



## TEHNIKA I INFORMATIKA U OBRAZOVANJU

3. Internacionalna Konferencija, Tehnički fakultet Čačak, 7–9. maj 2010.

## TECHNICS AND INFORMATICS IN EDUCATION

3<sup>rd</sup> International Conference, Technical Faculty Čačak, 7–9th May 2010.

UDK: 37.014.5:62

Uvodni referat

### SAVREMENE METODE OBRAZOVANJA IZ TEHNIČKIH I PRIRODNIH NAUKA

*Dragan Golubović<sup>1</sup>*

**Rezime:** *Vreme u kome živimo i koje dolazi zahtevaju univerzalan, fleksibilan, obuhvatan i efikasan obrazovni sistem koji je u stanju da odgovori izazovima naučno-tehnološke revolucije i imperativima informatičke ere. Praćenjem stanja tokom poslednjih decenija primećeno je da u svim zemljama Evrope, pa i kod nas, postoji pad interesovanja svšenih srednjoškolaca za studiranje i dalje obrazovanje iz tehničkih i prirodnih nauka. Način da se poveća interesovanje učenika za prirodne i tehničke nauke je prelazak sa pretežno deduktivnih metoda na metod učenja putem rešavanja problema i metod učenja putem istraživanja. Korišćenje navedenih metoda ne samo da bi povećalo zainteresovanost učenika, već bi uticalo i na njihovu motivisanost i postignuća. Primena ovih metoda podrazumeva kvalitetan profesionalni rad nastavnika i povećanu motivaciju za rad i njihovo angažovanje i usavršavanje na dva nivoa: rad na sopstvenom usavršavanju i rad na istraživanju u primeni novih nastavnih metoda. U ovom radu navode se osnovni elementi i prednosti navedenih novih metoda u nastavi iz tehničkih i prirodnih nauka.*

**Ključne reči:** *obrazovanje, prirodne i tehničke nauke, metode učenja putem istraživanja, metode učenja rešavanjem problema.*

### MODERN METHODS OF EDUCATION IN TECHNICS AND SCIENCE

**Summary:** *The time we live in and the time that is to come/will come demands a universal, flexible, comprehensive and efficient educational system that will be able to respond to the challenges of the scientific and technological revolution and to the imperatives of IT era. Researches conducted in the recent years in all European countries, including Serbia,*

*indicated that high school graduates showed a significant decrease in interest for studying technics and science at university. In order to increase students' interest for science and technics, predominantly deductive methods should change into learning through problem solving methods and learning through research-based methods. The utilization of the above mentioned methods would not only increase students' interest but it would affect their motivation and achievements as well. The application of these methods implies high-standard, professional work of teachers, an increase in their motivation for teaching, their*

<sup>1</sup> Prof. dr Dragan Golubović, Tehnički fakultet, Svetog Save 65, Čačak, E-mail: [golubd@tfc.kg.ac.rs](mailto:golubd@tfc.kg.ac.rs)

*commitment and professional development at two levels: effort for their own professional development and work on the research in the application of new teaching methods. This paper presents the basic elements and advantages of the above mentioned new methods in teaching science and technics.*

**Key words:** *education, science and technics, learning through research-based methods, learning through problem solving methods.*

## 1. UVOD

Na početku 21. veka živimo u informatičkom društvu u kome proizvodnja, obrada, skladištenje i iskorišćavanje znanja predstavljaju veoma bitan faktor kompletnog društveno – ekonomskog napretka kao i obrazovanja svakog pojedinca, izgradnje međuljudskih odnosa i odnosa između država i naroda.

Obrazovanje jeste i mora da bude generator novog i još snažnijeg naučno – tehnološkog i opštedruštvenog razvoja.

Obrazovanje kao jedna od osnovnih pedagoških kategorija i funkcija podrazumeva osposobljavanje za rad i život putem sticanja znanja, umenja i navika, razvijanje sposobnosti i formiranje naučnog pogleda na svet. Osnovni elementi obrazovanja su znanje i sposobnost, pri čemu se znanje definiše kao sistem naučno zasnovanih činjenica i generalizacija koje učenici stiču i praktično primenjuju, a sposobnost kao ukupnost čovekovih mogućnosti za ukupan rad i učenje.

Države koje raspolazu većim fondom naučnih znanja, koje su u stanju da kvalitetno obrazuju kadrove, koje naučna znanja efikasno stavljaju u funkciju tehnološkog razvoja, ostvaruju superiornost u razvoju i dolaze u poziciju da ekonomski, kulturno i politički potčinjavaju manje razvijene i nerazvijene države. To i jeste razlog zbog koga sve zemlje u svetu traže najbolje mogućnosti obrazovanja kadrova, organizovanja školskih sistema i razvoja informacionih tehnologija koje će omogućiti brže i kvalitetnije sticanje znanja, njihovu primenu, skladištenje, praktičnu primenu u funkciji proizvodnje materijalnih i duhovnih dobara.

Međutim, praćenjem situacije tokom poslednjih godina primećeno je da u svim zemljama Evrope pa i kod nas postoji pad interesovanja svšenih srednjoškolaca za studiranje i dalje obrazovanje iz tehničkih i prirodnih nauka. Nastavak ovakvog trenda, gledano na duži rok, mogao bi da dovede do pada inovatorstva i kvaliteta naučno – istraživačkog rada, što bi moglo ugroziti sticanje svih znanja i veština veoma bitnih za svakodnevni život u društvima koja, u sve većoj meri, zavise od primene znanja.

Kao uzrok smanjenog interesovanja mladih za tehničke i prirodne nauke vidi se, između ostalog, i u načinu na koji se održava nastava u školama iz ovih oblasti. Mnogi pedagozi su mišljenja da bi uvođenje i primena novih metoda učenja mogli imati veliki efekat kod učenika u smislu povećanja interesovanja i postignuća. Korišćenje novih metoda učenja doprinelo bi boljim postignućima učenika od onih najslabijih do najспособnijih, pri čemu ove metode treba kombinovati sa tradicionalnim deduktivnim metodama zbog razlika u mentalnom sklopu učenika i njihovih afiniteta.

