Metodika 17
Vol. 9, br. 2, 2008, str. 318-327
Stručni rad
Primljeno: 07.05.2008.

ZNANSTVENOST U NASTAVI MATEMATIKE

Zdravko Kurnik

Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu

Sažetak — *Suvremena metodika nastave matematike pruža razne mogućnosti za rješavanje problema uvođenja učenika u samostalan i istraživački rad, razvijanja njihovih sposobnosti za rješavanje problema te razvoja njihova stvaralačkog mišljenja i stvaralačkih sposobnosti. Jedna od tih mogućnosti kreće se u znanstvenim okvirima. Temelj znanstvenih okvira su načelo znanstvenosti i znanstvene metode istraživanja. U radu je opisana znanstvenost u glavnim segmentima nastave matematike, počevši od same naravi matematike do matematičkih zadataka kao važnog sredstva pri oblikovanju u učenika sustava osnovnih matematičkih znanja, umijeća i navika. Na kraju su navedene neke slabosti nastave matematike koje nastaju zbog neprimjerenog tretmana znanstvenosti u nastavnom procesu.*

Ključne riječi: *matematika, nastava matematike, znanstvenost, načelo znanstvenosti, znanstvena metoda, matematički pojam, poučak, zadatak.*

Uvod

Nastava matematike danas se pretežno ostvaruje u stručnim okvirima. Međutim, nastava matematike je složen i zahtjevan proces. Za njezinu uspješnost stručnost je nužan preduvjet, ali nije dovoljan. Složenost se uspješno razrješuje jačim povezivanjem matematike s drugim znanostima. Tako dobivamo proces koji se treba skladno ostvarivati unutar nekoliko okvira. Glavni okviri su: *jezični*, *stručni, metodički, znanstveni, pedagoški* i *psihološki.*

Kako sklad nije lako postići, u nastavi matematike često se događaju propusti i nastaju slabosti koji značajno utječu na kakvoću matematičkog obrazovanja učenika. To se onda loše odražava na ostvarenje ciljeva suvremene nastave matematike koja težište postavlja na uvođenje učenika u samostalan i istraživački rad, razvijanje sposobnosti za rješavanje problema te na razvoj njihovog stvaralačkog mišljenja i sposobnosti.

Suvremena metodika nastave matematike pruža razne mogućnosti za rješavanje navedenog problema. Važnu mogućnost nastavnik matematike može naći unutar znanstvenih okvira. Temelj znanstvenih okvira su *načelo znanstvenosti* i *znanstvene metode istraživanja*. Ti pojmovi nerijetko izazivaju nedoumicu. Što znači *znanstvenost* nastave matematike? Cilj ovog članka i jest pobliže objasniti to značenje i navesti nekoliko postavki i problema koji nastaju u znanstvenim okvirima nastave matematike. Uz početnu napomenu: nastavnik matematike ne mora biti znanstvenik da bi u nastavi pravilno i primjereno primjenjivao načelo znanstvenosti i znanstvene metode.

Načelo znanstvenosti

Didaktička načela su temeljne ideje i smjernice na osnovi kojih se izvodi nastava. Osnovna značajka svakog načela sadržana je već u samom nazivu načela i ona su nastavnicima matematike uglavnom jasna. Tako je i s načelom znanstvenosti. Ipak, iznesimo to načelo malo preciznije.

Načelo znanstvenosti nastave matematike sastoji se u nužnom skladu nastavnih sadržaja i nastavnih metoda s jedne strane i zahtjeva i zakonitosti matematike kao znanosti s druge strane. To znači da nastavnik matematike treba učenike upoznavati s onim činjenicama i u njihovom mišljenju formirati one matematičke pojmove koji su danas znanstveno potvrđeni. Nastava matematike mora biti takva da omogućuje daljnja produbljivanja i proširivanja gradiva i prirodan nastavak matematičkog obrazovanja na višoj razini.

Iz ovog opisa vidimo da načelo znanstvenosti uspostavlja vezu između matematike kao nastavnog predmeta i matematike kao znanosti.

