

METODIČKE ODREDNICE U NASTAVI ASTRONOMSKE NAVIGACIJE

Maksim Klarin

Pomorska škola Zadar, Zadar
mklarin@yahoo.com

Primljeno: 17. listopada 2010.

Predmet ovog rada usmjeren je na podizanje kvalitete nastave Astronomske navigacije, predmeta koji je nužno prilagoditi novonastaloj situaciji u pomorskom prometu. Metode Astronomske navigacije odigrale su ključnu ulogu u povijesnim geografskim otkrićima i kroz duga stoljeća bile su jedini način orijentacije i pozicioniranja pri plovidbama na otvorenom moru. Međutim, razvojem korelativnih znanstvenih grana, posebno informatike, astronautike, nebeske mehanike, satelitske tehnike itd., do sada korištene modele nužno je uskladiti sa stvarnim potrebama, gradivo predmeta reducirati, a nastavu osuvremeniti. U radu su u kratkim crtama pojašnjeni predmet, sustav i metoda Astronomske navigacije te pedagoški i didaktički kriteriji i specifičnosti tog stručnog predmeta. Temeljem pedagoške analize, predloženi su nastavni oblici u procesu poučavanja i učenja, metode nastave i metode učenja, nastavna sredstva i pomagala, izvori informacija, prostori za nastavu, vježbe i učenje.

Ključne riječi: *Astronomska navigacija, pozicioniranje, plovidba, poučavanje, učenje, metode nastave, nastavna sredstva, izvori informacija*

Astronomska navigacija kao nastavni predmet

Astronomska navigacija izučava se u nastavnim sadržajima *geodezije, nautike (pomorske navigacije) i zračne navigacije*. Kao i svaka prirodna znanost, ima tri osnovne odrednice: *predmet, sustav i metodu*.

Predmet govori o područjima i sadržajima kojima se određena znanstvena grana bavi: predmet astronomske navigacije je primjena kretanja

nebeske sfere na određivanje točne pozicije na površini Zemlje (pozicioniranje) usporedbom koordinata nebeskih tijela s koordinatama opažača koji se nalazi na nekoj poziciji na Zemlji. Ova okolnost ukazuje na golemu povijesnu važnost astronomske navigacije kao jedine metode koja je omogućila točno određivanje udaljenosti među različitim točkama na Zemlji i njihovo pozicioniranje i time u povijesti znanosti ostala zabilježena kao najizravniji uzrok velikih geografskih otkrića. Zapravo su plovidbe otvorenim morem (kasnije i interkontinentalni letovi) mogle uslijediti tek nakon što su bili svladani problemi snalaženja na morskoj pučini. Izračun astronomske efemerida (Johann Müller Regiomontanus, 1470.) prethodio je putovanjima Kolumba, Diaza, Vasca da Game, Vespuccia, Magellana. Izum kronometra omogućio je točna mjerenja Zemlje i velike kartografske ekspedicije među kojima se ističu ekspedicija broda *Beagle* (Charles Darwin) i putovanja Jamesa Cooka.

Sustav kao odrednica astronomske navigacije odnosi se na strukturiranje i međusobno hijerarhijsko povezivanje (sistematizaciju) temeljnih znanstvenih pojmova koji tvore tu disciplinu. Modeli koji omogućavaju rješavanje problema pozicioniranja proizlaze iz mnogih interakcijskih znanstvenih disciplina kao što su *astronomija*, *astrofizika*, *geodezija*, *nebeska mehanika*, *matematika* i, u novije vrijeme, *informatika*. Znanstvena paradigma astronomske navigacije dugo je bila nepromijenjena, zapravo posljednja fundamentalna otkrića koja su poboljšala metode pozicioniranja datiraju u drugu polovicu devetnaestog stoljeća (otkriće visinske metode Marcq de Saint Hillairea), a instrumenti koji se i danas koriste (sekstant i kronometar) izumljeni su još u osamnaestom stoljeću. Međutim, kao rezultat razvoja znanosti, stara paradigma u određenom trenutku mora se zamijeniti novom, a nagli razvoj atomistike, informatike, svemirske tehnologije i impulsne tehnike u znatnoj su mjeri utjecali na metode astronomske navigacije, tako da se danas umjesto kronometra na oprugu koriste atomski oscilatori, umjesto tablica za skraćeno računanje koriste se posebno programirana džepna ili osobna računala, kao metode pozicioniranja opće su prihvaćeni lako dostupni i precizni globalni satelitski sustavi GNSS-a (GPS, diferencijalni GPS, GLONASS, EGNOS, WAAS, Compass, COSPAS/SARSAT, u perspektivi Galileo, IRNSS, JRANS) itd. Sve se teže novostečena tehnička znanja mogu uklopiti u staru paradigmu, tako da je krajnje vrijeme za prilagođavanje programa astronomske navigaci-

je novonastaloj situaciji ili potpuno odustajanje od klasičnih metoda astronomske navigacije.¹

Metoda kao odrednica astronomske navigacije je način ili više načina kojima se ta znanost može prenijeti na populaciju koja će je koristiti u svojoj profesionalnoj orijentaciji.