Na popularizaciji prirodnih i tehničkih nauka u našoj zemlji već duži niz godina rade pojedina udruženja, društva i pokreti, ali je ipak izostao željeni efekat. Naime, već

šezdesetih godina prošlog veka bilo je evidentno da Jugoslavija zaostaje u naučnom razvoju, na primer prema broju istraživača na 10.000 stanovnika ( samo 8,6 u SFRJ, 12 u Nemačkoj, 18 u SAD i Švedskoj, 21 u Mađarskoj, 48 u SSSR). Zaživela je inicijativa za pokretanje šire i dugoročne društvene akcije za naučno obrazovanje mladih koja će kasnije prerasti u Pokret „Nauku mladima“. Zvanično cilj ovog pokreta je produbljivanje i jačanje smisla mladih ljudi za samostalni stvaralački rad u oblasti prirodnih i tehničkih nauka. U Proglasu Pokreta omladincima i omladinkama se poručuje: „Pođite stopama velikih naučnika i pronalazača koji u znatnoj meri stvaraju i menjaju svet u kome živimo. Upoznajte tajne njihovih laboratorija i proučite metode njihovog rada što će vas osposobiti da iznova dokažete neki prirodni zakon ili prikažete pojavu koja je značajna za fiziku, hemiju ili biologiju naših dana...“ Istraživačka stanica Petnica osnovana je osamdesetih godina 20.veka, a nešto kasnije i Beogradska istraživačka stanica. Matematičko društvo „Arhimedas“ je specijalizovano matematičko udruženje osnovano sedamdesetih godina prošlog veka. Delatnost društva je usmerena na matematičko usavršavanje učenika osnovnih i srednjih škola, njihovih nastavnika i profesora, kao i na druge aktivnosti čiji je cilj popularizacija matematike. Savez za naučno-tehničko stvaralaštvo mladih Srbije trajao je preko pedeset godina prošlog veka i podsticao mlade da se bave stvaralaštvom u oblasti tehnike. Posebno se angažovao za školsku omladinu. Nažalost na kraju prošlog veka ovaj Savez je ukinut, a te aktivnosti nastavila su Udruženja nastavnika tehnikog obrazovanja.

## 2. 2. INOVACIJE U NASTAVI

Inovacije su nužan uslov i pretpostavka za unapređenje bilo koje delatnosti, pa tako i vaspitno-obrazovne. Praktično je nemoguće poboljšati vaspitno-obrazovni rad bez značajnih promena (inovacija) u njegovim sadržajima, organizaciji, sredstvima ili tehnologiji. Rezultati i efekti inovacija vrednuju se i prihvataju samo u konačnim ishodima, odnosno ostvarenim pojedinačnim ili kolektivnim postignućima.

Pod nastavnim inovacijama podrazumevamo progresivne, razvojne, naučno utemeljene promene u celoj strukturi školskog sistema ili njegovim značajnim delovima, koje unosimo u nastavnu stvarnost, da bismo je unapredili.

Možemo da razlikujemo dve osnovne kategorije ovih inovacija: prvu kategoriju inovacija čine promene u sistemu vaspitanja i obrazovanja koje bismo mogli nazvati reformskim, a u drugu grupu promene u organizaciji vaspitno-obrazovnog rada u školi i njenoj prostorno-tehnološkoj osnovi, koje možemo nazvati didaktičko-metodskim inovacijama. Ove dve osnovne grupe inovacija se mogu dalje klasifikovati na pojedinačne inovacije.

**Reformske inovacije** u sistemu vaspitanja i obrazovanja čine:

- Sistemske inovacije – predstavljaju radikalne promene u sistemu vaspitanja i obrazovanja,
- Organizaciono-koncepcijske inovacije – odnose se na koncepcijske promene u organizaciji nastave,
- Programske inovacije – odnose se na promene u školskim programima i
- Prostorno-tehnološke inovacije – obuhvataju novine u izgradnji školskih objekata, u tehnološkoj modernizaciji škola

**Didaktičko-metodske inovacije** čine:

- Inovacije u pripremi vaspitno-obrazovnog rada – obuhvataju operacionalizaciju ciljeva na zadatke, programiranje rada škole, planiranje i pripremanje vaspitno-obrazovnog rada,
- Organizacijske inovacije – obuhvataju organizaciju časa, primenu pojedinih oblika nastave, etape organizacije nastave,
- Didaktičko-medijske inovacije – odnose se na primenu audiovizuelnih didaktičkih medija, primenu obrazovnog računarskog softvera, korišćenje računarskih baza podataka,
- Evaluacijsko-dokimološke inovacije – odnose se na praćenje i vrednovanje rada učenika, praćenje i vrednovanje svih vidova rada škole.

Razvoj nauke i tehnologije, društveni i kulturni razvoj, ekonomski razvoj i razvoj medija, usloveli su promene u nastavnim planovima i programima, posebno u broju i sadržaju nastavnih predmeta, njihovom načinu realizacije, broju nastavnih časova za pojedine nastavne oblasti i značaja koji pojedini nastavni predmeti imaju za opšte i stručno obrazovanje učenika.

Vreme u kome živimo i vreme koje dolazi zahtevaju univerzalan, fleksibilan, obuhvatan i efikasan obrazovni sistem koji je u stanju da odgovori izazovima naučno – tehnološke revolucije, imperativima informacione ere.

U svetu je uglavnom usvojen princip da se nastavni plan i program donosi uvažavajući opšte ciljeve vaspitanja i obrazovanja, posebne zadatke koji se postavljaju pojedinim nastavnim predmetima i oblastima i funkciju koju pojedini sadržaji imaju u opštem i stručnom obrazovanju. Tako, na primer, prirodnim i tehničkim naukama se postavlja zadatak da omoguće učenicima saznavanje i razumevanje sveta oko sebe, prirode i njenih zakonitosti, međuzavisnosti biljnog i životinjskog sveta, odnosa čoveka i prirode, suštine i značaja naučnog metoda u saznanju prirode i njenih zakonitosti, značaju saznanja prirode za profesionalnu i društvenu delatnost čoveka.

Logično osmišljeno koncipirani sadržaji obrazovanja omogućavaju učenicima da više uče ideja nego podataka, više principa nego pravila, više zakona nego pojednostavljenih definicija, više primenljivog nego pasivnog znanja i više suštinskih elemenata sadržaja nego nepotrebnih dokaza.

Savremena nastava traži od nastavnika da bude inteligentan organizator i mudar realizator nastavnih i vannastavnih aktivnosti, istraživač i programer rada učenika, poznavalac svojih učenika i njihov intelektualni vođa. Naime, nastavnik savremenog doba i budućnosti sve je manje predavač i ispitivač, neprikosnoveni autoritet koji sve zna i može, a sve više istraživač, strateg nastave i učenja, pedagoški dijagnostičar, terapeut, organizator učeničkih aktivnosti, inicijator promena u nastavi i vaspitač mladih generacija.