Znanstvene metode

U procesu spoznaje i upoznavanja zakona prirode istraživači primjenjuju posebna sredstva – *znanstvene metode istraživanja*. Osnovne metode znanstvenog mišljenja i istraživanja su: *analiza* i *sinteza, analogija, apstrakcija* i *konkretizacija, generalizacija* i *specijalizacija, indukcija* i *dedukcija*.

Rad nastavnika matematike u razredu u mnogo čemu se razlikuje od rada matematičara-znanstvenika, ali postoje i zajedničke značajke:

Znanstvenik u procesu spoznaje primjenjuje navedene metode jer su mu one potrebne za dobivanje novih tvrdnji, njihova dokazivanja i dovođenja u vezu s već poznatim činjenicama i teorijama. Najkraći prikaz izgradnje neke matematičke teorije ima četiri etape:

A) Navođenje osnovnih pojmova

B) Formuliranje aksioma

C) Uvođenje novih pojmova

D) Izvođenje i dokazivanje teorema.

Drugim riječima, neko znanstveno matematičko područje tvorevina je aksioma, osnovnih pojmova, izvedenih pojmova i teorema.

Nastavnik matematike u nastavnom procesu pomaže učenicima otkrivati i spoznavati nove matematičke istine. Do tih spoznaja može se doći na razne načine, a temelj svih tih načina su također pojmovi i poučci. Posebno je važno otkrivanje puta k samostalnom stvaralačkom radu učenika.

Nastava matematike

Iz navedene tvrdnje lako zaključujemo da su znanstvene metode važne i za suvremenu nastavu matematike. Zato su one predmet proučavanja u suvremenoj metodici nastave matematike. Kreativan nastavnik, birajući pogodne probleme i primjenjujući te metode, može učenike osposobiti za rad koji je vrlo blizak istraživačkom radu, radu znanstvenika. Mnogo je nastavnih matematičkih sadržaja za takvu primjenu. U njima se može u punoj mjeri ostvariti načelo znanstvenosti.

Kako je u tom pogledu u našoj nastavnoj praksi? Tijekom nastavnog sata nastavnik matematike često govori: «analiza pokazuje», «pogledajmo nekoliko konkretnih primjera», «analogno se dokazuje», «ovaj niz činjenica inducira zaključak», «rezultat ovih razmatranja je generalizacija», «specijalizacijom dobivamo formulu», «matematički pojmovi su apstraktni» i sl. Razumiju li učenici te riječi? Kako se provjerava da oni to razumiju? Znanje o navedenim postupcima najčešće se podrazumijeva pa objašnjenja izostaju.

Učenike treba postupno i primjereno naučiti *analizirati, sintetizirati, konkretizirati, apstrahirati, inducirati, deducirati, generalizirati, specijalizirati, uočavati analogije,* bez obzira hoće li se oni kasnije ozbiljnije baviti matematikom ili ne. Za razliku od običnog usvajanja gradiva, ovo je viša razina matematičkog obrazovanja. Matematički način mišljenja dragocjena je stečevina matematičkog obrazovanja, primjenjiva i u mnogim drugim djelatnostima. Naglasak je na riječima postupno i primjereno. Ako se znanstveni postupci primjereno i pravilno primjenjuju, s nužnim osjećajem za težinu matematičkih sadržaja i matematičkog načina mišljenja, uvažavajući matematičke sposobnosti svakog pojedinog učenika, može se očekivati da će nastava matematike biti uspješna. U protivnom, učenici će imati znatnih poteškoća pri svladavanju nastavnog gradiva i oni s vremenom mogu steći pogrešen dojam da je matematika teži predmet nego što to ona uistinu jest. Nažalost, često se u udžbenicima matematike, a onda kao posljedica i u nastavnom procesu, ne poklanja dovoljno pozornosti na pravilnost primjene znanstvenih postupaka. Za obrade nekih matematičkih sadržaja može se čak ustanoviti da su s tog gledišta pogrešne. Time je povrijeđeno načelo znanstvenosti.

Neuspjesi učenika u matematici i neznanje koje ispoljavaju nakon završenog školovanja dobrim su dijelom posljedica činjenice da se nastava većinom izvodi na nižoj razini, gdje se suviše inzistira samo na usvajanju gradiva, a zapostavljena je navedena viša razina. Razlog zapostavljenosti leži i u činjenici da su za višu razinu nastave matematike potrebne zahtjevnije nastavne metode zasnovane na heurističkoj i problemskoj nastavi.