Svjesni, namjerni i organizirani utjecaj na razvoj i formiranje ličnosti, predmet je izučavanja pedagogije. Metodološka pedagogija služi se rezultatima drugih znanosti (psihologije, sociologije, biologije, kibernetike, informatike) ili vlastitim rezultatima (eksperiment, promatranje, intervju, anketa), a koji mogu ukazati na najbolji način prijenosa na učenike znanja i umijeća nužnih za sigurno određivanje zemaljskih koordinata usporedbom s astronomskim koordinatama pojedinih nebeskih tijela. Od mnogobrojnih pedagoških sustava potrebno je izabrati onaj koji će se najbolje moći koristiti u nastavi astronomske navigacije, pri čemu se ne smije zaobilaziti »povijesnost« tog predmeta, odnosno pozitivna dosadašnja iskustva i saznanja. S obzirom na izvore na kojima se Astronomska navigacija zasniva (prirodne znanosti kao što su astronomija, matematika itd.), može se postaviti pitanje koja je od postojećih pedagoških paradigmi efikasnija i znanstveno primjerenija za kvalitetni transfer znanja.

Pedagoški kriteriji

U našoj nastavnoj praksi najviše je zastupljen klasični europski sustav pedagogije poznat i kao germanski pedagoški krug. Osniva se na dvjema vodećim pojmovima – *odgoj* (*Erziehung*) i *obrazovanje* (*Bildung*). Pod pojmom *odgoj* podrazumijeva se intelektualni, moralni, radni odgoj, dok *obrazovanje* podrazumijeva materijalne zadatke (*znanje činjenica* i *znanje generalizacija*) i funkcionalne zadatke (intelektualne, izražajne, senzorne i praktične sposobnosti).²

¹ Na diplomatskoj konferenciji pod pokroviteljstvom Međunarodne pomorske organizacije IMO (International Maritime Organization), koja je održana u Manili od 21. do 25. lipnja 2010., donesena je odluka o reviziji *Međunarodne konvencije o standardima za izobrazbu, izdavanje svjedodžbi i držanje straže pomoraca* (Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, STCW) iz 1978. s dopunama iz 1995. godine. Predviđena je temeljita izmjena ili ukidanje iz programa obrazovanja pomoraca onih sadržaja čija je primjena tehnološkim napretkom reducirana ili je potpuno izostala.

² Pokušaji uvođenja jednoznačnog pojma koji bi obuhvaćao odgoj i obrazovanje nisu konzistentno dovedeni do kraja jer se, ipak, ne radi samo o uvođenju novog pojma već o pro-

U Astronomskoj navigaciji kao predmetu podjednako su zastupljena oba pojma. Odgojni elementi predmeta apostrofiraju intelektualni i radni odgoj, posebno u poglavljima u kojima se objašnjavaju procesi nastanka, razvoja i trajanja univerzuma, te oblici i veličine kako Sunčeva tako i galaktičkih sustava, odnosno ukupnog svemira. Zbog toga se čine neopravdanim neka nastojanja da se predmet Astronomske navigacije ograniči isključivo na tehnička objašnjenja procesa i njihovu pragmatičnu primjenu u orijentaciji.

Američka koncepcija nastave podrazumijeva *organizirano učenje* zasnovano jednim dijelom na biheviorističkoj psihologiji,³ a drugim na filozofiji pragmatizma.⁴ Taj koncept polazi od teze postojanja samo onog što se može objektivno identificirati ili jednoznačno izmjeriti. Takav pristup nastavi doveo je do bihevioralne koncepcije nastave koja se temelji na vidljivom (vanjskom) ponašanju učenika. Sustav je u međuvremenu evoluirao u dvije varijante: *mekšu*, koja se oslanja na taksonomiju Benjamina Blooma, i *tvrđu*, koja sva ljudska znanja svodi na vidljivo ponašanje pojedinca, a za koje se u osnovnoj paradigmi koristi engleski izraz *skills*, odnosno *vještine*.

Mekša varijanta bihevioralne koncepcije nastave polazi od učenikove aktivnosti koja u sebi uključuje tri dimenzije njegove ličnosti: *kognitivnu*, *afektivnu* i *psihomotoričku*. *Kognitivna* dimenzija uključuje znanja i spoznaje, *afektivna* stavove, interese i motivaciju, a *psihomotorička* vještine i sve oblike tjelesnih aktivnosti. Sve tri dimenzije stupnjevane su po kvaliteti ili intenzitetu i međusobno su interaktivne i induktivne: ako je spoznaja (*kognitivna dimenzija*) snažna i duboka, nesumnjivo utječe na stav pojedinca (*afektivna dimenzija*) i njegovo fizičko ponašanje (*psihomotorička dimenzija*). Jednako tako, stav (*afektivna dimenzija*), ako je u potrebnoj mjeri izgrađen, utječe na spoznaju

mjeni čitave znanstvene paradigme. Pokušaji se temelje na izrazu *edukacija* koji je preuzet iz engleskog jezika (*education*). Predložen pojam 'odgoj u širem smislu' nije znanstveno valoriziran, ali pokušaji objedinjavanja pojma 'odgoj i obrazovanje' govore o tome da postojeća paradigma ne može više zadovoljiti.