Istraživanja OECD-a pokazali su da se u prošloj deceniji ukupan broj studenata u mnogim Evropskim zemljama povećao, ali da se oni odlučuju za studiranje drugih nauka, a ne tehničkih i prirodnih nauka, tako da se procenat studenata ovih nauka smanjuje. Izveštaj koji je objavila OECD ukazuje na to da ključnu ulogu u formiranju odnosa prema ovim naukama ima kontakt sa materijom iz ovih naučnih oblasti u najranijem životnom dobu, kada formalno obrazovanje može i pored radoznalosti dece da dovede do gašenja te radoznalosti i stvaranja negativnog odnosa.

Danas se susrećemo sa dva različita pristupa u nastavnoj teoriji i nastavnoj praksi: jedan je

tradicionalna nastava, a drugi je inovaciona/razvijajuća nastava. Tradicionalna nastava se zasniva na koncepciji Jana Komenskog, koji je postavio razredno-predmetno-časovni sistem sa ciljem da obrazovanje dece bude sistematično i postupno. Koncepcija nastave je takva da nastavnik drži predavanja, a od učenika se očekuje da slušaju, razumeju i zapamte što veći broj činjenica, kao i da se prilikom propitivanja ne oslanjaju na bilo kakav podsetnik, teze ili udžbenik. Nastava je orijentisana na prenošenje znanja, veština i navika, nastavnik je (pre)nosilac informacija i kao takav postavljen iznad učenika, a učenik je objekat nastavnog procesa. Oblici organizacije u tradicionalnoj nastavi su frontalni i individualni, a nastavne metode informacione i reproduktivne, pa je glavna karakteristika ovakve nastave pamćenje gradiva. Učenici u ovakvoj nastavi usvajaju znanja napamet i osposobljavaju se samo da ih reprodukuju, što nikako ne dovodi do njihovog stalnog usvajanja, niti do njihove upotrebne vrednosti. To je i razlog što se položaj učenika odlikuje odsustvom interesovanja i pasivnošću. Nastava zasnovana na tradicionalnim metodama u osnovi ima ex-katedra predavanja, frontalni oblik organizacije nastavnog procesa, kontrolu i ispitivanje reproduktivnog tipa. Ovakav deduktivni pristup pod nazivom „odozgo na dole“ ostvaruje se nastavnikovim izlaganjem raznih pojmova i teorija kao i odgovarajućih primera iz prakse, a od učenika se očekuje da ovladaju apstraktnim interpretacijama.

Nastava iz prirodnih i tehničkih nauka i matematike realizovana tradicionalnim metodama ne pruža učenicima povezano i svesrano razumevanje materije i razvijanje interesovanja i štaviše, može biti čisto informativna jer već imamo ekspanziju raznih naučnih otkrića i širok opus znanja na koje se samo pridodaju nova. To je možda i razlog što mnogi učenici i studenti smatraju da je obrazovanje iz ovih oblasti nešto manje značajno, a pri tom teško i komplikovano

Praksa i iskustvo su pokazali da škola ovako koncipirana ima niz slabosti i da bi bilo poželjno da učenici budu aktivniji u procesu obrazovanja kako stečena znanja ne bi bila mehanička i reproduktivna.

U savremenom obrazovanju sve više se naglašava značaj razvoja u oblasti saznanjog procesa, posebno intelektualnog razvoja i razvoja mišljenja. Još je Vigotski smatrao da je u nastavi daleko važnije naučiti učenike da misle, nego im saopštavati ovo ili ono znanje.

Savremeno obrazovanje karakteriše induktivni pristup koji omogućuje učenicima da duže posmatraju, eksperimentišu, konstruišu uz nadzor i vođstvo nastavnika. Ovakav pristup se zove „odozdo na gore“, a u novije vreme naziv je evoluirao tako da se danas pod induktivnom metodom podrazumeva metod učenja putem istraživanja.

Način da se poveća interesovanje učenika za prirodne i tehničke nauke i matematiku jeste prelazak sa pretežno deduktivnih metoda na metod učenja putem rešavanja problema (problemska metoda) i metod učenja putem istraživanja. Korišćenje navedenih metoda ne samo da bi povećalo zainteresovanost učenika, već bi uticalo i na motivisanost učenika kao i na njihova postignuća. Primena ovih metoda podrazumeva kvalitetan profesionalni rad nastavnika i povećanu motivaciju za rad, jer je potrebno njihovo angažovanje i usavršavanje na dva nivoa: rad na sopstvenom usavršavanju i rad na istraživanju u primeni novih nastavnih metoda.

U Evropi se veoma uspešno promovišu dve inovativne pedagoške inicijative ili pedagoške škole „Polen“ i „Sinus – transfer“ koje svojim rezultatima potvrđuju da su u mogućnosti da povećaju interesovanje učenika za prirodne i tehničke nauke i matematiku. „Polen“ je

zaživeo kao Evropski istraživački i razvojni projekat u 12 država u Evropi (Francuska, Estonija, Portugalija, Nemačka, Holandija, Belgija, Slovenija, Mađarska, Španija, Italija, Švedska, Velika Britanija) prvo u osnovnim a zatim i u srednjim školama, a finansijski ga podržavaju lokalne zajednice i ostale vanškolske organizacije koje utiču na promovisanje prirodnih i tehničkih nauka. „Sinus-transfer“, kao program sveobuhvatno testiran u Nemačkoj, predočava nastavnicima srednjih škola načine da izmene realizaciju nastave iz predmeta prirodnih i tehničkih nauka i matematike. U ovom programu akcentat je na stručnom usavršavanju nastavnika, a program je osoben po dugoročnom, planiranom, u školi organizovanom i kooperativnom pristupu izvođenju nastave, u kome se od učenika očekuje da uči. Razmatraju se didaktički problemi u nastavi iz ovih nauka i stalno stimulise nastavnike da procenjuju i promišljaju način na koji drže nastavu tokom kontinuiranih napora da poboljšaju njen kvalitet. U toku ovog procesa uspostavlja se veoma kvalitetna saradnja između nastavnika jednog kolektiva, saradnja između nastavnika iz različitih škola, saradnja sa istraživačima i predstavnicima vanškolskih ustanova i organizacija.