S druge strane, potreba (pravilne) uporabe znanstvenih metoda u nastavi matematike može se obrazložiti sljedećim činjenicama:

Matematika u nastajanju je *konkretna* i *induktivna* znanost, a sama matematika je *apstraktna* i *deduktivna* znanost.

Kako je s nastavom matematike u tom pogledu? Nastava matematike u osnovnoj školi također je pretežno *konkretna* i *induktivna*. Učitelj matematike dolazi do apstraktnih postavki, do generalizacija, razmatranjem konkretnih objekata i konkretnih primjera i induktivnim zaključivanjem. Taj način je blizak i primjeren učenicima toga uzrasta. Induktivni postupak sastoji se od niza induktivnih koraka kojima se dolazi do shvaćanja općeg. Počinje se s konkretnim objektima i specijalnim slučajevima, induktivni zaključci nižu se analogijom, a promatrane činjenice nastoje se generalizirati. Uočavamo tijesnu povezanost *indukcije* s *konkretizacijom, specijalizacijom, analogijom* i *generalizacijom*. Prednosti primjene indukcije: ostvarenje načela od lakšeg ka težem, od jednostavnog ka složenom, proučavanje novih apstraktnih pojmova i izreka preko promatranja i provjeravanja, navođenje učenika na nove pojmove, iskazivanje novih tvrdnji i dr. Mnogo je sadržaja u školskoj matematici za čiju je obradu potreban i za razvoj učenikova mišljenja važan *induktivni* postupak. Među takve sadržaje posebno se ubrajaju razna pravila, zakoni, formule i teoremi, pogotovo ako se oni strogo ne izvode ili ne dokazuju.

Obrnuti postupak od indukcije je *dedukcija*. Deduktivni način mišljenja i dokazivanja provodi se poslije indukcije i na višoj razini nastave matematike i matematičkog obrazovanja učenika.

***

Ilustrativan primjer pravilne metodičke obrade jednog matematičkog sadržaja i primjerene primjene znanstvenih metoda jest nalaženje zbroja K_n svih unutarnjih kutova mnogokuta s n stranica.

Pri obradi ove nastavne jedinice u sedmom razredu osnovne škole treba krenuti od u prethodnom razredu spoznatih činjenica. Prva od tih činjenica je izreka o zbroju svi unutarnjih kutova trokuta: $K_3 = 180^0$. Druga činjenica je izreka o zbroju svih unutarnjih kutova četverokuta: $K_4 = 360^0 = 2 \cdot 180^0$.

Dalje treba za zbroj svih unutarnjih kutova peterokuta izvesti formulu $K_5 = 540^0 = 3 \cdot 180^0$, za zbroj svi unutarnjih kutova šesterokuta izvesti formulu $K_6 = 720^0 = 4 \cdot 180^0$, a zatim treba navesti učenike da zaključe da je za sedmerokut K_7

$= 5 \cdot 180^0$, za osmerokut $K_8 = 6 \cdot 180^0$ itd. Slijedi uspoređivanje formula. Tek nakon svih ovih koraka učenici bi trebali biti misaono pripremljeni za iskazivanje opće izreke:

Zbroj K_n *svih unutarnjih kutova mnogokuta sa* n *stranica dan je formulom* $K_n = (n-2) \cdot 180^0$.

Na kraju slijede pitanja oblika: koliki je zbroj K_{2008}?

Analizirajmo opisani postupak. *Analiza* najprije ukazuje na poseban dio ove teme (trokut, četverokut) koji se obrađuje u prethodnom razredu. Ta prva dva *konkretna* koraka su predznanje učenika i početni *induktivni* zaključci. Treći i četvrti korak su dva nova *induktivna* izvoda. Peti i šesti korak su zaključci dobiveni *analogijom*, a na kraju slijedi uočavanje zakonitosti, *apstrahiranje konkretnih* slučajeva i iskazivanje *generalizacije*. U izvođenju lako se uočava i dokaz, što je u ovom slučaju *sinteza*. Nakon dokaza formule razmatranja u vezi s njezinom primjenom imaju *deduktivni* karakter i u tijesnoj su svezi sa *specijalizacijom*.