³ *Biheviorizam (behaviorizam, od engl. behavior = ponašanje)* je smjer u psihologiji koji proučava objektivno ponašanje (reakcije) živog bića u određenim prilikama uvjetovanim vanjskim podražajem. To ponašanje može biti vidljivo (*explicit behavior*) ili skriveno (*implicit behavior*), ali se i jedno i drugo može registrirati promatranjem ili odgovarajućim znanstvenim metodama.

⁴ *Pragmatizam* (od grčkog *πραγμα* = djelo, akcija) je filozofski pravac koji zastupa gledište da je istinito samo ono što je korisno, to jest da rješenje svakog problema ima neke praktične konzekvencije ili je inače metafizičko, besmisleno i, prema tome, neistinito.

(*kognitivna dimenzija*), a spoznaja utječe na način ponašanja (*psihomotorička dimenzija*). U primjeni na nastavu Astronomske navigacije, razumijevanje sustava, koordinata i procesa (*kognitivno područje*) izaziva interes za rješavanje problema (*afektivno područje*) i utječe na fizičke rezultate u mjerenjima visina i azimuta nebeskih tijela i primjeni tih mjerenja na određivanje vlastite pozicije (*psihomotoričko područje*).

Bloomova taksonomija je spoznajno (*kognitivno*) područje kvalificirala na šest podkategorija i to na kumulativan način (svaka viša podkategorija u sebi sadrži sve niže), a takva raščlamba može imati velik utjecaj na kvalitetu nastave Astronomske navigacije. Prve tri podkategorije su reproduktivne (znanje, shvaćanje, primjena), dok druge tri već mogu predstavljati produktivno, odnosno kreativno znanje (analiza, sinteza, evaluacija).

Težište rada u *tvrdoj varijanti* bihevioralne koncepcije nalazi se u pripremi: svaki odgojno-obrazovni zadatak potrebno je unaprijed tako pripremiti i definirati da se može točno vrijednosno valorizirati svojim rezultatima. Zbog toga ova koncepcija nastave podrazumijeva posjedovanje mjernog instrumenta i kriterija kojima se ostvarenje zadatka može precizno i objektivno izmjeriti, a i zadatak i mjerni kriterij su unaprijed učeniku priopćeni. U ovom nastavnom sustavu, didaktika i metodika nastave nazivaju se zajedničkim imenom *teaching strategies* (*strategije poučavanja*). I za nastavnika i za učenika to je vrlo kompetitivan koncept koji je, ipak, ograničen na rješavanje, u praksi očiglednih, problema. U metodici nastave Astronomske navigacije vrlo je primjenjiv, i to kao konačan rezultat svih nastavnih napora. Izuzetno je efikasno, nakon potpuno obrađenog gradiva, učenicima omogućiti praktična mjerenja visina nebeskih tijela i izračun koordinata, i to s mjesta čije su koordinate poznate. Rezultat mjerenja i usporedba rezultata mogu snažno utjecati na sve tri dimenzije učenikove ličnosti.

Industrijsko-pedagoška koncepcija razvijena je i široko korištena na području bivše Demokratske Republike Njemačke, a kod nas je bila u upotrebi između 1968. i 1978. godine, s izrazito negativnim rezultatima, posebno u primjeni u stručnim školama koje u rješavanju praktičnih problema koriste znanstvene spoznaje prirodnih znanosti (najtipičniji primjer mogla bi biti upravo Astronomska navigacija). Koncepcija je oštro distancirala odgojnu dimenziju nastavnog procesa od obrazovne dimenzije i tako formirala opći i stručni dio obrazovanja. Opći dio podrazumijevao je odgoj i obrazovanje, a stručni osposobljavanje, izo-