### **3. MOGUĆNOSTI POBOLJŠANJA OBRAZOVANJA IZ TEHNIČKIH I PRIRODNIH NAUKA**

Cilj nastave iz tehničkih i prirodnih nauka prvenstveno je negovanje i razvoj radoznalosti, koju mlade osobe i deca ispoljavaju u odnosu na svet oko sebe kao i da im se izgrađuje poverenje i samopouzdanje da su u stanju da razumeju ponašanje pojedinih elemenata toga sveta.

Kvalitetna nastava iz ovih naučnih oblasti trebalo bi da omogući učenicima da steknu široko i opšte razumevanje važnih ideja i opštih okvira tumačenja svega oko nas, da razumeju postupke naučnih istraživanja koji su od suštinskog značaja za kompletno ljudsko materijalno okruženje i za opštu kulturu svakog pojedinca, i to tako da:

- razumeju i shvate suštinu glavnih ideja,
- razumeju i prihvate načine i svrhu analize koja je neophodna za donošenje sopstvenih odluka, kako za vreme školovanja tako i kasnije tokom života za razne životne situacije,
- budu osposobljeni da razumeju i kritički procenjuju razne informacije o prirodnim i tehničkim naukama koje se plasiraju,
- imaju dovoljno samopouzdanja da iskazuju sopstveno mišljenje i stavove u razgovorima koji se odnose na prirodne i tehničke nauke,
- budu u stanju da, uvek kada se ukaže prilika ili potreba za tim, prošire svoja znanja i steknu nova, bilo zbog lične zainteresovanosti ili zbog zahteva posla,
- da se na kasnijim nivoima školovanja opredeljuju za obrazovanje iz tehničkih i prirodnih nauka i dr.

Tradicionalni način realizacije nastave u školama, na svim nivoima, prosto ne može da zadovolji potrebe i mentalitet današnje dece koja odrastaju u savremenom, tehničko-tehnološki dinamičnom dobu. Već u danima ranog detinjstva imaju mogućnosti izbora jednog od brojnih televizijskih kanala za gledanje, mobilni telefoni i kompjuteri su im, maltene, igračke koje trenutno, ekspresno ispunjavaju njihove prohteve i želje, tako da njihovoj prirodi jednostavno ne može da odgovara klasični školski čas, poprilično, krute strukture.

Prvi korak ka poboljšanju obrazovanja iz tehničkih i prirodnih nauka trebalo bi, i mogu, da

učine nastavnici. Oni su ti koji decu, učenike, „uvode“ i upoznaju sa ogromnim i ozbiljnim znanjima i istraživanjima iz ovih naučnih oblasti i za očekivanje je da od kvaliteta ostvarene „komunikacije“, na relaciji nastavnik – učenik, zavisi i odnos učenika prema navedenim naučnim oblastima. Sama ličnost nastavnika kao i njegova umešnost da istakne atraktivnost i značaj nastavnih sadržaja utiču na ponašanje i angažovanje učenika na školskom času. Ono što im nastavnik prezentuje potrebno je i da zadovolji izvesna merila koje učenik, kao mlada osoba ima: sadržaji moraju biti zanimljivi, razumljivi, zabavni, prezentovani kroz što više primera iz prakse, matematički pristup obradi problema mora biti jasan i jednostavan. Takođe, učenik ima i izvesna očekivanja kada je nastavnik u pitanju jer on želi i potrebno mu je da nastavnik bude zabavna, korektna, pravedna osoba, jasnih poruka, puna razumevanja za sve što je vezano za učenika. Iz tog razloga osavremenjavanje nastavnog procesa trebalo bi da se odvija na dva nivoa:

- rad nastavnika na sopstvenom usavršavanju i
- rad nastavnika na istraživanju i primeni novih nastavnih metoda.

Da bi se kvalitativno poboljšao nastavni proces nastavnik se mora usavršavati i iz onih oblasti i na onim područjima koja, na prvi pogled, nemaju direktne veze sa nastavom konkretnog nastavnog predmeta (komunikologija, psihologija, filozofija, strani jezici, informatika...). Mada se uspeh može očekivati tek kroz neki duži vremenski period, rezultati usavršavanja sigurno nikada neće izostati i nisu zanemarljivi. Na primer, osnovni principi komunikacije, kao što su značaj verbalne i neverbalne komunikacije, značaj odnosa tokom razgovora, ličnog viđenja samog razgovora, sigurno su uslov za uspešno vođenje nastavnog procesa, za podsticanje učenikovih ideja, mašte i intuicije, za nadogradnju i korekciju učenikove percepcije sveta oko sebe i stvaranje uslova u kojima učenik može dati svoj maksimum. Ako se navedeni ciljevi ne postižu, možemo se podsetiti na krilaticu iz komunikacije: „Postoji li problem u ostvarivanju cilja, popravi kontakt“ (sa učenicima).

U modernoj, inovativnoj školi učenik postaje subjekat nastavnog procesa čiji je cilj razvoj sposobnosti, ličnosti i znanja učenika. Razvoj učenika trebalo bi da bude glavni cilj ne samo nastavnika već i samog učenika. Kada učenik oseti potrebu i sposobnost za promenu i motiv za samorazvoj, nastavni proces za njega dobija određenu svrhu, a ta svrha je njegov sopstveni razvoj.

Zadatak i cilj nastave iz prirodnih i tehničkih nauka ne može biti samo memorisanje i reprodukovanje, već suštinsko shvatanje pojava i procesa uz aktivno i svesno učešće učenika. Kod učenika treba razvijati sposobnosti posmatranja, opažanja, logičkog, stvaralačkog i apstraktnog mišljenja, razvijati i podsticati radoznalosti u posmatranju i izučavanju pojava, posticati i izgrađivati pozitivne osobine učenikove ličnosti kao što su upornost, sistematičnost, smisao za samostalni rad i rešavanje problema.

Učesnici u nastavnom procesu, nastavnik i učenik, trebalo bi da budu jednaki i ravnopravni, a karakter uzajamnog delovanja da je demokratski.

