



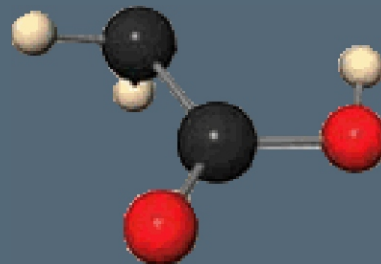
CRNA GORA
ZAVOD ZA ŠKOLSTVO

NAŠA ŠKOLA

NASTAVA PRIRODNIH NAUKA



Podgorica,
novembar 2008.





**CRNA GORA
ZAVOD ZA ŠKOLSTVO**

NAŠA ŠKOLA
Nastava prirodnih nauka



Podgorica,
novembar 2008.

NAŠA ŠKOLA Nastava prirodnih nauka

Izdavač: Zavod za školstvo

Urednik: dr Dragan Bogojević

Pripremili: Nevena Čabrilo i Radomir Sušić

Dizajn i tehnička priprema: Nevena Čabrilo

Lektura: Danijela Đilas

Štampa: IVPE Cetinje

Tiraž: 500 primjeraka

Podgorica 2008.

CIP – Каталогизација у публикацији
Централна народна библиотека Црне Горе, Цетиње

371.315:5 (035)

NAŠA ŠKOLA : Nastava prirodnih nauka /
[pripremili Nevena Čabrilo i Radomir Sušić]. –
Podgorica: Zavod za školstvo, 2008.
(Cetinje : IVPE). – 88 str. ; tabele ; ilustr. ; 21cm

Na vrhu nasl. str. : Crna Gora, Zavod za školstvo. –
Podatak o priređivačima preuzet iz impresuma. -
Tiraž 500. – Bibliografija: str. 88 i uz tekst

ISBN 978 – 86 85553- 61 - 5

а) Природне науке – Настава – Методика –
Приручници

COBISS. CG – ID 13415184

Poštovane kolege/koleginice,

S obzirom na značaj koji prirodne nauke imaju u razvoju društva, nastava iz korpusa ovih predmeta treba učenicima/cama da omogući sticanje znanja, vještina i sposobnosti primjenljivih u svakodnevnom životu.

U Zavodu za školstvo smo novembarsko izdanje *Naše škole* posvetili prirodnim naukama, u želji da našim nastavnicima/ama ukažemo na neke dobre primjere nastavne prakse iz ovih predmeta i da ih ohrabrimo za kreativan i interaktivan pristup u realizaciji programskih ciljeva i sadržaja.

Zbog složenosti i apstraktnosti pojmova prirodnih nauka u publikaciji se značajna pažnja pridaje strukturiranju sadržaja, metodama i oblicima rada, koji na najbolji način doprinose usvajanju znanja. Objedinili smo zavidan broj konkretnih primjera koji se mogu primijeniti tokom realizacije pojedinih nastavnih sadržaja.

U izvođenju nastave iz prirodnih predmeta važnu ulogu ima eksperimentalna nastava, tako da smo posvetili pažnju izvođenju eksperimenata u laboratoriji. Poželjno je da se prilikom izvođenja nastave prirodnih nauka organizuju ogledi koji učenici/e mogu sami/e izvesti. Učenici/e na temelju vlastitih opažanja ili mjerenja treba da donose zaključke, a analizama i zapažanjima nastalih promjena tokom izvođenja eksperimenta, učenici/e istovremeno uvježbavaju, provjeravaju i utvrđuju ranije stečeno znanje i otkrivaju načela na kojima se zasnivaju pojave.

Zahvaljujemo se kolegi Miljanu Vujoševiću i kolegici Marijani Ojdanić koji su svojim prijedlozima i sugestijama sadržaj publikacije značajno unaprijedili, kao i kolegi Miomiru Jevriću na ustupanju svog godišnjeg plana rada.

U nadi da će publikacija doprinijeti uspješnijoj realizaciji nastave,

S poštovanjem,

DIREKTOR

dr Dragan Bogojević

Sadržaj

UVOD	7
1. STRUKTURIRANJE SADRŽAJA I UPOTREBA METODA I OBLIKA RADA ..	7
1. 1. Konstruktivistički model saznavanja.....	10
1. 2. Specifičnosti karakteristične za učenje prirodnih nauka	13
1. 3. Osposobljavanje za primjenu naučnih informacija u različitim situacijama .	16
1. 4. Preduslovi za unapređivanje nastave prirodnih nauka.....	18
2. HEMIJA KAO NASTAVNI PREDMET	21
2. 1. Šta izučava hemija	23
2. 2. Hemijski kabinet	23
2. 3. Obrazovne strategije i metode	25
2. 4. Strategije učenja otkrivanjem	28
2. 5. Oblici rada koji se najčešće primjenjuju u nastavi hemije	31
2. 6. Strategije rada u hemijskoj laboratoriji	33
2. 7. Modeli	37
2. 8. Sheme, grafikoni i fotografije	39
2. 9. Domaći zadaci.....	40
2. 10. Ocjenjivanje	40
2. 11. Priprema nastavnika/ca za nastavu.....	40
PRIMJER GODIŠNJEG PLANIRANJA GRADIVA	42
3. FIZIKA KAO NASTAVNI PREDMET	47
3. 1. Svrha učenja fizike	49
3. 2. Određeni aspekti procesa učenja	52
3. 3. Provjeravanje i ocjenjivanje	73
3. 4. Međupredmetne povezanosti u nastavi fizike	78
3. 5. Obrazovni potencijal primjene informacionih tehnologija u nastavi fizike	80
3. 6. Priprema nastavnika/ca za čas.....	81
3. 7. Primjer primjene učenja otkrivanjem	81
3. 8. Razvijanje kritičkog mišljenja kroz nastavu fizike.....	86
3. 9. Prilozi	87

Cilj nastave prirodnih nauka trebalo bi prvenstveno da bude negovanje i razvoj radoznalosti, koju mladi ljudi ispoljavaju u odnosu na svet oko sebe, te da im se izgrađuje poverenje da su u stanju da razumeju ponašanje pojedinih elemenata toga sveta. Dobra nastava iz prirodnih nauka omogućila bi mladima da steknu široko opšte razumevanje važnih ideja i opštih okvira tumačenja svega oko nas.