brazbu i obuku. Iako je eksperiment polučio izrazito negativne rezultate i s gnušanjem je odbijen od strane pristalica paradigme klasične europske pedagogije, sustav je zapravo predstavljao samo jednu vrst modifikacije upravo europskog modela kojeg je nastojao dopuniti s nekim elementima bihevioralne koncepcije nastave. Upravo u dopunskoj izobrazbi kadrova u pomorstvu se danas u velikoj mjeri koriste modeli koji snažno podsjećaju na industrijsko-pedagoški koncept. Naime, ključnicima međunarodnih konvencija SOLAS (*Safety of Life at Sea*), SAR (*Searching and Rescue*) i STCW (*Standards of Training Certification and Watchkeeping*), kompletan aktivni pomorski kadar obvezan je slušati dodatne sadržaje i polagati ispite u programima izobrazbe. Konvencije predviđaju velik broj dopunskih sadržaja (čak četrdesetak) od kojih su neki vrlo zahtjevni u kadrovskom i tehničkom smislu. Na primjer, za izobrazbu programa GMDSS (*Global Maritime Distress and Safety System*) obrazovni centar mora posjedovati desetak različitih zemaljskih (NAVTEX, VHF DSC, MF/HF DSC, NBDP Telex itd.) i satelitskih (INMARSAT A, INMARSAT C, COSPAS/SARSAT) živih (radnih) podsustava, a za izobrazbu ARPA (*Automatic Radar Plotter Aids*) obrazovni centar mora posjedovati punu radarsku simulaciju na dvije konzole i s radarima koji koriste sintetizirane prikaze, dakle visoko sofisticiranim uređajima koji su u stanju elektronički obraditi informacije za prikaz stanja u okolnom prostoru. U obradi sadržaja zastupljen je samo stručni dio obrazovanja (izobrazba).

Sadržaj Astronomske navigacije ne može se u potpunosti uklopiti u industrijsko-pedagoški koncept nastave upravo iz razloga što je primjenjivost metoda astronomske pozicioniranja u velikoj mjeri uvjetovana spoznajnim elementima korelativnih znanosti kao što su astronomija, astrofizika, matematika, nebeska mehanika itd.

Dok klasična europska i industrijsko-pedagoška koncepcija na problem nastave gledaju pretežno s aspekta nastavnika (poučavanje), bihevioralne koncepcije više su vezane za položaj učenika, odnosno organizaciju učenja. S obzirom da se ta dva procesa (poučavanje i učenje) međusobno prožimaju (poučavanje je istodobno i učenje; učenje ovisi o poučavanju; efikasnost poučavanja uvjetovana je učenjem), u nastavnom procesu nužno je kombinirati elemente pojedinih nastavnih koncepcija. Za poučavanje i učenje kompleksnog gradiva Astronomske navigacije vjerojatno bi najpogodnija bila hibridna kombinacija koja bi u sebi u većoj ili manjoj mjeri sadržavala elemente svake od

spomenutih koncepcija. Europska klasična pedagogija nudi mogućnost zadiranja u dubinu filozofskog značenja opće astronomije i može apotrofirati odgojnu komponentu bez koje bi Astronomska navigacija bila značajno osiromašena. Meka bihevioralna koncepcija nudi mogućnost suptilne raščlambe pojedinih sadržaja i adekvatan pristup poučavanju i učenju s izvanredno razrađenim kognitivnim područjem i jedinstvenim tretmanom učenikove ličnosti u tri dimenzije njegove aktivnosti. Tvrdi bihevioralna koncepcija može ponuditi potpuno unaprijed razrađene i operacionalizirane nastavne zadatke i objektivne kriterije vrednovanja dobivenih rezultata mjerenja. Najzad, i industrijsko-pedagoška koncepcija, iako odbačena, može ponuditi određena efikasna rješenja u konceptu dopunske izobrazbe.

Didaktički kriteriji

Didaktika kao znanost o nastavi može ponuditi praktična rješenja kako pedagoške kriterije primijeniti u nastavnoj praksi. U praktičnom izvođenju nastave Astronomske navigacije nužno se moraju definirati:

- nastavni oblici i organizacija grupa ili parova u procesima poučavanja ili učenja;
- metode nastave i metode učenja;
- nastavna sredstva i pomagala, izvori informacija;
- prostor za nastavu, vježbe i učenje.

Nastavni oblici u procesu poučavanja (nastave) i učenja

U organizaciji nastavnog procesa poučavanja može se koristiti:

- rad u velikoj grupi koji podrazumijeva timski rad više nastavnika, školska ili javna predavanja, kino projekcije ili priredbe;
- rad u razrednom odjelu koji može imati oblik predavanja (jednosmjerna komunikacija), dijaloga (dvosmjerna komunikacija) ili rasprave (višesmjerna komunikacija);
- rad u grupama, pri čemu grupe mogu obavljati iste ili različite zadatke;
- rad u parovima uz pomoć ili bez pomoći nastavnika;
- individualni samostalni rad, individualni rad s nastavnikom, individualni programirani rad ili individualni rad na računalu.