Mogućnosti za poboljšanje obrazovanja iz prirodnih i tehničkih nauka mogu se pronaći i u organizovanju nastavnog procesa na sledećim elementima:

- problemsko-istraživački pristup u nastavi, koji karakteriše metoda „učenja putem istraživanja – „otkrića“,
- komunikativni pristup u nastavi koji karakteriše uvođenje diskusije u nastavni proces (različita mišljenja, sučeljavanje mišljenja, traženje ispravnog stava),

- pristup nastavi kroz igru koji se zasniva na modelovanju životno važnih profesionalnih problema u nastavnom procesu i traženju puteva njihovog razrešenja,
- psihološki pristup u nastavi koji karakteriše samoopredeljenje učenika u izboru određene delatnosti,
- reflektivni pristup u nastavi koji se sastoji u tome da učenik shvati način delovanja (na koji način se dobija rezultat i na koje se teškoće nailazi,
- delatnostni pristup u nastavi koji motiviše učenika da pre početka delatnosti shvati koji rezultat želi postići i na koji način će doći do tog rezultata (na kraju ovog procesa učenik treba da zna da upotrebi znanja i veštine).

Mogućnosti za poboljšanje obrazovanja iz tehničkih i prirodnih nauka i matematike su svakako u primeni inovativnih nastavnih metoda, kao što su metoda učenja putem istraživanja i metod učenja putem rešavanja problema.

#### 4. METODA UČENJA PUTEM ISTRAŽIVANJA

Metod učenja putem istraživanja odnosno istraživački rad učenika je takav nastavni metod kojim se učenici uvode u postupak naučnog istraživanja na sopstvenom istraživačkom projektu. To je takav nastavni metod koji poseban značaj daje eksperimentu i pruža mogućnosti da učenici dođu do novih saznanja „učenjem putem otkrića“. Samo izvođenje eksperimenta ne zahteva korišćenje i skupe opreme, već se može obaviti i sa uobičajenom, dostupnom opremom.

Primer primene navedenog nastavnog metoda možemo pokazati kroz realizaciju nastavnog časa na kome je nastavnik zadao učenicima da izvedu eksperiment sa peščanicom (poznati uređaj za merenje vremena) i da utvrde šta je to što utiče na brzinu curenja peska iz jednog dela u drugi. Ovaj eksperiment može da se izvede na nekoliko načina:

1. Nastavnik pokaže učenicima jedan peščani sat i kaže im da dužina vremena koje je potrebno da pesak iscure u donji deo ovog uređaja zavisi od preseka otvora i da će se oni uskoro i sami uveriti u to. Ovaj način je tako sličan tradicionalnom metodu predavanja u kome se nastavnik zadovoljava time što unapred saopšti krajnji rezultat eksperimenta i daleko je od metoda učenja putem istraživanja.
2. Peščani sat može da se postavi i stoji na nastavnikovom stolu, učenici ga razgledaju, skiciraju i opisuju, a zatim ih nastavnik pita da daju svoje viđenje od čega zavisi brzina kojom curi pesak. Ovakav način rada može da odgovara većini, ali ne i svim učenicima.
3. Nastavnik pruži mogućnost učeniku da razgleda peščani sat, a posle toga postavlja pitanje na koji način se može ubrzati ili usporiti curenje peska. Učenik počinje da traži odgovor na pitanje dok isprobava sat i trudi se da ubrza ili uspori isticanje peska.
4. Nastavnik stavlja ispred učenika najmanje tri peščana sata kod kojih u jednom pesak curi mnogo sporije. Učenici podeljeni u grupe, razgledaju, skiciraju i opisuju onaj sat koji stoji ispred njihove grupe. S obzirom na to da su različiti, jedan sat će nastaviti da radi i kada druga dva stanu. Učenici će ovo primetiti i spontano će početi da razmišljaju šta je to što usporava curenje peska. Ovo je samo jedan (ne i



jedini) način da učenici zaista dožive pitanje koje postavlja nastavnik i ilustruje svu efikasnost metode učenja putem istraživanja.

Učenici dobro pamte eksperimente koje su izvodili, ali da bi bili uspešni, potrebno je da sami dođu do zaključaka, odnosno da samostalno izvode eksperimente. U primeru sa peščanicom, učenici će najverovatnije razmisliti o količini peska, širini delova staklene posude, veličini zrna peska, veličini sata, o aditivima kojima je obojen pesak i dr.

Ništa ne deluje tako efikasno na učenike kao prilika da samostalno sprovedu eksperimente i samostalno uviđaju da se do rezultata može doći samo ako se elementi koji možda utiču na rezultat ispituju redom, jedan po jedan, dok se za to vreme ostali elementi drže nepromenjeni, tako da nakon razmatranja svakog pojedinačnog elementa sami dođu do zaključka da veličina sata nije od uticaja.

Prelazak na realizaciju i izvođenje nastave uz veću primenu metoda učenja putem istraživanja, a iskustva su već pokazala, može da bude efikasan način da se poveća zainteresovanost učenika, kako dečaka tako i devojčica, njihovo samopouzdanje i veće učestvovanje u aktivnostima iz ovih naučnih oblasti. Ovaj metod pobuđuje radoznalost kod učenika, podstiče moć zapažanja, kritičkog razmišljanja i primenu već stečenih znanja. Naročito je pogodan za mlađe uzraste kada je potrebno na neki način kanalisati radoznalost dece i razviti kod njih niz veština kao što su rad u grupi, pismeno i usmeno izražavanje i mnoge druge sposobnosti. U izveštaju OECD-a „Kretanje zainteresovanosti studenata univerziteta za prirodne i tehničke nauke i matematiku“ ukazuje se na činjenicu da ključnu ulogu u formiranju odnosa prema ovim naukama ima kontakt sa materijom iz ovih naučnih oblasti u najranijem životnom dobu. Učenje putem istraživanja posebno je pogodno za one učenike kojima ne odgovaraju deduktivni metodi, koji nemaju dovoljno predznanja ili samopouzdanja. U stvari, preporuka je kombinovanje deduktivnih i induktivnih metoda u nastavi iz svih oblasti da bi se postigla različitost načina na koji učenici uče.

U ovakvoj nastavi svi činioци nastavnog procesa su jednaki, a karakter uzajamnog delovanja je demokratski. Oblici organizacije su grupni, način usvajanja znanja je istraživački i misaoni, pa je na taj način znanje trajno usvojeno. U ovakvoj nastavi kod učenika je prisutna motivacija, interesovanje i aktivnost, pa nastavnik ima ulogu organizatora saradnje, konsultanta, rukovodilaca procesa.