Prof. dr Ratko Jankov¹
Perspektive obrazovanja - decembar 2000.

Uvod

Prirodne nauke su izuzetno značajne za razvoj djece, posebno za njihov intelektualni razvoj. Sadržaji ovih nauka podstiču razvoj formalno-logičkog, hipotetičko-deduktivnog mišljenja. Djeca počinju sa njihovim ozbiljnijim izučavanjem na uzrastu od 11 do 12 godina. U to vrijeme dijete je razvojno spremno da uz adekvatne spoljne uticaje ovlada novim, višim stadijumom mentalnog razvoja, formalnim mišljenjem (Pijaže, 1982; Vigotski, 1977). Učenje prirodnih nauka je ključni podsticaj za razvoj oblika formalnog mišljenja koji se naziva eksperimentalno mišljenje, odnosno mišljenje koje se sreće prilikom izvođenja eksperimenata. Tokom izvođenja eksperimenta, učenici/e se upoznaju sa faktorima koji mogu da utiču na neku pojavu, a sistematskim variranjem tih faktora utvrđuju koji od faktora ili koja kombinacija faktora dovodi do neke pojave.

Karakteristično za znanja iz prirodnih nauka je da se, po mišljenju mnogih istraživača, mogu predstaviti u obliku generalizovanih ideja koje se, potom, svode na veliki broj informacija. Na primjer, razumijevanje odnosa između kretanja molekula i prenosa energije omogućava objašnjenje fizičkih pojava, ali se ta znanja takođe mogu primijeniti i na hemijske, kao i na biološke promjene na nivou ćelija. Stoga se u literaturi, koja se bavi proučavanjem prirodnih nauka, ukazuje na potrebu identifikovanja opštih ideja, kao i na njihovo terminološko usaglašavanje.

Uticaj okruženja i socijalnih interakcija je takođe neophodan za razvoj djeteta i bez njih se viši mentalni procesi ne bi razvili (Vigotski 1977; Pešikan, 2003). Za razvoj formalnog mišljenja škola je ključno okruženje, a interakcija sa nastavnikom/com nužni preduslov. U ovim uslovima sučeljavaju se pojmovi djeteta koji su nastali na osnovu njegovog životnog iskustva i sistem kompleksnih naučnih pojmova određene discipline. Kada se govori o „kognitivnom razvoju djeteta kroz školsko učenje“ misli se na sudar ličnog individualnog znanja sa organizovanim sistemom civilizacijskih znanja koji omogućava podsticanje mentalnog razvoja učenika/ca, i to ne opšteg mentalnog razvoja već specifičnog, koji se može razviti samo u susretu učenika/ce sa određenom formalnom, naučnom disciplinom (Vigotski, 1977).

1. Strukturiranje sadržaja i upotreba metoda i oblika rada

Da li će učenici/e neke sadržaje razumjeti prevashodno zavisi od načina na koji se oni obrađuju u školi. Nažalost, postoji mnogo pokazatelja da nastava prirodnih nauka u našim školama nije bila adekvatna.

¹ Redovni profesor Hemijskog fakulteta Univerziteta u Beogradu

Veliki broj istraživanja pokazao je veoma nizak nivo sticanja elementarnog znanja iz prirodnih nauka u školi. Rezultati istraživanja obrazovnih postignuća učenika/ca osmog razreda iz pet osnovnih škola u Crnoj Gori (istraživanje je realizovao profesor Nenad Havelka sa svojim stručnim timom 2002) prikazani su u Tabeli 1.

Tabela 1

	NE ZADOVOLJAVA	DOVOLJAN	DOBAR	VRLO DOBAR	ODLIČAN
MATERNJI JEZIK I KNJIŽEVNOST	56,2%	32,6%	11,1%	/	/
MATEMATIKA	53,0%	27,6%	15,6%	3,6%	0,3%
PRIRODNE NAUKE	66,1%	28,0%	5,4%	0,5%	/

U istraživanju u kojem su testirani osnovni pojmovi koje su učenici/e stekli/e u osnovnoj školi ili takoreći elementarna "pismenost" iz pojedinih predmeta (jezik, matematika, prirodne nauke, istorija i geografija) pokazalo se da su učenici/e, u najboljem slučaju, ovladali/e svega polovinom obaveznih pojmova - iz prirodnih nauka to je oko 25%, iz istorije oko 30% (N. Havelka i sar.: *Efekti osnovnoškolskog obrazovanja*, Beograd, 1992)².

Istraživači i praktičari se slažu da su sadržaji prirodnih nauka teški za učenje, prije svega zbog složenosti ovih nauka, što se odražava i na nastavu. Navode se brojni razlozi:

- predmeti prirodnih nauka obuhvataju apstraktne pojmove, od kojih su neki potpuno nepoznati učenicima/ama,
- naučni problemi sadrže veoma veliki broj varijabli,
- termini su teški, naročito za početnike, zato što riječi imaju različita značenja u svakodnevnoj upotrebi i u naukama,
- razlika u strukturi discipline i kognitivnoj strukturi učenika/ca (Gabel & Bunce, 1994; Krajcik, 1991; Stavy, 1995).