Svaki od didaktičkih nastavnih oblika primjenjiv je u izvođenju nastave Astronomske navigacije; zapravo je nužno kombinirati različite nastavne oblike. Na primjer, za razumijevanje geneze i globalnih procesa u astronomiji izrazito je efikasan oblik rada u velikoj grupi i to na različite načine: javnim predavanjima eminentnih znanstvenika koja su, zbog golemog interesa javnosti za astronomske procese, relativno česta i lako dostupna; promatranjem astronomskih pojava koje pobuđuju jednako velik interes, na primjer meteorski rojevi, pomrčine Sunca ili Mjeseca, pojave kometa i sl.; demonstracijama astronomskih kretanja i koordinatnih sustava u planetarijima (na primjer u planetarijima Tehničkog muzeja u Zagrebu i u učilištu HRM Lora u Splitu); kino-projekcijama pojedinih astronomskih procesa ili čak znanstveno-fantastičnih filmova ukoliko su znanstveni elementi u njima dovoljno zastupljeni; tumačenjem konstelacija opažanjima u mrkloj noći, itd. Kod tumačenja koordinatnih sustava, kretanja, pretvaranja koordinata, efikasan je oblik predavanja s demonstracijama uz pomoć LCD projektora: postoji izuzetno velik izbor najrazličitijih programa koji vrlo kvalitetno objašnjavaju astronomske procese i astrognoksijske konstelacije, a gradivo predmeta nudi samom nastavniku izvanredno širok dijapazon izbora za izradu vlastitih programa. Prilikom obrade osnovnih pojmova opće astronomije (struktura svemira, nebeska tijela i Sunčev sustav), idealan oblik rada su rasprave ili dijalozi. Pretvaranje koordinata koordinatnih sustava podrazumijeva dobro poznavanje matematičkih modela sferne trigonometrije, rad s džepnim kalkulatorima i osobnim računalima, a za to je izvanredno pogodan rad u grupama ili parovima. Konkretna računa određivanja pozicije, odnosno primjena svih stečenih znanja, interesa i vještina može se primijeniti individualnim radom i sasvim konkretnim mjerenjima visina i azimuta nebeskih tijela i određivanjem vlastite pozicije. Svaki od primijenjenih nastavnih oblika, ako se upotrijebi razborito i suvislo, može u velikoj mjeri utjecati na kognitivni, afektivni i psihomotorni aspekt učenikove ličnosti.

Nastavni oblici u procesu učenja identični su nastavnim oblicima u procesu poučavanja. Zbog tematskih posebnosti gradiva Astronomske navigacije, unatoč izrazito kompleksnoj primjeni korelacijskih znanstvenih grana, afektivni aspekti kao što su motivacija i interes mogu biti izrazito intenzivni, a s obzirom da se sve tri dimenzije ličnosti međusobno prožimaju, i intenzitet ostala dva aspekta (kognitivnog i psihomotoričkog) također može biti znatnije izražen.

Metode nastave i metode učenja

U procesu transfera i asimilacije znanja, interesa, motivacija, vještina, mogu se koristiti različite metode. U određenim okolnostima mogu se primjenjivati sljedeće nastavne metode:

- nastavničko izlaganje, dijalog ili učeničko izlaganje (verbalne metode);
- rad s udžbenikom, s pomoćnom literaturom, posebno izrađenim informativnim materijalima ili rad s programiranim materijalima (dokumentacijske metode);
- demonstracija procesa, demonstracija operacija ili demonstracija objekta (demonstracijske metode);
- eksperiment, manipulacija ili simulacija (laboratorijske metode);
- manualni radovi, grafički i pisani radovi (operacijske metode).

Koja je metoda najpogodnija u nastavi Astronomske navigacije ovisit će o tematskoj cjelini predmeta koja se obrađuje. Gradivo Astronomske navigacije može se podijeliti na sljedeće nastavne teme:

- uvod u astronomsku navigaciju, kratak povijesni pregled, nebeska tijela Sunčeva sustava, zvijezde i zvjezdani sustavi: u ovim nastavnim temama prevladavaju opisni oblici koji se iščitavaju kao zanimljivo štivo sa znatnom zastupljenošću elemenata koji mogu utjecati na afektivnu dimenziju ličnosti i najpovoljnija nastavna metoda može biti *nastavničko izlaganje s demonstracijama* odnosa veličina i kretanja, uz obilno korištenje *rasprave* ili *dijaloga*; nastava se može kvalitetno dopunjavati i filmskim odnosno televizijskim projekcijama;
- heliocentrična kretanja (međusobni položaji Sunca, Zemlje i planeta, progresivna i retrogradna kretanja planeta, Keplerovi zakoni i Newtonov zakon, precesija, precesija ekvinocija, nutacija, aberacija, kretanja Mjeseca, depresija, refrakcija, paralaksa): u ovim nastavnim temama prevladavaju fizički procesi izraženi matematičkim modelima ili vektorskim veličinama, a najpovoljnije nastavne metode su *laboratorijske metode*, posebno *metode simulacije*, čemu pogoduje i izvanredno velik broj lako dostupnih i kvalitetnih kompjutorskih programa; nastava se može dopunjavati i *grafičkim projekcijama* preko LCD projektoru;