## **5. METOD UČENJA PUTEM REŠAVANJA PROBLEMA**

Metod učenja putem rešavanja problema, koji se naziva problemski metod ili heuristički pristup, je takav nastavni metod koji sigurno može doprineti osavremenjivanju nastave. Za ovaj nastavni metod je karakteristično da nastavnik postupno vodi učenika kroz proces otkrivanja prilikom rešavanja problema. Naučno istraživanje jeste postupak koji ima za cilj da utvrdi šta je problem, da izvede eksperimente i da ih kritički razmotri, da utvrdi moguće načine za rešavanje problema, da planira naučna istraživanja, da pronalazi podatke, da kontroliše modele, da debatuje sa onima koji drugačije pristupaju istoj stvari i formuliše svoju argumentaciju.

U držanju nastave iz prirodnih i tehničkih nauka i matematike pogodno je pribegavati metodu učenja putem rešavanja problema ili zadataka. Učenje raznih oblasti iz navedenih naučnih disciplina jeste pogodnije od metode učenja putem istraživanja jer bi u nekim situacijama izvođenje eksperimenta moglo iskomplikovati učenje.

Američki filozof, pedagog i didaktičar Džon Džui neposredno pred Prvi svetski rat je osmislio i praktično realizovao projekt-metodu, koju je kasnije nazvao problem-metoda. Njegov stav je da se znanja stiču rešavanjem problema koje nameće praktični život korišćenjem naučnih metoda, a ne „serviranjem“ gotovih znanja, pri čemu bi trebalo da učenici budu subjektivno zainteresovani za problem koji rešavaju a njihova rešenja treba da budu praktično primanljiva.

U problemskoj nastavi ono što se uči ne daje se u konačnom obliku u kome treba da se usvoji, već u vidu problema. Pojam problema i pojam zadatka ne mogu se poistovetiti, jer zadatak je širi pojam. Problem je zadatak čije su karakteristike:

- nešto nepoznato, nešto čemu nedostaje ono što treba otkrit na osnovu podataka koji nisu izričito dati,
- ima jednu ili više mogućnosti za rešavanje,
- kompleksnost, jer za rešavanje treba koristiti veliki broj složenih logičkih operacija,
- do rešenja se dolazi kroz stvaralački pristup,
- obogaćuje znanja i razvija umne (mentalne) sposobnosti.

Od nastavnika se očekuje da pri realizaciji nastave iz prirodnih i tehničkih nauka i matematike ostvare takvu situaciju koja bi pogodovala izražavanju slobodnog i stvaralačkog mišljenja od strane učenika, uvažavanju ideja učenika ma koliko se one činile nebitne i suvišne, kao i da podstiče sve što je originalno. Takođe, poželjno je da se nastavnik uzdržava kako od suvišnih komentara pojedinih ideja učenika tako i od nepotrebnog i netaktnog favorizovanja drugih ideja.

Učenjem putem rešavanja problema učenik samostalno pokušava da otkrije povezanost između onoga što je dato i što je cilj tj. što se traži, angažujući svoja prethodno usvojena i stečena znanja. Faze ovog postupka (po prof. Radisavu Ničkoviću) su:

- stvaranje problemske situacije (postavljanje problema),
- nalaženje principa rešenja (izbor racionalne hipoteze),
- dekompozicija problema (razlaganje na uže probleme),
- proces rešavanja problema,
- konstatacije, nalazi, zaključci (shvatanje suštine),
- provera zaključaka u novim situacijama.

Za ovakav nastavni metod karakteristična je nova organizacija rada samog učenika u toku časa u odnosu na tradicionalne nastavne metode. Naime, kod klasične nastave učenici se saopštavaju znanja u gotovom, konačnom obliku, a kod nastave putem rešavanja problema učenici do saznanja dolaze samostalno pri čemu nastavnik, na neki način, usmerava njihove misaone aktivnosti i doprinosi razumevanju nastavnih sadržaja. Mnogi savremeni psiholozi tvrde da deca po pravilu imaju jaku unutrašnju potrebu za učenjem. Da bi poboljšali obrazovanje učenika iz prirodnih i tehničkih nauka potrebno je zainteresovati učenike za gradivo i sadržaje koje treba naučiti. Urođene potrebe ljudi su radoznalost, potreba za postizanje kompetentnosti i saradnja sa drugim osobama, tako da je najbitnije pravilno usmeriti i kanalisati radoznalost učenika koja brzo prelazi sa jedne oblasti na drugu takoo da se duže vremena zadrži na nekoj aktivnosti. Pred učenike treba postaviti pitanja i zadatke koji nisu previše jednostavni i laki, jer bi im to bilo dosadno, ali i ne previše teški i komplikovani jer bi se moglo desiti da učenici odmah odustanu od njihovog rešavanja. U eventualno takvim situacijama, nastavnik mora da pokušava da učenika podrži da nastavi

da rešava problemsku situaciju tako što će upravljati radom učenika i održavati smer njegovih aktivnosti. Da bi učenici bili uspešni u rešavanju problema, treba da imaju određena znanja koja će povezivati, upoređivati, nadograđivati i tako doći do rešenja problema.

Učenje počinje izlaganjem problema koji treba da bude rešen, a problem ili zadatak se postavlja na takav način da učenici prvo moraju da nauče nešto novo da bi na osnovu toga rešili zadatak, odnosno problem. Umesto da se daju u potragu za jednim jedinim tačnim rešavanjem, učenici prvo postavljaju i razmatraju sve elemente zadatka, odnosno problema, prikupljaju potrebne podatke ili informacije, utvrđuju koja su moguća rešenja, razmatraju i vrednuju rešenja i iznose svoje nalaze i mišljenja.

U svaku obrazovnu situaciju učenici ulaze sa različitim sposobnostima i iskustvima tako da samo učenje podrazumeva aktivnu rekonstrukciju onog znanja ili veštine koji su mu prezentovani i to na osnovu postojećeg, unutrašnjeg modela sveta koji sam učenik ima. Proces učenja je dakle suštinski interaktivan i to na dva nivoa: unutar subjekta, između njegovih prethodnih znanja i novih informacija i između onoga ko uči i ko podučava (učenika i nastavnika). Stoga učenje zahteva pregovaranje, zajedničko uspostavljanje značenja a ne njegovu jednosmernu transmisiju. Prepoznati ovu suštinsku karakteristiku učenja znači sagledati u novom svetlu značenje poznate izreke: „Počni tamo gde se dete nalazi“.

Metoda učenja putem rešavanja problema pogodna je za sve učenike, kako za one najспособnije tako i za one slabije, zato što polazi od pretpostavke da svako dete ima i neke sebi svojstvene „metode“ učenja, i posebno je pogodna za obrade i utvrđivanje nastavnih sadržaja iz prirodnih i tehničkih nauka i matematike.