Veliki značaj prilikom podučavanja, odnosno izvođenja nastave prirodnih nauka ima **strukturiranje sadržaja i upotreba metoda i oblika rada**. Analize pokazuju da se sadržaji prirodnih nauka obično izlažu kao skup nepovezanih i apstraktnih činjenica koje treba zapamtiti. Tako izloženi i podučavani ne dovode do formiranja sistema naučnih pojmova, niti se izgrađuju strukturne organizacije znanja koje bi omogućile njihovo produbljivanje i proširivanje. Mnogi pojmovi koji se uče u prirodnim naukama su apstraktni i jedino se mogu objasniti korišćenjem analogija ili modela (Gabel, 1999). Početni pojmovi koji se obrađuju u osnovnoj školi, kao što su element i jedinjenje, fizičke i hemijske promjene, najčešće se obrađuju tako što se razlika između elementa i jedinjenja pokazuje na nekom jedinjenju na makroskopskom nivou (ono što se može opaziti) i odnosi

² http://www.psc.ac.yu/almanah18/dodatak1/07_pesikan.html

se na to da se elementi ne mogu hemijski razložiti, dok jedinjenja mogu. Međutim, aktivnost koja se koristi da bi se napravila ova razlika najčešće ne dovodi do njenog ispravnog razumijevanja. Ako se supstance iz svakodnevne upotrebe, kao što su so, voda, šećer i sumpor, zagriju na plamenu da bi se pokazala razlika – najčešći odgovor učenika/ca je „ništa se neće dogoditi sa solju“, voda uvri (učenici/e kažu nestaje), šećer se topi, a potom ugljeniše (učenici/e kažu izgori), a sumpor se rastopi i onda gori. Razlika između elemenata i jedinjenja ne može se lako napraviti na osnovu ove eksperimentalne metode bez davanja objašnjenja molekularnih modela koji predstavljaju jedinjenja i elemente.

Slično je i kod razlike između fizičkih i hemijskih promjena. Kada su učenici/e osnovne škole (Gabel, 1999) upitani/e da naprave razliku između ovih promjena, mnogi/e učenici/e su koristili pojam »reverzibilnost« u svome odgovoru. Mnogi su rekli da su i fizičke i hemijske promjene reverzibilne, a ni u jednom odgovoru nije navedeno da su hemijske promjene rezultat *formiranja novih supstanci sa različitim karakterističnim svojstvima*.

Zbog složenosti i apstraktnosti pojmova prirodnih nauka i česte upotrebe matematičkih simbola, formula i jednačina zagovara se njihovo predstavljanje i podučavanje na tri nivoa: makroskopskom, mikroskopskom i simboličkom nivou (Ben-Zvi, Eylone & Cilberstein, 1988; Gabel, 1999; Johnstone, 1997). Prepreka za razumijevanje prirodnih nauka, prema ovim autorima, proističe iz predstavljanja nastavnog sadržaja na apstraktnom, simboličkom nivou. Iako nije neophodno, kaže Džonston, uvijek povezivati ova tri nivoa podučavanja, neophodno je da ga nastavnici/e znaju i razumiju. Važno istraživačko pitanje, kada se koristi trojno predstavljanje pojmova u nastavi, tiče se korišćenja *analogija i modela učenja*. Da bi razumjeli sadržaje na mikro nivou, učenici/e moraju da povezuju posebnosti sa modelima analogije. Model mora, takođe, biti povezan sa simbolima. Međutim, neriješeno je pitanje uzrasta na kojem učenici/e mogu da razumiju molekularne modele, kao i oblik nastave koji će se primijeniti. Učenici/e obično imaju teškoće prilikom povezivanja analogije i modela sa prirodnim fenomenima (hemijskim, fizičkim i biološkim). Tako, na primjer, u jednom istraživanju (prema: Gabel, 1999) korišćeno je voće određene mase i zapremine kao analogija za hemijske vrste koje reaguju u određenim odnosima. Rezultati su pokazali da veliki broj učenika/ca ne uspijeva da napravi analogiju između voća i hemijskih vrsti, iako je probleme trebalo rješavati na identičan način.

Različiti načini predstavljanja (crteži, sheme, modeli atoma i molekula), koji treba da »pomognu« predstavljanju apstraktnih pojmova vezanih za čestičnu strukturu supstanci, usmjeravaju učenikov/učenicin um da misli o pojedinačnim česticama, da bi se, zatim postavio novi zahtjev da misli o milionima i milionima čestica. Što se tiče simboličkog nivoa, iako simboli predstavljaju veoma dobar i efikasan način komuniciranja, učenici/e ga u početku teško savladaju, prvo, zato što im nijesu bliski pojmovi »struktura atoma« i »hemijska veza«, a samim tim im nijesu potpuno jasne ni razlike između atoma i molekula, i drugo, zato što simboli i formule imaju kvalitativna i kvantitativna značenja. Tako, na primjer, Fe označava elementat gvožđe i jedan atom tog elementa. Hemijskom formulom označava se, pak, molekul određenog elementa preko broja istovrsnih atoma koji čine taj molekul (na primjer, H₂), kao i jedan molekul tog elementa. Hemijskom formulom označava se i molekul jedinjenja (ili formulska jedinka jonskog jedinjenja) prikazivanjem vrste i broja atoma koji čine molekul jedinjenja (na primjer, H₂O), kao i jedan molekul jedinjenja (odnosno jedna formulska jedinka). Zato u nastavi treba obratiti pažnju na nivo objašnjavanja prilikom upotrebe simbola. Moguć je raskorak između kognitivne strukture učenika/ca i riječi (termina) koje koristi nastavnik/ca. Nevođenje računa o nivou predstavljanja, kao i neplansko pomjeranje nastavnika/ce od

jednog do drugog nivoa, dovodi do fragmentarnog shvatanja hemije ili neke druge prirodne nauke.

