokemijskom laboratoriju. Nakon toga učenike se vodi kroz 3 faze rada u laboratoriju:

1. predanalitička faza rada: odabir testova, uzorkovanje, vrste uzoraka, transport uzoraka do laboratorija, priprema uzorka za analizu, pohrana uzoraka za daljnje analize
2. analitička faza rada: metode koje se koriste kod analize humanih uzoraka (biokemijske, hematološke, imunokemijske, kromatografske, svjetlosna mikroskopija, spektrofotometrija)

3. postanalitička faza rada: potvrda i interpretacija rezultata, izdavanje nalaza, interpretacija prije medicinske odluke, medicinska odluka

Tijekom obilaska učenike se provodi kroz sve prostorije laboratorija u kojima se pojedine faze i aktivnosti odvijaju te im se detaljno predočava kako se iste odvijaju. Osim toga, učenici imaju priliku i samostalno ili isprobati neke od jednostavnijih metoda rada, primjerice mikroskopiranje obojenih uzoraka krvnih stanica, mikroskopiranje uzoraka sjemene tekućine, centrifugiranje svježeg uzorka ili tehniku razmazivanja krvi u pripremnoj fazi za bojanje. Cijelo vrijeme učenike se ohrabruje na postavljanje pitanja i iznošenje dosadašnjih vlastitih iskustava.

Mikroskopiranje fiksiranih razmaza krvi

Trajanje aktivnosti je 60 minuta. Cilj aktivnosti je analizirati sastav krvnih stanica i uočiti njihovu prisutnost i relativnu brojnost na prethodno izrađenom, fiksiranom razmazu krvi. Nakon provedene aktivnosti od učenika se očekuje da znaju samostalno izvesti vježbu mikroskopiranja uzorka krvi na školskom mikroskopu, analizirati sastav krvi, nabrojiti tipove krvnih stanica i navesti njihovu ulogu te usporediti brojnost pojedinih stanica. Učenici koristeći školske mikroskope na povećanju 1000 puta samostalno pronalaze sliku krvnih stanica. Zatim na preparatu prepoznaju eritrocite te osnovne tipove leukocita: neutrofilni, bazofilni i eozinofilni granulociti, limfociti i monociti. Pronađene stanice učenici crtaju u bilježnice. Isto tako, učenici uspoređuju brojnost pojedinih krvnih stanica što će im koristiti u postavljanju hipoteze kod sljedećih vježbi.

Priprema i bojanje krvnog razmaza vlastite krvi

Trajanje aktivnosti je 60 minuta. Cilj aktivnosti je načiniti krvni razmaz vlastite krvi te bojanjem razmaza metodom po Pappenheimu učiniti vidljivima razlike između leukocita. Nakon provedene aktivnosti od učenika se očekuje da znaju samostalno izvesti vježbu bojanja krvnog razmaza po Pappenheimu. Učenici prvo steriliziraju jagodicu prsta etilnim alkoholom i bodu se sterilnom lancetom. Uz rub čistog predmetnog stakla kapnu kap krvi. Predmetno staklo pomoću kojeg prave razmaz prislone na predmetnicu pod kutom od 45° i jednakomjernim potezom razmažu krv po dužini predmetnog stakla. Za analizu su prikladni samo tanki, jednakomjerni razmazi. Nakon sušenja razmaza na zraku (najmanje 1 sat) učenici pristupaju bojanju razmaza metodom po Pappenheimu. Krvni razmaz postavljaju na mostić za bojanje, preliju bojom May-Grünwald i ostave stajati 7 minuta. Nakon toga ispiru destiliranom vodom i cijede. Preparat zatim preliju vodenom otopinom Giemse (2 dijela vode : 1 dio Giemse) i ostave stajati 10 do 15 minuta. Boju ispiru destiliranom vodom i suše nekoliko minuta u kosom položaju. Slika 1 prikazuje postupak bojanja.