- geocentrična kretanja i koordinatni sustavi (nebeska sfera, koordinatni sustav horizonta, koordinatni sustavi ekvatora, koordinatni sustavi ekliptike, prividna dnevna kretanja sfere, paralelna, okomita i kosa nebeska sfera, prividno godišnje kretanje Sunca): prevladavaju fizički procesi koji se mogu opažati (dnevna i godišnja kretanja) ili efikasno simulirati, a najpovoljnije nastavne metode su *laboratorijske* (učeničko promatranje) i *demonstracijske*, od kojih je svakako najefektniji način promatranje simuliranih kretanja neba u planetariju;
- koordinate nebeskih tijela, pretvaranje koordinata, vrijeme, račun i mjerenje vremena, identifikacija, grafičke i direktne metode za određivanje pozicije, račun geografske širine, kontrola devijacije, ortodroma: dominiraju matematički modeli uz nužnu upotrebu različitih godišnjaka i tablica (Nautički godišnjak, Brown's Nautical Almanac, Kotlarićeve tablice, HO 214, Nautičke tablice itd.), općih i specijalnih džepnih kalkulatora (Navicom, Tamaya, Texaco, Merilin itd.), algoritama, posebnih informatora (Star Finder and Identifier, Identifikator zvijezda); najpovoljnije nastavne metode su *dokumentacijske* i *operacijske* s posebno naglašenim *individualnim vježbama*.

Nastavna sredstva i pomagala, izvori informacija

Izvori informacija u izvođenju nastave i učenju Astronomske navigacije mogu biti vrlo raznovrsni i brojni. U općoj didaktičkoj praksi izvori informacija mogu biti koncipirani na različitim modelima pa se tako, osim pisanih materijala i izlaganja, mogu koristiti originalna sredstva, audiovizualni statički ili dinamički modeli, makete, igračke, sportski rekviziti, alati, strojevi, mjerni instrumenti, simulacije, kompjutorski programi. U nastavi Astronomske navigacije, kao i u učenju, mogu se (osim namjenskih udžbenika, tablica i priručnika), prije svega koristiti:

- pisani materijali (knjige, časopisi, monografije, studije);
- statički i dinamički audio vizualni materijali;
- instrumenti;
- simulatori;
- kompjutorski programi.

S obzirom da astronomska navigacija izvire iz astronomije, znanosti koja je tijekom čitavog razvoja ljudske povijesti pobuđivala znatilju i pozornost javnosti, pisani materijali koji posredno ili neposredno dodiruju teme astronomske navigacije brojni su i lako dostupni. Postoji širok izbor vrlo kvalitetnih izdanja domaćih autora, kao i izvanredni prijevodi planetarno značajnih radova iz drugih govornih područja. Gotovo svakodnevno u mnogim se dnevnim, tjednim ili mjesečnim publikacijama pojavljuje neka zanimljivost vezana za astronomiju. Teme koje su usko stručne relativno su često zastupljene u specijaliziranim časopisima na hrvatskom ili na drugim jezicima. Multimedijalni izvori najsvježijih informacija iz astronomije, astrognozije, astronautike itd., također su vrlo brojni (Internet). Jednako tako, i korelacijske teme zastupljene u astronomskoj navigaciji (matematički modeli, fizički procesi) bogato su zastupljene u svim oblicima pisanih materijala.

Možda su još brojniji statički ili dinamički audiovizualni izvori informacija. U statičke vizualne izvore informacija mogu se u velikoj mjeri ubrojiti brojne, izvanredno kvalitetne, fotografije različitih astronomskih pojava, situacija i rasporeda nebeskih tijela i izgledima sfere u različitim razdobljima dana ili godine, te alignmenti pojedinih zvijezda i zvjezdanih konstelacija. U dinamičke audiovizualne izvore informacija svakako se mogu ubrojiti jednako česte televizijske i radijske emisije koje posredno ili neposredno tretiraju tu materiju.

Instrumenti koji spadaju u nastavna sredstva i pomagala su teleskop, sekstant i kronometar, gyro ili magnetski kompas i smjerna ploča. Pri tome teleskop može biti reflektorski ili refraktorski, a u nastavi se može koristiti isključivo u funkciji razvijanja afektivne dimenzije učenikove ličnosti koja će, kao što je ranije spomenuto, značajno utjecati na razvoj ostale dvije dimenzije (kognitivne i psihomotoričke). Ostali instrumenti su mjerni instrumenti i prvenstveno su namijenjeni razvoju psihomotoričke dimenzije učenikove ličnosti, a čiji će razvoj utjecati na razvoj preostale dvije dimenzije. I za nastavnika i za učenika to je vrlo kompetitivan koncept ograničen na rješavanje očiglednih problema, a u metodici nastave Astronomske navigacije vrlo je primjenjiv, i to kao konačan rezultat nastavnih napora. Konkretni rezultati mjerenja i usporedba rezultata mogu snažno utjecati na sve tri dimenzije učenikove ličnosti.

Simulacija je moguća jedino u prikazima dnevnih i godišnjih kretanja nebeske sfere, dakle u interpretaciji općeg dijela gradiva Astronom-

ske navigacije, a može se pratiti jedino u visoko sofisticiranim i skupim planetarijima koji danas postoje u sklopu Tehničkog muzeja u Zagrebu i pomorskog vojnog učilišta u Lori u Splitu.