## 6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I ZAKLJUČAK

Vreme u kome živimo i koje dolazi zahtevaju univerzalan, fleksibilan, obuhvatan i efikasan školski sistem koji je u stanju da odgovori izazovima naučno-tehnološke revolucije, imperativima informacione ere.

Praćenjem situacije tokom poslednjih godina primećeno je da u svim zemljama Evrope, pa i kod nas, postoji pad interesovanja svšenih srednjoškolaca za studiranje i dalje obrazovanje iz tehničkih i prirodnih nauka. Nastavak ovakvog trenda, posmatrano na duži rok, mogao bi da dovede do pada inovatorstva i kvaliteta naučno-istraživačkog rada, što bi moglo ugroziti sticanje svih znanja i veština veoma bitnih za svakodnevni život u društvima koja, u sve većoj meri, zavise od primene znanja.

Prema podacima Republičkog Zavoda za statistiku dobijenim pri poslednjem popisu stanovnika Srbije 2002.godine, jedna petina stanovnika ili 21,9 % ima nepotpuno osnovno obrazovanje, jedna četvrtina ili 24 % ima osnovno obrazovanje, 41,1 % srednju školu i oko 11 % ima više ili visoko obrazovanje. Činjenica da gotovo polovina stanovnika Srbije ima završenu samo osnovnu školu, a da se po broju fakultetski obrazovanih ljudi nalazimo na dnu liste Evrope ukazuje da je neophodno povećati ulaganja države u obrazovanje i, ne samo usvojiti, već i sprovoditi koncepte reforme obrazovanja.

Prve naznake „odvajanja“ učenika od prirodnih i tehničkih nauka uočavaju se pri upisu u srednje škole. Naime, već godinama je najveće interesovanje učenika za obrazovne profile medicinske struke, komercijalnih usluga, trgovine i turizma, skoro duplo veće od slobodnih kapaciteta ovih škola. Nasuprot tome, stručne škole tehničke struke svoje kapacitete

uglavnom ne popunjavaju nakon prvog upisnog roka i ponuda njihovih obrazovnih profila, najčešće, predstavlja alternativu prvom željenom zanimanju.

Nezainteresovanost učenika za tehničke i prirodne nauke i matematiku posebno se ogleda pri izboru fakulteta. Među svršenim srednjoškolcima već godinama vlada nesmanjeno interesovanje za fakultete društvenih i medicinskih nauka, dok pojedini fakulteti tehničkih i prirodnih nauka ne uspevaju da popune upisne kvote za budžetske studente ni nakon drugog upisnog roka. Studenti u Srbiji sem studiranja na fakultetima državnih univerziteta imaju, takođe, i mogućnost da studiraju na privatnim fakultetima i univerzitetima, koji su dosta fleksibilniji i prilagodljiviji dešavanjima u društvu i potražnji budućih bruća. Možda je i to jedan od razloga što je ponuda na ovim fakultetima za studiranje tehničkih i prirodnih nauka dosta skromnija u odnosu na državne, i uglavnom su okrenuti društveno-humanističkim naukama, možda i više nego što su potrebe društva. Pitanje određivanja upisnih kvota je veoma bitno za svaki fakultet, ali već poduži niz godina upisne kvote na državnim univerzitetima određuju se prema automatizmu, a na privatnim samostalno, bez jasne analize stvarnih potreba društva za određenim kadrovima i bez jasnih kriterijuma (mada se u nekoj meri vodi računa o fizičkim kapacitetima). Naime, upisne kvote ne bi trebalo da se određuju samo na osnovu interesovanja studenata ili na osnovu potreba tržišta rada, jer iako ne postoji interesovanje studenata, država bi trebalo da razvije različite mehanizme kojima bi motivisala studiranje određenih oblasti koje ona smatra bitnim za svoj dugoročni razvoj, na primer nauka i tehnologija.

Obradom i posmatranjem podataka dobijenih anketiranjem učenika došli smo do sledećih rezultata u našem istraživanju (ovde se navode zaključna razmatranja – detaljnije u radu [4]), sa odgovorima:

1. Želiš li da nastaviš školovanje: a) Želim 95,72 % ispitanika; b) Ne želim 4,28 % ispitanika.
2. Postoje li muška i ženska zanimanja: a) postoje 70,03 % ispitanika; b) ne postoje 29,66 % ispitanika.
3. Činioci koji utiču na izbor fakulteta: a) lična zainteresovanost 30,20 % ispitanika; b) dobra plata 19,71% ispitanika; c) Brzo zaposlenje 17,50% ispitanika.
4. Trenutno najatraktivnija zanimanja u našoj zemlji: a) političar 16,82 % ispitanika; b) lekar 7,64 % ispitanika; c) građevinski inženjer 6,72 % ispitanika.
5. Kriterijumi za izbor najatraktivnijeg zanimanja: a) Dobra plata 44,66 % ispitanika; b) brzo zaposlenje 23,85 % ispitanika;
6. Navedi 3 zanimanja za tvoj uži izbor: a) prosvetni radnik 9,17 % ispitanika; b) policajac 7,95 % ispitanika; c) informatičar 5,5 % ispitanika.
7. Navedi 3 zanimanja kojima ne bi želeo da se baviš: a) lekar 20,79 % ispitanika; b) komunalac 11 % ispitanika; c) prosvetni radnik 10,09 % ispitanika;
8. Navedi nastavne predmete koje najviše voliš: a) fizičko vaspitanje 22,02 % ispitanika; b) stručni predmet 20,49 % ispitanika; c) Matematika 11,01 % ispitanika.
9. Navedi nastavne predmete koje najmanje voliš: a) Matematika 36,08 % ispitanika; b) stručni predmet 16,21 % ispitanika; c) srpski jezik 10,40 % ispitanika.

10. Navedi nastavne predmete koji su ti najteži: a) Matematika 48,32 % ispitanika; b) stručni predmet 16,82 % ispitanika; c) srpski jezik 10,40 % ispitanika;

11. Šta promeniti kod predmeta koji najmanje voliš: a) način predavanja 29,05 % ispitanika; b) profesora 22,03 % ispitanika; c) obim gradiva 16,51 % ispitanika.

12. Koliko vremena provodiš uz kompjuter i zašto: više od 2h...48,93 % na Internetu,

13. Uspeh iz matematike u prethodnom razredu: a) dovoljan (2)..60,55 % ispitanika; b) dobar (3)..14,68 % ispitanika, c) vrlo dobar (4)..10,70 % ispitanika, d) odličan (5)..11,01 % ispitanika.