1. 1. Konstruktivistički model saznavanja

Po **konstruktivističkom** modelu saznavanja³, znanje se konstruiše u umu saznavaoaca tako što se izgrađuju smislaona i koherentna razumijevanja pojava i fenomena. Ta razumijevanja ili kognitivne strukture se postepeno grade - termini kao što su »atom« ili »neutralizacija« su zapravo oznake koje stoje za već izgrađene kognitivne strukture uskladištene u mozgu, koje su sastavljene, ili treba da su sastavljene, od međusobno povezanih pojmova. Smatra se da su pojmovi niz pretpostavki koje pojedinac koristi da bi shvatio značenje pojedine teme ili oblasti, kao što je, na primjer, jezgro atoma. Ovi se pojmovi tada povezuju sa drugim pojmovima koje učenici/e posjeduju i tako se formiraju integrirane kognitivne strukture hemijskog, fizičkog ili biološkog znanja, odnosno znanja o prirodnim pojavama. Informacije, koje učenici/e koriste da bi konstruisali/e svoje pojmove, potiču uglavnom iz dva izvora: (a) znanja iz udžbenika i sa časova, (b) neformalno znanje (prethodno) iz svakodnevnog iskustva. Pošto učenici/e izgrađuju svoje sopstvene pojmove, njihove konstrukcije pojmova iz prirodnih nauka ponekad se razlikuju od nastavnikovih/nastavnicinih i pravih naučnih. U literaturi se nailazi na različito označavanje ovako konstruisanih pojmova: *pogrešni pojmovi*, *predpojmovi*, *alternativni pojmovni okviri*, *dječija nauka*, *deskriptivna nauka* i *sistemi objašnjavanja učenika/ca* (Nakhleh, 1992). Objašnjenje za ovu pojavu nam upravo pruža konstruktivistički model u tumačenju razloga zbog kojih učenici/e, prije svega, posjeduju pogrešna razumijevanja pojmova prirodnih nauka, a potom, i zašto se ti pogrešni pojmovi tako uporno opiru djelovanju nastave.

Veoma je važno napraviti razliku između »*predpojmovi*« i »*pogrešnih pojmova*«. *Predpojmovi* su pojmovi ili ideje koje učenik/ca već posjeduje kada započinje da uči neki od predmeta prirodnih nauka i direktno ometaju njegovo/njeno učenje u narednom periodu. Često se dešava da su svakodnevni pojmovi nadmoćniji od naučnih stanovišta. Tako je Flešner (Fleshner, 1971), ispitujući učenje pojmova iz fizike (uzrasti 11 i 13 godina), našao da prednaučni pojam težine u tolikoj mjeri interferira sa dječjim učenjem u školi da praktično nije bilo nikakvog napretka u sticanju ovog naučnog pojma. Pokušavajući da praktično riješi problem, koristio je tehniku »protivstavljanja«, koja je izazvala dosta pažnje u sovjetskoj pedagogiji, kao valjana tehnika za metode, koje se bave formiranjem naučnih pojmova. Ova tehnika se sastoji u povezivanju dva stanovišta pri čemu se ukazuje na konflikt i sličnosti među njima.

*Pogrešni pojmovi*⁴ su oni koji se razlikuju od uobičajeno prihvaćenog naučnog razumijevanja nekog termina i koji dovode do pogrešnih odgovora na pitanja ili do neprihvatljivih rješenja problema iz jedne naučne oblasti. Jednom ugrađena u učenikovu/učenicinu kognitivnu strukturu, ova pogrešna razumijevanja ometaju kasnije učenje. Učeniku/ci onda ostaje da poveže nove informacije u kognitivnoj strukturi sa već uskladištenim netačnim znanjima. Stoga se nova informacija ne može povezati na odgovarajući način sa kognitivnom strukturom, što dovodi do slabog ili pogrešnog razumijevanja pojma koji se uči.

³ Ivić I., Pešikan A., Antić S.: *Aktivno učenje 2*, Institut za psihologiju, Beograd, 2001.

⁴ Milovanović S., Šaranović N., Šišević D.: *Uloga pojmova u nastavi prirodnih nauka*, UDK 371.315.4:5 BIBLID 0579-6431; 35 (2003) c. 111 - 130