Kompjutorski programi su mnogobrojni, raznovrsni i lako dostupni, a u njima su zastupljeni praktično svi elementi gradiva Astronomske navigacije. Uz to, pravilna izmjena položaja nebeskih tijela, njihova ujednačena kretanja i dostupni matematički modeli kojima su ta kretanja definirana, omogućavaju izradu vlastitih programa, kako nastavnicima tako i naprednijim učenicima, štoviše takav aktivan pristup u izradi programa u velikoj mjeri utječe na sve tri dimenzije učenikove ličnosti. Profesionalni ili amaterski programi svih oblika astronomskih kretanja, procesa nebeske mehanike, astrognoksijskih konstelacija, izračuna efermerida, edukacijskih aplikacija, pozicioniranja i mnogih drugih, možda su i najčešći programi uopće. Vrijedno je spomenuti samo neke koji se mogu koristiti u nastavi: Sky, Night, Astrowin, Sunmoon kao astronomski, astrofizički ili astrognoksijski programski paketi, PCsight u različitim verzijama, Sightmaster u različitim verzijama, Sunmoon kao programski paketi Astronomske navigacije, te Astro kao edukacijski program Astronomske navigacije.

Prostor za nastavu, vježbe i učenje

Kako bi u potpunosti bili zadovoljeni svi didaktički kriteriji (nastavni oblici i organizacija grupa ili parova u procesima poučavanja ili učenja, metode nastave i metode učenja), ili da bi se optimalno mogla koristiti nastavna sredstva i pomagala, nužno je koristiti odgovarajuće prostore. U procesu izvođenja nastave Astronomske navigacije mogu se koristiti:

- standardna učionica;
- specijalizirana učionica (praktikum);
- dvorana za audiovizualne statične ili dinamične projekcije i prikaze;
- kulturne i znanstvene institucije;
- izvorni ambijent (prirodna sredina, otvoreni prostor, morska pučina);
- brod.

Standardna učionica (s pločom i LCD projektorom) pogodna je za predavanja, analize tekstova, vježbanje zadataka i diskusije, uglavnom

u funkciji razvoja kognitivne i afektivne dimenzije ličnosti. Velik dio gradiva Astronomske navigacije može biti interpretiran vlastitim iskustvima, saznanjima ili prisjećanjima nastavnika, ali i učenika, posebno iz razloga jer je relativno visok postotak učenika u određenoj mjeri zainteresiran za astronomske pojave i pored školskih obveza i programa, tako da i sami učenici imaju vlastita saznanja o nekim elementima astronomije, astrognozije i nebeske mehanike. Osim toga, standardna učionica najpovoljniji je ambijent prilikom provjera teorijskih znanja i rješavanja pismenih zadataka.

Specijalizirana učionica ili praktikum (sa zidnom pločom, računalom i LCD projektorom, zvjezdanim atlasima i kartama, zvjezdanim globusima, posterima, dovoljnom količinom almanaha i godišnjaka, identifikatora i tablica za skraćena računanja, kronometrima i sekstantima itd.) pogodna je za kompjutorske simulacije s projekcijama na zidno platno, uvježbavanje postupaka i metoda mjerenja i pretvaranja koordinata, uglavnom u funkciji razvoja afektivne i psihomotoričke dimenzije ličnosti učenika.

Dvorana za audiovizualne projekcije i prikaze (s pločom, televizijskim prijemnikom i računalom te s potrebnim slajdovima) je pogodna za izvođenje onih nastavnih sadržaja koji će utjecati na razvoj afektivnih dimenzija ličnosti. Uglavnom se to odnosi na uvodni dio gradiva Astronomske navigacije i na područje objašnjenja astronomskih i astrofizičkih procesa u svemiru, odnosno na teme koje nisu u najužoj vezi s terestričkim pozicioniranjem.

Kulturne i znanstvene institucije (zvjezdarnice, planetariji, pomorski i tehnički muzeji) vrlo pozitivno mogu razvijati afektivnu dimenziju učenikove ličnosti, a u njima se učenici mogu vrlo kvalitetno upoznavati s općim astronomskim, astrofizičkim i astrognozijskim procesima, s poviješću astronomije i navigacije te instrumentima koji su se koristili u najznačajnijim povijesnim razdobljima prije, za vrijeme i nakon velikih geografskih otkrića.