U opisanom primjeru primjenjuje se svih 9 osnovnih znanstvenih metoda!

Matematički pojmovi

Pojam je oblik mišljenja u kojem se odražavaju bitna svojstva objekata koji se proučavaju.

Proces formiranja nekoga pojma je postupan proces. Možemo ga u grubim crtama opisati ovako: Početni i najjednostavniji stupanj spoznavanja pojma je promatranje i upoznavanje *konkretnih* objekata i njihovih *konkretnih* svojstava povezanih s pojmom i osjetilna spoznaja – zapažanje. Drugi stupanj je uočavanje nečeg *općeg* i zajedničkog elementima u promatranom skupu objekata – predodžba o pojmu. Treći stupanj je izdvajanje bitnog *općeg* svojstva takvih objekata – formiranje i usvajanje pojma**.**

U opisanom procesu nije teško prepoznati nekoliko značajnih znanstvenih postupaka: *analizu, sintezu, apstrahiranje* i *poopćavanje*. To znači da bilo koji pojmovi, a među njima i matematički, nakon pažljive *analize* nastaju *apstrahiranjem* svojstava predmeta koji stvarno postoje u prirodi i *poopćavanjem*. Na taj način matematički pojmovi, iako *apstraktni pojmovi*, ipak odražavaju neke strane stvarnog svijeta i samim tim pridonose njegovom spoznavanju.

Prema tome, pri obradi matematičkih pojmova nastavnik ostvaruje *načelo znanstvenosti* ako pravilno provodi proces formiranja pojma (opažanje, predodžba o pojmu, formiranje pojma) i pridržava se osnovnih pravila koja mora zadovoljavati definicija pojma (primjerenost, minimalnost sadržaja, sažetost, prirodnost, prikladnost, primjenjivost, suvremenost).

Na prvi pogled može se učiniti da je zahtjev minimalnosti sadržaja u definiciji suviše strog, pa čak i onda kad ga se u nastavi može lako ispuniti. To nije tako. Zahtjev ima svoje metodičko opravdanje. Definicije s mnogo suvišnog opterećuju s jedne strane pamćenje učenika, a s druge strane unose zbrku pri razlikovanju definicija i poučaka.

Kritično mjesto obrade nekog pojma je prijelaz na onaj stupanj u kojem počinje postupak *apstrahiranja*, jer je prijelaz s *konkretnog* na *apstraktno* za neke učenike dosta težak.

***

Jedna od značajki pojma kao oblika mišljenja jest to što je formiranje pojma u spoznaji čovjeka neodvojivo od njegovog izražavanja riječima, zapisom ili simbolom. Ova značajka posebno dolazi do izražaja u matematici. Pitanje jezika u nastavi matematike vrlo je osjetljivo. I u ovom području može doći do nejasnoća i povrede načela znanstvenosti. Kao primjer pogledajmo nekoliko formulacija iz udžbenika matematike:

> *Paralelogram* je četverokut kojemu su nasuprotne stranice paralelne.
>
> *Paralelogram* je četverokut kojemu su nasuprotne stranice paralelne i sukladne, nasuprotni kutovi sukladni, a kutovi uz istu stranicu suplementni.

Simetrala dužine je skup svih onih točaka ravnine što su jednako udaljene od krajnjih točaka dužine.

Jednadžba oblika $ax^2+bx+c = 0$, gdje su a, b, c realni brojevi i $a \neq 0$, naziva se *jednadžba drugog stupnja* ili *kvadratna jednadžba*.

Prva rečenica je korektna definicija paralelograma, ali bi bila još bolja i jasnija u obliku: Četverokut kojemu su nasuprotne stranice paralelne naziva se *paralelogram*.

Druga rečenica nije definicija, jer u njoj ima suvišnih riječi i pojmova i teško da bi je svi učenici šestog razreda osnovne škole znali izreći. Ona je zapravo sastavljena od prve definicije i tri poučka.