Koji su najčešći pogrešni pojmovi koje učenici/e posjeduju? Na primjer znanja o kretanju objekata. Učenici/e razumiju da se objekti kreću zato što posjeduju izvjesnu količinu pokretačke sile koju koriste prilikom kretanja (pogrešno povezivanje sa modelom pogonske sile kako ju je tumačio Aristotel). Zatim, većina učenika/ca vjeruje da su mjhurići u ključaloj vodi sastavljeni od »toplote«, »vazduha« ili »kiseonika i vodonika«. Ili, »kada gas gori ne ostaje ništa«, ili, »kada se šećer rastvori u toploj vodi, ništa ne ostaje izuzev ukusa«, »ekseri gube masu kada rđaju«. Evo još jednog primjera. Laboratorijska vježba od koje se očekuje da učenici/e kroz svoju aktivnost razumiju pojam »elektroliza vode«. Zadatak je da posmatraju i mjere dobijene zapremine gasova. Kada se od njih traži da predstave razlaganje molekula vode koristeći se modelima atoma i molekula, kao i da napišu i srede jednačinu – jedini tačan odgovor odnosi se na pisanje formula proizvoda elektrolize. Međutim, većina učenika/ca ne umije da protumači svoje nalaze, zato što ne poznaje odnos zapremine vodonika i kiseonika kao 2:1, jer pogrešno logički zaključuje da molekuli koji imaju veću masu (kiseonik) treba da zauzmu više prostora od onih koji imaju manju masu (vodonik). Do ovakve greške u znanju dolazi zato što Avogadrova hipoteza nije sama po sebi očigledna. Zagovornici trojnog nivoa sticanja pojmova iz prirodnih nauka (Bodner, 1986; Gabel, 1999) tvrde da se pogrešni pojmovi formiraju zato što nastavnici/e traže od učenika/ca u laboratoriji da vrše posmatranja na makroskopskom nivou, a od njih očekuju da tumače dobijene rezultate na mikroskopskom nivou. Konkretno preporuke za nastavu, prema ovim autorima, sugerišu kako se ovi pogrešni pojmovi mogu izbjeći. Naime, nastavnici/e moraju da pomognu učenicima/ama da integrišu sva tri nivoa predstavljanja materije u aktivnostima vezanim za elektrolizu vode. Kako? Može se tražiti od učenika/ca da nacrtaju pojedinačne slike uzoraka vodonika i kiseonika u dvije epruvete i da ih onda porede po zapremini gasa. Zatim, zahtjev može biti da se izračuna zapremina vode koja bi se razložila na zapreminu gasova, a onda da se izvrši poređenje između izračunate zapremine vode i razlike u zapremini vode prije i poslije eksperimenta.

Naivne teorije se po svome sadržaju odnose na implicitno razumijevanje svijeta oko sebe. Teorije se sastoje dijelom od tačnih, dijelom od nepotpunih, a dijelom od netačnih podataka ili principa koji su iskombinovani na jedinstven način kod svakog/svake učenika/ce i nemaju sličnosti sa sistemom pojmova, objašnjenja i teorija koje važe u bilo kojoj naučnoj disciplini. Sa naivnim teorijama sva djeca ulaze u školu, ali problem nastaje ako sa njima i izađu. Važna karakteristika naivnih teorija jeste da su vrlo otporne na školsko podučavanje u kojem dominira predavačka nastava. Jedini način prevladavanja naivnih teorija jeste suočavanje sa njima u nastavnom procesu, a to znači da se potpuno objasne i učine očiglednima, pa da se onda učenici/e stave u takve situacije u kojima će rekonstruisati svoja znanja, odnosno usvojiti pravilne opšte principe i zakonitosti.

Drugo važno pitanje – zašto su pogrešna razumijevanja tako otporna pa se opiru djelovanju podučavanja i u starijim razredima? Objašnjenje dolazi opet iz konstruktivističkog modela saznavanja. S obzirom na to da pojedinci konstruišu svoja znanja saglasno svojim iskustvima - jednom konstruisana takva znanja, kao čvrste cjeline, teško se mijenjaju. Odnosno, pogrešne pojmove je teško mijenjati samo zato što se kaže da su pogrešni. Iz ovoga proizilazi i da se otpornost pogrešnih pojmova može objasniti argumentom da izvođenje eksperimenta samo po sebi ne dokazuje učenicima/ama da je neka teorija pogrešna ili da je formirani pojam pogrešan. Jedini način da se to postigne jeste da se u umu djeteta stara (pogrešna) teorija zamijeni novom, odnosno da se učenici/e oslobode pogrešnih pojmova tako što će konstruisati nove.

Još jedna prepreka razumijevanju prirodnih nauka tiče se korišćenja nepoznatih sadržaja. Kada učenici/e ne prepoznaju hemijske ili fizičke nazive koje koriste, ne mogu ni učiti na makro nivou. Nizovi slova koji sačinjavaju nazive nepoznatih hemijskih ili

fizičkih sadržaja predstavljaju simbole koji se ne mogu rastumačiti, što čini učenje ovih predmeta još apstraktnijim. Djeca žive u makroskopskom svijetu materije, okružena stvarima koje imaju masu i zauzimaju prostor. Međutim, nažalost ona ne opažaju naučne sadržaje blisko povezane sa svojim okruženjem, dok su im termini iz ovih predmeta rijetko poznati iz iskustva (na primjer, fizička ili hemijska svojstva supstance). Opšte je poznato da su učenici/e mnogo više motivisani/e da uče o sadržajima vezanim za njihov svakodnevni život i probleme na koje nailaze u svakodnevnom iskustvu.

Nastava mora da vodi računa o kontinuitetu razumijevanja pojmova, o strukturama saznavanja u kojima je najvažnije da učenici/e razumiju vezu između pojma koji uče i ranije usvojenog kako bi izgradili sistem pojmova. Međutim, početnici obično posjeduju vrlo jednostavne konstrukcije, pomalo labave, koje sadrže i pojmove koji mogu biti pogrešni sa naučnog stanovišta. Dobri znalci pojedinih oblasti izgradili su složene i dobro povezane konstrukcije pojmova. Kada je jedan dio te konstrukcije »zakočen« spoljašnjim zahtjevom, stručnjak će moći da izvuče iz te strukture neki od srodnih pojmova ili informacija. Početnik, s druge strane, iznosi u takvim situacijama samo nepovezane informacije koje ne doprinose osmišljavanju prirodnih pojava. Učenje naučne discipline sastoji se od stvaranja isprepletanih mreža pojmova u dugoročnom pamćenju, koje su usaglašene sa prihvaćenim naučnim mišljenjem. Nesumljivo da nastavnici/e moraju da pomognu učenicima/ama da izgrade mrežu pojmova, da im pomognu da misle u terminima atoma i molekula (kao naučnici), da bi im potom objasnili načine na koje se supstanca ponaša. To znači da se prirodne pojave prvo proučavaju na makro nivou, a tek onda se koriste pojedinačni primjeri prirode supstance (mikroskopski nivo). Na taj način se postiže da se novi pojmovi učvršćuju u već postojeće sisteme pojmova, a pogrešni se eliminišu.