14. Matematika u tvojim razmišljanjima: a) opterećujući stav 71,25 % ispitanika; b) relaksirajući stav 25,69 % ispitanika.

15. Matematika me opterećuje jer je: a) mnogo je teška i zahtevna 25,32% ispitanika, b) dosadna je 10,73 % ispitanika; c) ne ide mi 9,01 % ispitanika.

16. Matematika me relaksira jer: a) volim je 32,14 % ispitanika; b) laka je 20,24 % ispitanika; c) odmara 11,90 % ispitanika.

17. U učenju matematike dnevno provodim: a) Nimalo 58,10 % ispitanika; b) 1h 32,11 % ispitanika;

18. Želiš li da nastaviš izučavanje stručnih predmeta na fakultetu: a) ne...55,56 % ispitanika; b) da..41,66 % ispitanika.

Na osnovu prethodnih podataka zaključujemo da učenici retko kada kompjutere koriste za proširivanje svojih znanja ili za savlađivanje nastavnog gradiva. Uglavnom najviše vremena provode na internetu, slušaju muziku, igraju igrice ili gledaju filmove ne strahujući da svako preterivanje u tim aktivnostima može obesmisлити sve tehničke blagodeti koje im se ukazuju.

Izbor fakulteta i budućeg zanimanja je životna odluka za svakog učenika. Vidimo da deca vrlo realno i racionalno procenjuju društvena zbivanja, pa tako kao najatraktivnije zanimanje opazaju bavljenje politikom, ali je interesantno i simptomatično što to nije i njihovo opredeljenje. Pored lične zainteresovanosti, od budućeg zanimanja učenici očekuju da im obezbedi ekonomsku sigurnost (dobru platu), brzo zaposlenje i ugled. S obzirom da bavljenje tehničkim i prirodnim naukama trenutno u našoj zemlji nije isplativo i deficitarno i s obzirom na stanje u kome se nalazi srpska industrija, nije ni čudo što učenici beže od ovih fakulteta. Povećanje interesovanja za ove naučne discipline mora animirati sama država adekvatnim podsticajima koji moraju ići paralelno sa tehnološkim razvojem zemlje i povećanjem mogućnosti zapošljavanja. Iz tog razloga, u obrazovanju u Srbiji bile bi poželjne reforme u čijem centru bi bila prirodne nauke i inženjerstvo, jer samo tako bi se školovanjem obezbedili kvalitetni, kreativni i elastični kadrovi sposobni da pokriju široku lepezu poslova i na svoj način podrže privredni razvoj zemlje.

Izbor fakulteta je u tesnoj vezi sa stavom i mišljenjem koje učenici imaju o matematici. Naime, učenici za koje je matematika opterećujući predmet, najmanje je vole i najteža im je u odnosu na ostale predmete, manje se upisuju i izbegavaju tehničko-tehnološke i prirodno-matematičke grupacije fakulteta. Trenutna situacija im odgovara s obzirom na nepromenjene visoke upisne kvote na državnim društvenim fakultetima, kao i mogućnost upisa na neki od brojnih, možda i prekobrojnih, privatnih fakulteta i univerziteta čiju upisnu politiku država adekvatno ne prati i ne

analizira. Ovakvo stanje dugoročno može imati negativne posledice jer se može otvoriti problem zaposlenja nepotrebno školovanih kadrova.

Odgovori učenika konkretno identifikuju matematiku kao najmanje omiljen i najteži predmet u toku njihovog školovanja. Kao uzrok ovakvog stava o matematici, ali i smanjenog interesovanja mladih za tehničke i prirodne nauke vidi se i način na koji se održava nastava u školama iz ovih naučnih oblasti, ali i matematike. Uvođenje i primena novih metoda učenja sigurno bi imali veliki efekat kod učenika u smislu povećanja i interesovanja i postignuća.

Korišćenje novih metoda učenja doprinelo bi boljim postignućima učenika od onih najslabijih do najsposobnijih, pri čemu bi ih trebalo kombinovati sa tradicionalnim deduktivnim metodama zbog razlika u mentalnom sklopu učenika i njihovih afiniteta. Ovde se posebno izdvajaju i preporučuju metod učenja putem istraživanja i metod učenja putem rešavanja problema. Korišćenjem ovih metoda podstiče se radoznalost i sposobnost zapažanja kod učenika, pri čemu se omogućuje razvijanje čitavog spektra komplementarnih veština kao što su rad u grupi, pismeno i usmeno izražavanje. Navedene nastavne metode daju dobre rezultate i kod učenika koji nemaju dovoljno samopouzdanja ili predznanja, i kod onih učenika koji su najtalentovaniji, najkreativniji i najviše zainteresovani za izučavanje ovih naučnih oblasti.

Uz primenu navedenih istraživačkih metoda, obrazovanje postaje sveobuhvatno, što je veoma važno za život u društvima koja se zasnivaju na znanju, jer je funkcionalna nepismenost iz ovih oblasti u savremenom svetu suviše skupa i za pojedinca i za društvo kao celinu.

## 7. LITERATURA

- [1] Golubović, D.: Neka pitanja strategije razvoja tehničkog (tehnološkog) obrazovanja u savremenim uslovima u Srbiji, Konferencija TOS 06, zbornik radova, Tehnički fakultet, Čačak, 2006., str. 46-64.
- [2] Rocar M, Valcri Emo V. , Schermli P. , Jorde D. , Lencen D. , Valherg-Henrikson H.: Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future Europe, Information Expert Group EU, Brisel, 2007., p. 24.
- [3] Golubović, D.: Dostignuti nivo razvoja Tehničkog i informatičkog obrazovanja, Konferencija TIO 08, zbornik radova, Čačak, 2008., str. 47-56.
- [4] Golubović, D., Milić, Lj.: Evropska iskustva učenja putem uistraživanja u tehničkim i prirodnim naukama, Informacione tehnologije i razvoj tehničkog i informatičkog obrazovanja, Tehnički fakultet „Mihailo Pupin“, zbornik radova, Zrenjanin, 2009., str. 26-31.
- [5] Milić, Lj. : Analiza smanjenog interesovanja učenika za tehničke i prirodne nauke i mogućnosti za poboljšanje stanja, magistarski rad, Tehnički fakultet, Čačak, 2010., str. 120.