Treća rečenica izaziva nedoumicu. Ona može biti definicija simetrale dužine, ali kako se u nastavi uporabljuje uobičajena definicija simetrale dužine kao pravca koji prolazi polovištem dužine i na nju je okomit, to je navedeni iskaz poučak koji se treba dokazati.

Četvrta rečenica je korektna apstraktno-deduktivna definicija kvadratne jednadžbe.

***

Ponekad se *načelo znanstvenosti* ostvaruje i u dogovoru o značenju nekog pojma, veličine ili objekta i objašnjenju razloga zašto se taj dogovor uvodi. Primjerice, početno nerazumijevanje i nedoumicu mogu izazvati sljedeća pitanja: Je li 1 prost broj ili nije? Koji je smisao praznog skupa? Koliko je a^0 ?

Broj 1 formalno zadovoljava definiciju prostog broja: on je djeljiv samo sa 1 i sa samim sobom. Međutim, broj 1 se ipak ne uključuje u skup prostih brojeva. Jedan od razloga dogovora da 1 nije prost broj nalazimo u osnovnom teoremu aritmetike po kojem se svaki prirodni broj, različit od 1, može na jedinstven način napisati u obliku umnoška prostih faktora. Kad bi uzeli da je 1 prost broj, taj teorem, bez dodatnih uvjeta, ne bi vrijedio. U tom slučaju imali bismo, na primjer, za broj 2008 ove rastave na proste faktore $2008 = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 251 = 1 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 251 = 1 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 251$ itd. Dakle, rastav ne bi bio jedinstven. Tako bi bilo za svaki prirodni broj.

Prazan skup $\varnothing$ je skup koji ne sadrži ni jedan element. Ovo značenje praznog skupa ne bi imalo puno smisla kad ne bi za to postojao ozbiljan znanstveni razlog. Njega nalazimo u operaciji presjek skupova. Zahtjev da presjek $A \cap B$ bilo koja dva skupa A i B bude skup, a to znači i presjek disjunktnih skupova, vodi do potrebe uvođenja pojma prazan skup.

$a^0 = 1$. U školskoj matematici ova se jednakost često uvodi bez objašnjenja. A to objašnjenje je jednostavno. Ono proizlazi iz pravila za dijeljenje potencija jednakih baza: $a^m : a^n = a^{m-n} (m > n)$. Za $m = n$ lijeva strana jednakosti očito je jednaka 1, a desna a^0. Da bi pravilo vrijedilo i u tom slučaju, dogovorno se stavlja da je $a^0 = 1$.

Poučci i dokazi

Što je poučak, znamo. Poučak je matematički sud čija se istinitost utvrđuje dokazom. Poučak je jedan od najvažnijih matematičkih pojmova i njegova obrada zahtijeva posebnu pozornost svakog nastavnika matematike. Pravilna obrada toga pojma omogućuje brži razvoj matematičkog mišljenja učenika i bolje razumijevanje same matematike.

Pri obradi poučaka nastavnik ostvaruje *načelo znanstvenosti* ako svoje učenike nauči ispravno i precizno formulirati poučak, jasno razlikovati pretpostavku od tvrdnje poučka, formulirati obrat poučka, formulirati suprotnu tvrdnju, te ako postigne razumijevanje metodike dokazivanja poučaka. Velike poteškoće stvaraju učenicima indirektni dokazi poučaka, posebno oblici *dokaz po kontrapoziciji* i *svođenja na kontradikciju (reductio ad absurdum).*

Ovdje se neizbježno nameće pitanje: treba li dokaze upoznavati i shvaćati i onaj učenik koji se kasnije u svakodnevnom životu neće baviti matematikom, ili za njegovu životnu djelatnost matematika neće biti od neke posebne važnosti? Odgovor se lako može naslutiti iz sljedeće nepobitne istine: *učiti dokazivati znači učiti rasuđivati*, a to je jedan od osnovnih zadataka nastave matematike. Rasuđivati u životu treba svaki čovjek. Kako inače usporediti različite tvrdnje, izdvojiti iz više izjava one koje su istinite, provjeriti valjanost nekog sumnjivog dokaza, opovrgnuti nečije mišljenje, donijeti ispravan zaključak o nečemu i sl. ? Da, učiti dokazivati treba svaki učenik. Zato obrazovanje učenika nije potpuno ako on tijekom školovanja nije upoznao i shvatio dokaze nekoliko standardnih matematičkih poučaka.