Što se tiče raspoređivanja sadržaja, tu se tek pojavljuje problem. Konstruktivistički model nam objašnjava zašto logički način rasporeda sadržaja, karakterističan za stručnjaka, nije uvijek najbolji raspored izlaganja za početnike. Klasično raspoređivanje tema u uvodnim predavanjima predmeta prirodnih nauka savršeno je logično za nekog ko je već konstruisao ta znanja. Ono se gradi ka ishodištima gdje su učenici/e već savladali/e znanja i sposobnosti neophodne za razumijevanje prirodnih nauka. Istraživanja, pak, pokazuju neuspješnost u učenju kod mnogih učenika/ca. Zašto dolazi do neuspjeha? Možda zato što zaboravljamo jedno od najvažnijih principa nastave: učenici/e nikada ne znaju šta će nastavnici/e predavati kroz nekoliko nedelja (ili mjeseci). Njima je već dovoljno teško da zapamte ono što sada uče. Naime, učenici/e moraju da znaju za problem prije nego što su spremni/e da prihvate objašnjenje.

Još jednom možemo naglasiti da teškoće u izučavanju prirodnih nauka nastaju stoga što su znanja iz predmeta prirodnih nauka nepovezana, prije svega, i zato što se u kognitivnoj strukturi učenika/ca ne uspostavljaju odnosi među naučnim pojmovima, čemu doprinosi i neobjedinjavanje različitih nivoa predstavljanja tih pojmova (makroskopski, mikroskopski i simbolički nivo). Drugo, sadržaji koje ne razumijemo teški su nam, ne možemo da ih usvojimo, imamo odbojnost prema njima. Ovi sadržaji traže takođe i posebno osmišljen i razrađen način za prezentovanje učenicima/ama.

Odavno postavljena pitanja, a još uvijek neusaglašena i rješenja koja još nijesu zaživjela u obrazovnom sistemu tiču se proučavanja znanja i vještina koje treba podučavati i najboljih metoda kojima se ta znanja prenose i usvajaju.

Kada analiziramo ciljeve nastave svake od disciplina iz grupe predmeta prirodnih nauka, očigledno je da se oni ne mogu ostvariti samo kroz predavanja, čak ni u njihovom

najboljem vidu⁵. Ako je u postavljenim ciljevima predviđeno da se kod učenika/ca razviju neka umijeća specifična za pojedini predmet (razvijanje sposobnosti za izvođenje eksperimenata), neki specifični vidovi ponašanja (zaštita i unapređivanje životne sredine) ili određeni stavovi (razvoj eksperimentalnog ili istraživačkog duha kod učenika/ca) onda nam je neophodno neko sredstvo za postizanje tako postavljenih ciljeva.

Istraživanja pokazuju da se ostvaruju statistički značajno bolja postignuća učenika/ca kada se nastava prirodnih nauka izvodi po principima aktivnog učenja i da su takva znanja trajnija i upotrebljivija od onih stečenih na uobičajen, tradicionalan način (Miljanović, 2000; Miljanović, 2001; Šišović, 2000; Milivojević, 2005; Tusić, 2005). Jedan od važnih efekata primjene aktivnog učenja jeste i veće interesovanje učenika/ca za učenje ovih sadržaja.

Ključni pojam aktivnog učenja jesu aktivnosti učenika/ca u nastavnom procesu što podrazumijeva sve što učenici/e rade tokom tog procesa (pišu, slušaju, čitaju, rješavaju računске zadatke, rade u grupama, izvode eksperimente, rade na materijalu, traže potrebne informacije u literaturi...). Za efikasno učenje u školi veoma je važno da izdvojimo relevantne misaone aktivnosti. Njihova relevantnost se ogleda u tome što su specifične za prirodu predmeta o kome je riječ, za cilj samog časa i za cilj datog predmeta u cjelini obrazovanja. Njihova specifičnost jeste u sadržaju (odnose se na sadržaje hemije, biologije i fizike), ali i po tome što odslikavaju način razmišljanja, procedure i metakognitivne strategije koje su karakteristične za te discipline. Najkraće rečeno, relevantne misaone aktivnosti odslikavaju specifičan način mišljenja i duh, prirodu određene discipline. Relevantna misaona aktivnost učenika/ca najmanja je smisljena jedinica učenja. Drugim riječima, učenje se sastoji iz relevantnih mentalnih aktivnosti, one predstavljaju srž učenja. Zbog toga je veoma važno da nastavnik/ca umije da ih inicira, a zatim i prepozna i podrži kada se pojave.

1. 2. Specifičnosti karakteristične za učenje prirodnih nauka⁶

1. 2. 1. Učenje stručne terminologije

Stručna terminologija je nastala sa istorijskim razvojem svake nauke i ona najčešće predstavlja osnovnu azbuku jedne nauke, neophodnu za sporazumijevanje unutar nje. Poznavanje osnovnih simbola, oznaka mjera, osnovnih formula, osnovnih termina za pojmove, pojave i procese čini dio bazične pismenosti u određenoj nauci. I mada je učenje stručne terminologije po pravilu učenje napamet (odnosno, manje složeno, manje zahtjevno misaono aktiviranje), ono je *preduslov* za sva dalja napredovanja u razumijevanju neke naučne discipline.