Slika 1 Postupak bojanja leukocita i primjer rezultata određivanja krvnih skupina i Rh-faktora (Foto: M. Slatki)

Određivanje krvnih skupina ABO sustava i Rh-faktora

Trajanje aktivnosti je 20 minuta. Učenici vježbu izvode za vrijeme sušenja razmaza krvi na zraku (vidi aktivnost *Priprema i bojanje krvnog razmaza vlastite krvi*). Cilj aktivnosti je samostalno odrediti vlastitu krvnu skupinu i Rh-faktor korištenjem seruma za određivanje krvnih skupina i Rh-faktora. Nakon provedene aktivnosti od učenika se očekuje da znaju analizirati rezultate koji nastaju miješanjem krvi i seruma, odrediti na temelju tih rezultata krvnu skupinu i Rh-faktor ispitanika i objasniti ABO sustav krvnih skupina i Rh-faktor. Prije provođenja aktivnosti učenici radeći u paru određuju istraživačko pitanje, postavljaju hipotezu na temelju vlastitih prethodnih znanja (npr. o krvnim skupinama roditelja ili braće) i određuju zavisnu, nezavisnu i kontrolne varijable. Čisto predmetno stakalce učenici podijele crtom na 3 otprilike jednaka dijela i stavljaju na čisti, bijeli papir. Iznad stakalca na papiru pišu oznake A, B i Rh. Zatim vatom namočenom etilnim alkoholom brišu jagodicu prsta i bodu se sterilnom lancetom. Po jednu kap krvi iz jagodice prsta kapaju na svaki od 3 kvadratića na predmetnom stakalcu. Na svaku kapljicu krvi zatim kapaju odvojeno serum anti-A, anti-B i anti-Rh te miješaju drvenom čačalicom (Slika 1). Na kraju učenici prate promjene i bilježe ih. Slijedi kratka rasprava o rezultatima i određivanje vlastitih krvnih skupina i Rh-faktora.

Diferencijalna krvna slika

Trajanje aktivnosti je 60 minuta. Cilj aktivnosti je odrediti u postocima udio svake od skupina leukocita metodom brojanja na krvnom razmazu na uzorku od 1000 stanica. Nakon provedene aktivnosti od učenika se očekuje da znaju objasniti morfološku podjelu leukocita, u postocima odrediti udio tipova leukocita i analizirati razlike u krvnom nalazu između stvarnih i referentnih vrijednosti. Prije provođenja aktivnosti učenici radeći u paru određuju istraživačko pitanje, postavljaju hipotezu na temelju vlastitih prethodnih znanja (npr. o značenju pojedinih stanica) i određuju zavisnu, nezavisnu i kontrolne varijable. Učenici dobivaju upute na radnim listovima koje sadrže detaljne morfološke karakteristike neutrofilnih, bazofilnih i eozinofilnih granulocita, limfocita i monocita. Zadatak je na svojem krvnom razmazu pronaći 100 različitih leukocita i za svaki zabilježiti koji je od 5 tipova u za to predviđenu tablicu. Budući da je u skupini 10-ak učenika i njihovi se rezultati analiziraju zajedno, ukupni rezultat je otprilike 1000 stanica. Svoje rezultate učenici upisuju u *Excel* tablicu pomoću aplikacije *Google Docs* koristeći vlastite pametne telefone ili računalo koje je na raspolaganju u učionici.

Mjerenje veličine eritrocita

Trajanje aktivnosti je 30 minuta. Cilj aktivnosti je odrediti prosječnu širinu eritrocita na uzorku od minimalno 300 stanica. Nakon provedene aktivnosti od učenika se očekuje da znaju izvesti mjerenje dimenzija stanica na mikroskopskom preparatu, odrediti širinu ljudskih eritrocita i objasniti značenje njihove brojnosti u krvi. Prije provođenja aktivnosti učenici radeći u paru određuju istraživačko pitanje, postavljaju hipotezu na temelju vlastitih prethodnih znanja (npr. znanjem o približnim veličinama nekih drugih životinjskih stanica moguće je odrediti barem red veličine) i određuju zavisnu, nezavisnu i kontrolne varijable. Učenici koriste ukupno dvije kamere za mikroskop (*MicroQ W500* i *Dino-Eye*, obje rezolucije 5 megapiksela) i računalne programe *Toup View* i *Dino Lite* te mjere najširi dio 30 eritrocita na vlastitom krvnom razmazu (Slika 3). Budući da je u skupini 10 učenika i njihovi se rezultati analiziraju zajedno, ukupni rezultat je izmjerena širina za 300 stanica. Svoje rezultate učenici upisuju u *Excel* tablicu pomoću aplikacije *Google Docs* koristeći vlastite pametne telefone ili računalo koje je na raspolaganju u učionici.