Možda najefikasniji prostor za nastavu, vježbe i učenje može biti *izvorni ambijent* (prirodna sredina, otvoreni prostor, morska pučina). U uvjetima mrkne noći, bez utjecaja gradske rasvjete, moguće je izvanredno efikasno izučavati raspored zvijezda i planeta, konstelacije, alignameate i identifikaciju nebeskih tijela, pratiti dnevna i godišnja kretanja, a pritom nisu nužni nikakvi mjerni instrumenti, dostatne su zvjezdane karte ili zvjezdani atlas. Opažanja snažno utječu na razvoj

svih dimenzija ličnosti, a stečena znanja uglavnom imaju trajan karakter. Na otvorenom prostoru uz obalu otvorenog mora, čiji horizont je slobodan, mogu se uvježbavati svi elementi gradiva Astronomske navigacije, uz upotrebu svih pomagala, mjernih instrumenata i sredstava. Nužna oprema je nekoliko mjernih instrumenata (seksanti), najmanje jedan kronometar (u praksi je dovoljan i precizniji ručni sat), navigacijske karte sitnijeg mjerila (manjeg od 1:600000), navigacijski trokuti i navigacijski šestari. Svaki odgojno-obrazovni zadatak (mjerenja i izračun pozicije) potrebno je unaprijed tako pripremiti i definirati da se može točno vrijednosno valorizirati svojim rezultatima. Prema tome primijenit će se *strategije poučavanja (teaching strategies)*. I za nastavnika i za učenika to je efikasan koncept koji je u metodici nastave Astronomske navigacije vrlo primjenjiv i to kao konačan rezultat sveukupne nastave. Rezultat mjerenja i usporedba rezultata mogu snažno utjecati na sve tri dimenzije učenikove ličnosti.

Konačno, *brod kao ambijent poučavanja i učenja* zapravo je autentična radna okolina u kojoj će se stečena znanja primjenjivati logikom izbora profesije za koju se učenik unaprijed odlučio.

Zaključak

Metode astronomske navigacije skup su matematičkih zakonitosti koje, iz pravilne izmjene položaja nebeskih tijela, omogućuju orijentaciju na otvorenom prostoru na kopnu, moru ili u zraku. Izrazito su mnogo pridonijele razvoju civilizacije uopće, jer su jedine omogućavale povijesna prekomorska putovanja i na taj način u ogromnoj mjeri sudjelovale u geografskim otkrićima i premjeravanjima Zemlje. Izvorni matematički modeli kojima se služi astronomska navigacija poznati su već stoljećima, dok su neki omogućeni tek eksplozivnim razvojem elektroničkih računala u posljednjim decenijima. Shodno tome, i transfer znanja potrebnih za praktičnu primjenu tih metoda nužno zahtijeva određene prilagodbe novim okolnostima. Da bi taj transfer bio što efikasniji, nužno je kod izvođenja nastave pratiti trendove novih znanstvenih dostignuća. U didaktičkom i metodološkom smislu to znači primjenu novih nastavnih modela, uz uporabu novih sredstava i u novim okolnostima.

U ovom radu kratko su analizirane određene specifičnosti metoda astronomske orijentacije i didaktički kriteriji koji bi mogli biti naj-

primjereniji u izvođenju nastave tog stručnog predmeta. Obuhvaćeni didaktički kriteriji odnose se na: nastavne oblike i organizaciju grupa ili parova u procesima poučavanja ili učenja, metode nastave i metode učenja, nastavna sredstva i pomagala, izvore informacija te prostor za nastavu, vježbe i učenje.

Literatura

- Bloom, Benjamin S. (1970), *Taksonomija i klasifikacija obrazovnih i odgojnih ciljeva*, knjiga I, Beograd, Jugoslavenski zavod za proučavanje školskih i prosvjetnih pitanja.
- Bognar, Ladislav; Matijević, Milan (1993), *Didaktika*, Zagreb, Školska knjiga.
- Klarin, Maksim (1995), *Astronomska navigacija I*, Zagreb, Školska knjiga.
- Klarin, Maksim (1996), *Astronomska navigacija II*, Zagreb, Školska knjiga.
- Pasarić, Božidar (1991), »Je li vrijeme za novu paradigmu?«, *Napredak* 132 (4): 374–383.
- Petančić, Martin (1975), *Industrijska pedagogija*, Zagreb, Školska knjiga.
- Poljak, Vladimir (1980), *Didaktika*, Zagreb, Školska knjiga.
- Turković, Ivan (1997), *Nastava strukovno-teorijskih predmeta u srednjim školama*, Zagreb, Informativ.
- Vukasović, Ante (1979), *Radni i tehnički odgoj*, Zagreb, Školska knjiga.

METHODIC SPECIFICS OF TEACHING OF CELESTIAL NAVIGATION

Maksim Klarin

Object of this work is aimed to improve the quality of the education of Celestial navigation, the subject for which is necessary to adapt to a new situation in maritime practice. The celestial navigation methods have had extremely important significance in the historical geographic discoveries and through long centuries were the only way of orientation and positioning during sailings at open sea. However, with the evolution of the correlative scientific branches, especially informatics, astronomy, stellar mechanics, satellite technics etc., the old methods are necessary to be accommodated with the practical needs, the syllabus of object to be reduced and teaching to be brought up to date.

In this review of the matter, system and method of Celestial navigation, pedagogic and didactic items and particularities of this professional school subject, are

presented in the short lines. By the fundamental pedagogic analysis, the teaching forms and learning methods are proposed. Also, the instruction means, teaching, learning and practical places are suggested.

Key words: *Celestial navigation, positioning, sailing, teaching, learning, methods of teaching, instruction means, sources of information*