1. 2. 2. Razumijevanje naučnih pojmova i njihove povezanosti⁷

Svaka nauka ima fundus, opseg osnovnih pojmova bez kojih je nemoguće razumijevanje složenijih zakonitosti, principa i teorija u okviru te nauke. Pravilno razumijevanje jednog naučnog pojma, znači razumijevanje mreže pojmova kojoj taj pojam pripada. To znači

⁵ Ivić I., Pešikan A., Antić S.: *Aktivno učenje 2*, Priručnik za primjenu metoda aktivnog učenja nastave; Institut za psihologiju, Beograd 2003.

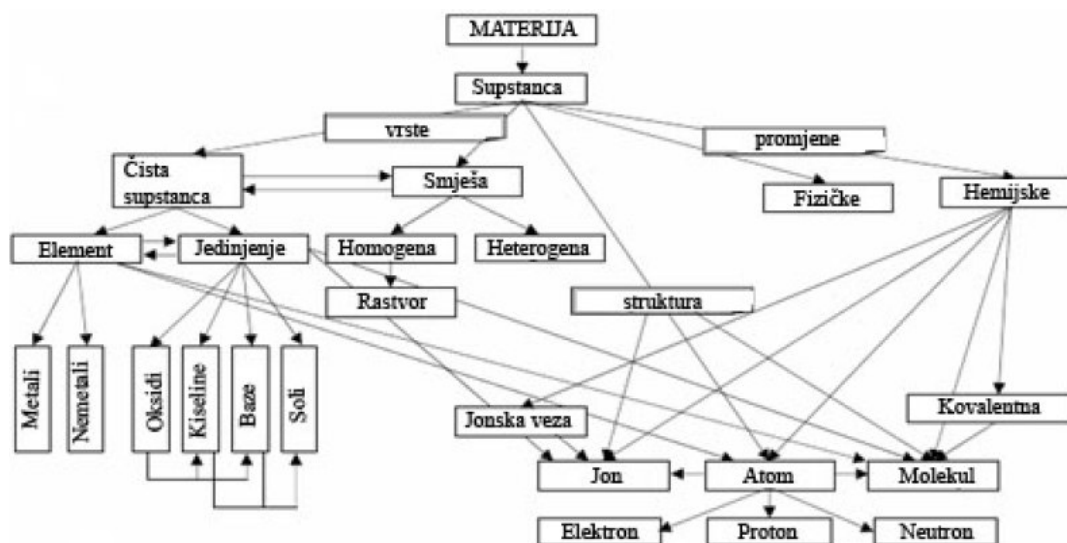
⁶ Antić S., Jankov R., Pešikan A.: *Kako približiti djeci prirodne nauke kroz aktivno učenje*, Institut za psihologiju, Beograd, 2005.

⁷ Milovanović S., Šaranović N., Šošević D.: *Uloga pojmova u nastavi prirodnih nauka*, UDK 371.315.4:5 BIBLID 0579-6431; 35 (2003) c. 111 - 130

razumijevanje sličnosti i razlika među pojmovima, odnosa datog pojma sa srodnim i nesrodnim pojmovima, a to dalje znači razvoj veza među pojmovima. Na taj način, usvajanjem sistema pojmova, ostvaruje se trajno znanje koje je primjenljivo u novim situacijama.

Budući da se znanja iz prirodnih nauka (kao i iz svih nauka) mogu predstaviti kao velika matrica međusobno povezanih principa i generalizacija, neophodno je identifikovati glavne pojmove ili ideje koje bi usmjeravali ka pojmovima nižeg reda. Osim toga, treba odrediti optimalni broj pojmova koji može poslužiti za ono što Osibel naziva »uvod u predmet«. Ovi pojmovi sada postaju komparativni organizatori koje učenik/ca može da koristi u višim razredima i koji mogu da mu/joj pomognu da organizuje i nauči važne informacije. Izučavanje nauke na taj način usmjerava učenike/ce da neprekidno istražuju, da »uklapaju« nove pojmove u već postojeće sheme i da neprekidno razvijaju, rečeno Osibelovom terminologijom, »uporišne pojmove«. Važno je da se ovi »uporišni pojmovi«, kao predstavnici naučnih znanja, kod učenika/ca dobro formiraju prije završetka osnovne škole. Uvođenje svakog novog pojma u nastavu mora se izvoditi tako što se on *povezuje sa drugim, srodnim, nadređenim ili podređenim*. Kako se to realizuje? Prije svega, klasifikacijom primjera, podsticanjem učenika/ca da tragaju za sličnim i različitim svojstvima primjera pojmova, pri čemu se usmjeravaju na suštinska svojstva (a ne samo na opažajna), da bi se razvile misaone operacije (analiza, sinteza, generalizacija) neophodne za formiranje pojmova. Naravno da je važan uslov i obezbjeđivanje pozitivnog transfera među srodnim predmetima, važan za razvijanje sposobnosti učenika/ca da razumiju i tumače neku prirodnu pojavu sa različitim stanovišta, kao i za primjenu znanja, naročito na primjerima iz svakodnevnog života. U suprotnom, isti pojam podučavan u okviru različitih predmeta imaće za učenike/ce razdvojena značenja (na primjer, atom u fizici i atom u hemiji), a ta značenja vezivaće se samo za teorijska znanja.

Pojmovi kao najvažniji činioци mišljenja, ili kao osnova mišljenja, moraju se podučavati tako da čine logičku strukturu u umu učenika/ca, da budu hijerarhijski umreženi u sistem pojmova, što, naravno, pretpostavlja njihovo organizovanje. Na Slici 1 dat je primjer kako se hemijski pojmovi mogu međusobno povezivati, odnosno kako se mogu umrežiti u sistem.