Slika 2 Mjerenje širine eritrocita programom Dino Lite (Foto: M. Slatki)

Statistička obrada i analiza podataka

Trajanje aktivnosti je 30 minuta. Cilj aktivnosti je koristeći dostupne statističke alate obraditi podatke dobivene eksperimentom, analizirati ih i izvesti zaključke na temelju analize. Nakon provedene aktivnosti od učenika se očekuje da mogu sastaviti, oblikovati i upisivati podatke eksperimenata u tablicu, analizirati podatke koristeći statističke metode udjela u ukupnom broju, aritmetičke sredine i standardne devijacije, izvoditi zaključke na temelju statističkih analiza. Svi podaci za ove vježbe obrađeni su u programu *MS Excel* (Slika 4). Podatke za krvnu skupinu učenici uspoređuju s postavljenom hipotezom i vrednuju hipotezu. Podatke za ukupan broj tipova leukocita učenici izražavaju kao postotak u ukupnom broju leukocita, uspoređuju s postavljenom hipotezom, vrednuju hipotezu, a zatim i uspoređuju sa stvarnim podacima tj. referentnim vrijednostima iz pravog krvnog nalaza. Iz podataka za širinu eritrocita učenici izražavaju aritmetičku sredinu i standardnu devijaciju. Zatim dobivene podatke uspoređuju s postavljenom hipotezom, vrednuju hipotezu i provjeravaju stvarnu prosječnu veličinu eritrocita iz literature.



Slika 3 Unošenje podataka u tablicu, priprema za statističku obradu podataka (Foto: M. Slatki)

Evaluacija

Trajanje aktivnosti je 30 minuta. Cilj aktivnosti je vrednovati učenička postignuća prema ishodima koji su zasebno istaknuti kod svake pojedine aktivnosti. Važno je naglasiti da se vrednovanje provodi u svim etapama rada s učenicima – postavljanju znanstvenog pitanja, formuliranju hipoteze, određivanja varijabli, izvođenja samog eksperimenta i analize rezultata. Ovo je samo rekapitulacija sa svrhom vrednovanja konkretnih učeničkih postignuća. Vrednovanje se provodi usmenim ispitivanjem učenika, tj. razgovorom. Za razgovor mentor ima unaprijed pripremljena pitanja, učenici odgovaraju pojedinačno određenim redoslijedom, tako da svaki učenik iz grupe odgovori na otprilike isti broj pitanja (tablica 1). Po potrebi postavljaju se i potpitanja radi dodatnog objašnjenja.

Tablica 1 Pitanja za provjeravanje učenika koja se prema potrebi dopunjuju potpitanjima