Poučavanje dokazivanja poučaka za nastavnika matematike je velik izazov, jer to očito nije ni jednostavno ni lagano. Naročito što on pri tome mora imati na umu važnu činjenicu:

Iako je matematika *deduktivna znanost*, školska matematika ne izgrađuje se ni na jednoj razini nastave kao strog deduktivni sustav, već ostaje u okvirima modela. Ovo pogotovo vrijedi za nastavu matematike u osnovnoj školi, jer je ona većim dijelom *induktivna*. Mnogi poučci obrađuju se u njoj bez dokaza.

Kritično mjesto izvođenja *generalizacija* preko *induktivnih* nizova *konkretnih* slučajeva je prijelaz na onaj stupanj u kojem počinje postupak *apstrahiranja*, jer je prijelaz s *konkretnog* na *apstraktno* za neke učenike i ovdje dosta težak.

I u slučaju poučaka važna je uporaba riječi, zapisa ili simbola. Skladno povezivanje prvog, drugog i trećeg možemo očitati u sljedećem aksiomu površine poligona:

Ako su poligoni P_1 i P_2 sukladni, onda su brojevi $p(P_1)$ i $p(P_2)$ jednaki, tj. vrijedi implikacija

$$P_1 \cong P_2 \Rightarrow p(P_1) = p(P_2).$$

Zadatci

Suvremena nastava matematike načelno pretpostavlja drugačiju spoznajnu djelatnost učenika od tradicionalne. Težište se postavlja na razvijanju umijeća samostalnog i stvaralačkog proučavanja matematike od strane učenika, te stvaranju preduvjeta za uspješnu primjenu stečenih matematičkih znanja i umijeća. Samostalna spoznajna djelatnost učenika pri proučavanju matematike ostvaruje se u velikoj mjeri primjerenim izborom i korištenjem nastavnih zadataka. Na taj način zadaci postaju važno sredstvo pri oblikovanju u učenika sustava osnovnih matematičkih znanja, umijeća i navika i doprinose razvoju njihovih matematičkih sposobnosti i stvaralačkog mišljenja.

Zadatak je složen matematički objekt i njegov sastav nije uvijek jednostavno analizirati. Međutim, prirodno se u širem smislu izdvaja pet njegovih osnovnih sastavnica: *uvjeti, cilj, teorijska osnova, rješavanje, osvrt*.

Za našu temu od posebne važnosti je posljednja sastavnica zadatka. Ona pruža mogućnosti ispitivanja novih ideja i daljnjih usmjeravanja mišljenja učenika. Određeno usmjeravanje dade se najbrže postići nekim od ovih pitanja:

Može li se način rješavanja zadatka pojednostavniti? Može li se zadatak riješiti na neki drugi način? Jesmo li opisani postupak rješavanja već koristili kod nekog drugog zadatka? Može li se zadatak pojednostavniti? Može li se zadatak poopćiti? Možete li sastaviti neki sličan zadatak? Kako glasi obrnuta tvrdnja? Vrijedi li obrnuta tvrdnja?

Pitanja očito upućuju na *analizu, sintezu, analogiju, specijalizaciju i generalizaciju*. Traženjem odgovora na ta pitanja ponovo se razvijaju i njeguju određene matematičke sposobnosti učenika i njihova kreativnost podiže na višu razinu.

***

Primjer matematičkih sadržaja gdje je *analiza* važna jesu *školski tekstualni zadaci*. Zašto takvi zadaci ipak često zadaju dosta teškoća i učenicima i nastavnicima, pa ih neki nastavnici izbjegavaju? Objašnjenje dobrim dijelom leži u naravi samih zadataka. Svaki takav zadatak sastoji se zapravo od dva zadatka:

sastavljanja jednadžbi prevođenjem s običnog jezika na matematički jezik (Descartesova metoda!),

rješavanja jednadžbi.