Pitanja za evaluaciju učenika	
1.	Zašto je u znanstvenom ili stručnom istraživanju potrebno dobro definirati istraživačko pitanje i hipotezu?
2.	Na koji ste način formulirali hipotezu? Jeste li unaprijed znali odgovor ili ste koristeći prethodna znanja pokušali odgovoriti na novi problem?
3.	Opiši sastav krvi.
4.	Nabroji sve krvne stanice.
5.	Nabroji tipove leukocita.
6.	Analiziraj morfološke karakteristike različitih tipova leukocita.
7.	Koja je općenita uloga eritrocita i leukocita?
8.	Navedi približne vrijednosti udjela pojedinih leukocita u krvi.
9.	Objasni kako može doći do poremećaja u broju pojedinih leukocita u krvi.
10.	Kako i gdje čovjek može saznati je li došlo do poremećaja u broju pojedinih leukocita u krvi?
11.	Opiši 3 laboratorijske metode koje se koriste kod analize krvi.
12.	Objasni ABO sustav krvnih skupina i Rh faktor.
13.	Analiziraj podatke dobivene u vježbi određivanja postotka leukocita u krvi. Slažu li se oni sa referentnim vrijednostima na krvnom nalazu? Ukoliko postoje odstupanja, objasni kako je do njih moglo doći.
14.	Analiziraj dobivene podatke za širinu eritrocita. Zašto je potrebno izraziti standardnu devijaciju i što nam ona govori?
15.	Kako i gdje čovjek može saznati je li došlo do poremećaja u broju pojedinih leukocita u krvi?

Na temelju dosadašnjeg rada s učenicima u Centru mogu ustvrditi da se tijekom obrade nastavne jedinice „Sastav i karakteristike krvi“ na opisani način s lakoćom postižu svi ciljevi vezani uz pojedine aktivnosti. Osim toga, evaluacijom je utvrđeno da učenici znaju odgovoriti na sva postavljena pitanja samostalno ili uz minimalnu pomoć mentora. To znači da su planirani ishodi kod učenika u potpunosti ostvareni.

ZAKLJUČAK

Budući da su kod učenika ostvareni svi planirani ishodi i ciljevi aktivnosti postignuti, smatram da je teza postavljena na početku rada u potpunosti potvrđena.

Kada bismo do istih ciljeva tj. učeničkih postignuća pokušali doći tradicionalnim stilovima poučavanja, naišli bismo na brojna ograničenja. Primjerice, u nastavi predavačkog tipa nastavni sadržaji dolaze do učenika u gotovom, didaktički prerađenom obliku. Upravo zato, predavačka nastava lišava učenika relevantnih iskustava, kako onih kognitivnog (promatranje, uopćavanje, definiranje), tako i onih socijalno-afektivnog karaktera (Jelavić, 2008). To se očituje i u vrlo slaboj motivaciji učenika koji u nastavnom procesu uglavnom postaju pasivni primaoci znanja koje kasnije, najčešće, reproduciraju bez razumijevanja. Problemska, odnosno istraživačka nastava zato je najbolja alternativa. U navedenom primjeru kod učenika se uz veću motiviranost uključuju i viši misaoni procesi, a učenici uključivanjem u rješavanje problema razvijaju kreativnost, sposobnost samostalnog zaključivanja i individualnost. Ne treba zanemariti i razvijanje manualnih vještina poput pravilnog korištenja laboratorijskog pribora i instrumenata. Stoga je neosporno veliko značenje ovakvih tipova rada s učenicima. Neki od nedostataka ili potencijalnih ograničenja su: skuplja realizacija, iziskuje mnogo veći angažman i iskustvo nastavnika u pripremi i izvođenju eksperimenata. Priprema i sami eksperimenti traju dulje, a na rezultate utječe više faktora, pa su ponekad nepredvidljivi stvarni

rezultati. Nadalje, prostor za izvođenje takvih eksperimenata mora biti posebno prilagođen i specijaliziran. Najpogodnije su specijalizirane učionice u kojima se nastavnik ili mentor ima mogućnosti i pripremiti prije aktivnosti. Usprkos navedenim nedostacima, smatram da bi metoda praktičnog rada i istraživačka nastava trebale biti pravilo, a ne izuzetak u školama Hrvatske u budućnosti.

METODIČKI ZNAČAJ

Iako po završetku studija za edukaciju učenika iz biologije nastavnike smatramo kompetentnima za izvođenje praktičnog rada i istraživačke nastave s učenicima, iz osobnog iskustva zaključujem da to nije posve tako. Za izvođenje takve nastave potrebna je ne samo stručna kompetentnost nastavnika i poznavanje sadržaja, već i veliko iskustvo u pripremi i izvođenju praktičnih radova s učenicima. Poglavitito je važno uključivati i komponentu kvantitativne obrade podataka i analizu istih uz izvođenje zaključaka. Stoga smatram da bi već na studiju buduće nastavnike trebalo sustavno pripremiti za izvođenje praktičnog rada i istraživačke nastave, posebice kroz metodičku praksu, a zatim ih kroz program redovitog praćenja i vrednovanja poticati na korištenje navedenih oblika rada s učenicima. Iz mojeg osobnog iskustva veliki dio nedostataka studija može se kompenzirati radom u Centru. Naime, u Centru nastavnici mentori rade timski, evaluiraju potrebe učenika po različitim školama, modificiraju program prema tim potrebama i zajednički dogovaraju aktivnosti. Osim toga, za mentore se organiziraju edukacije prema njihovim interesima i potrebama Centra. Sve to doprinosi i osobnom razvoju mentora kao stručnjaka u metodici biologije, ali i u biologiji kao znanosti te podiže kvalitetu rada u Centru i u školama u kojima mentori rade.

ZAHVALA

Varaždinska županija, Medicinsko biokemijski laboratorij Opće bolnice Varaždin

LITERATURA

- CIB 2013. Centar izvrsnosti za biologiju; dostupno na: <http://www.civz.hr/centar-izvrsnosti-iz-biologije/>
- De Zan, I. 2005. Metodika nastave prirode i društva, Školska knjiga, Zagreb
- Grubić, M. 1969. Metodika nastave poznavanja prirode i biologije, Pedagoško-književni zbor
- Jelavić, F. 2008. Didaktika, 5. dopunjeno izdanje, Naklada Slap, Jastrebarsko
- Lukša, Ž, Radanović, I., Garašić, D. 2013. Očekivane i stvarne miskoncepcije učenika u biologiji, Zagreb, Napredak: 154, 4, 527 – 548.
- Ministarstvo prosvjete i športa - MPŠ (1995.). Okvirni nastavni program za gimnazije. Zagreb: Glasnik Ministarstva prosvjete i športa br. 11, 17. 10. 1995. dostupno na: <https://www.ncvvo.hr/nastavni-planovi-i-programi-za-gimnazije-i-strukovne-skole/>
- NCVVO 2016. Ispitni katalog za državnu maturu u školskoj godini 2016./2017; dostupno na: <https://www.ncvvo.hr/ispitni-katalozi-drzavnu-maturu-2016-2017/>
- Poljak, V. 1982. Didaktika, Školska knjiga, Zagreb
- Tot, D. 2010. Učeničke kompetencije i suvremena nastava, Odgojne znanosti, Učiteljski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 12, 1, 65-78.

TEACHING UNIT "COMPOSITION AND CHARACTERISTICS OF BLOOD" WITHIN THE CENTER OF EXCELLENCE FOR BIOLOGY

Mario Slatki

Second Gymnasium Varaždin, Hallerova aleja 6a, 42000 Varaždin
mario.slatki@gmail.com

ABSTRACT

Practical work and inquiry based learning play a key role in the modern education paradigm. Unlike the traditional, teacher centred learning these methods allow students to define problems, make their own hypothesis and perform activities that will lead to problem solving. They lead to development of observation skills, problem identification, causative consequences, creativity and critical thinking. Due to the requirements of the modern day living these competences are necessary for student's future education as well as joining the labour market. This paper shows an example of inquiry based learning with gifted students taking place in the Centre of excellence for biology of the Varaždin county. For this purpose, a series of practical work, inquiry based learning examples and one field work involving a teaching unit called „Blood composition and characteristics“ were used. The hypothesis that all of the teaching outcomes regarding this part of the biology curriculum can be achieved using practical work and inquiry based learning was tested and proved using post activity evaluation. This supports the researches so far, because it identifies inquiry based learning as better alternative to the, so far more used, traditional teaching methods. To conclude, practical work and inquiry based learning should be used far more in biology teaching than they have been so far.

Keywords: *inquiry based learning, practical work, centre of excellence*