Prvi od njih nije uvijek lagan, zahtijeva priličan umni napor i poznavanje postupka raščlanjivanja, *analize*, što se nerijetko pretpostavlja da učenici znaju i bez objašnjenja. Odatle teškoće, a rezultat je najčešće odbojnost prema takvim problemima. Međutim, svođenje problema na rješavanje jednadžbi višestruko je korisno jer ono omogućuje razvijanje logičkog mišljenja, dosjetljivosti, opažanja i umijeća samostalnog provođenja nevelikih istraživanja. Zato takve probleme nije dobro izbjegavati, već ih treba metodički primjereno objašnjavati, kako bi oni ispunili svoju obrazovnu svrhu.

Slabosti

Evo nekih slabosti nastave matematike, uočenih pri hospitiranju studenata matematike nastavničkih profila i na stručnim ispitima mladih nastavnika matematike, a koje su u uskoj vezi s načelom znanstvenosti i s primjenom znanstvenih metoda:

1) Znanje studenata o matematičkim pojmovima dosta je zbrkano. Na početku svog metodičkog obrazovanja ne znaju dobro načela definiranja matematičkih pojmova, pa u definicije unose sve što o pojmu znaju (primjere, svojstva). Tako umjesto kratke, precizne i potpune definicije pojma dobiva se opširan tekst iz kojeg se na kraju ipak ne može doznati o čemu se radi! Ovakva zbrka, a može se slobodno reći i *neznanje*, ne bi mogla biti sredstvo uspješne nastave matematike. Metodičar treba uložiti dosta truda da se uočene praznine u znanju studenata popune.
2) U nastavi matematike *sintezi* najčešće ne prethodi *analiza*, a to utječe na jasnoću poučavanja i razumijevanje problema, što znatno umanjuje spoznajnu vrijednost nastave. Analiza je u manjoj ili većoj mjeri nužna u svim istraživanjima i ne smije se izbjegavati.
3) Učenici uvijek ne razlikuju jasno definicije od poučaka.

4) U *induktivnoj* nastavi potreban je primjeren broj *konkretnih* i posebnih slučajeva. Učitelj matematike često razmatra premali broj takvih slučajeva, pa izvedene tvrdnje postaju neuvjerljive i nejasne, a posljedica je manjkavo znanje učenika. Čest je i drugi propust učitelja kad ne daje priliku većem broju učenika da sudjeluju u izgradnji *induktivnog* niza.
5) Izvođenje *generalizacija* također je kritično mjesto nastave matematike, jer prijelaz s *konkretnog* i pojedinačnog k općem neki učenici teško svladavaju. Zato je pred učiteljem matematike odgovorna zadaća da svojim metodičkim pristupom i umješnošću učenicima taj prijelaz učini što lakšim.
6) Mnogi matematički sadržaji omogućuju razmatranje *generalizacija*, ali nastavnici matematike najčešće propuštaju iskoristiti takve situacije. To je velika šteta za matematičko obrazovanje učenika, jer su generalizacije vrlo pogodne za razvoj matematičkog mišljenja učenika. Posebno se to odnosi na nadarene učenika koji sigurno imaju matematičke sposobnosti za dublje proučavanje matematike.
7) U nastavi matematike *analogija* nije dovoljno iskorištena, iako je ona najbolje sredstvo za brže otkrivanje i usvajanje novih matematičkih istina.
8) Kreativnost nastavnika matematike često trpi zbog pretjeranog oslanjanja na način obrade matematičkih sadržaja u udžbenicima.

Zaključak

Već smo ranije istakli da nastavnik matematike ne mora biti znanstvenik da bi u nastavi pravilno i primjereno primjenjivao načelo znanstvenosti i znanstvene metode. To se u nastavi matematike nameće samo po sebi. Rješavanje svakog matematičkog problema ima nešto otkrivačko i stvaralačko. Zato je potrebno samo da nastavnik u svojim učenicima razvija radoznalost duha, sklonost za samostalan umni rad i da im ukazuje na putove do novih otkrića. Kreativan nastavnik matematike u kreativnoj nastavi ima velike izglede da kod svojih učenika razvije kreativne osobine.

LITERATURA: vidi popis literature u inačici članka na engleskom jeziku.