Slika 1.2.2. Sistem hemijskih pojmova na osnovnoškolskom uzrastu

1. 2. 3. Razumijevanje onog što čini predmet svake nauke

U nastavi predmeta prirodnih nauka, to znači razumijevanje specifičnosti procesa u prirodi, i to onih aspekata prirode koji ispituje određena nauka: čovjek i živi svijet (biologija), neživi svijet i njihovi odnosi (fizika) ili živi i neživi svijet na svom molekularnom, hemijskom nivou (hemija). Razumijevanje specifičnih pojava i procesa u prirodi obuhvata i razumijevanje karakteristika procesa - da li su reverzibilni ili ireverzibilni, po kojim zakonitostima se odvijaju, pod kojim uslovima se dešavaju i slično.

1. 2. 4. Relevantne misaone aktivnosti učenika/ca

Aktivnosti koje imaju za cilj postizanje razumijevanja prirodnih zakonitosti, principa, tumačenja i teorija jedne nauke složene su, pa samim tim i veoma zahtjevne misaone operacije. Istovremeno, ovo učenje predstavlja okosnicu za razumijevanje određene naučne discipline. Zakonitosti, pravila, principi jesu komponenta organizovanja za pojedinačne, posebne, raznovrsne podatke, informacije, fenomene. Istraživanja su pokazala da se stručnjaci i početnici u nekoj nauci razlikuju upravo po tome što stručnjaci sva svoja znanja organizuju oko opštijih principa, zakonitosti (dakle, ne pamte pojedinačne podatke). Na primjer, kada stručnjaci iz fizike opisuju kako rješavaju neke zadatke, oni obično navedu odgovarajući fizički zakon ili vodeći princip i daju objašnjenje u kakvoj je to vezi sa problemom. Početnici u struci (studenti/kinje fizike) umjesto toga navode koju bi formulu upotrijebili/e i kako bi to mogli/e izračunati (Bransford, 1999). Stručnjaci, dakle, imaju efikasnu organizaciju znanja zasnovanu na određenim opštijim principima i zakonitostima, što im omogućava i bržu primjenu tog znanja, kao i laku upotrebu mnogo većeg broja fenomena i informacija jer ih ne pamte pojedinačno nego *organizovane oko opštijeg principa*. Ukoliko učenje zakonitosti i principa nije efikasno i kvalitetno, postoji opasnost da se umjesto znanja razviju tzv. „naivne teorije“.

1. 2. 5. Učenje znanja i umijeća vezanih za metodologiju u prirodnim naukama

To znači usvajanje opštih metodoloških principa, kao na primjer, koja vrsta istraživanja je adekvatna za pojedinu nauku (sistematsko posmatranje, eksperiment u laboratoriji), ali i usvajanje pojedinačnih, jednostavnih i složenih procedura koje su dio te metodologije. Ovo učenje obuhvata cijeli dijapazon znanja i umijeća: od mehaničkog praktičnog učenja rukovanja pojedinim aparaturama do razumijevanja prirode određene procedure, njenih ograničenja i prednosti, uslova pod kojima je određenu proceduru moguće primijeniti, ciljeva koji se njenom primjenom mogu realizovati, itd.

1. 2. 6. Sticanje znanja istraživanjem

Danas se u svijetu zahtijeva da učenje sadržaja prirodnih nauka bude zasnovano na istraživačkom pristupu i da se pri tome uloga nastavnika/ce u procesu nastave i učenja pomjeri iz uloge predavača u ulogu onoga koji vodi i usmjerava učenike/ce u procesu saznavanja.

Važan dio u učenju prirodnih nauka **jeste sticanje znanja i umijeća za primjenu jednostavnih istraživanja u školskim uslovima**. Izvođenje naučnog istraživanja veoma je složeno umijeće koje obuhvata čitav niz faza i jednostavnijih znanja i umijeća. Da bi mogli da izvedu jednostavno istraživanje, učenici/e bi trebalo da:

- lako koriste naučni jezik (termine, mjere);
- uoče i/ili formulišu pitanje ili problem;
- postavljaju hipotezu ili predviđanje;

- planiraju istraživanje;
- prepoznaju ili osmisle adekvatnu proceduru za istraživanje;
- prepoznaju ili osmisle odgovarajuće instrumente (aparate) i materijale (uzorke, supstance) koji su im potrebni za konkretno istraživanje. Ovo uključuje i evaluaciju predviđenih procedura i instrumenata;
- izvedu istraživanje;
- da ga vremenski i prostorno isplaniraju, da u izvođenju prate neophodnu logiku koraka, da umiju da rukuju odgovarajućim instrumentima i aparaturom, da umiju da riješe problem i donesu odluke;
- pravilno sakupe podatke;
- izvrše njihovu selekciju i organizuju ih;
- dobijene podatke sumiraju i analiziraju, interpretiraju, generalizuju, zaključče i daju naučno objašnjenje. Zatim da podrže svoje objašnjenje dokazima. U okviru ovih aktivnosti učenici/e angažuju čitav niz složenijih misaonih procesa, kao što su poređenje, klasifikacija, generalizacija, analiza greške, argumentovanje i slično. U okviru ove faze važna je fleksibilnost u mišljenju, odnosno spremnost da se modifikuju početne hipoteze u skladu sa naknadno saznatim informacijama;
- da prezentuju dobijene rezultate i naučne informacije uopšte, da u toj prezentaciji umiju da izdvoje važno od manje važnog i da umiju da izlaganje prilagode ciljnoj grupi kojoj je ta informacija namijenjena.

1. 3. Osposobljavanje za primjenu naučnih informacija u različitim situacijama

Veliki problem školovanja, bez obzira na nivo obrazovanja jeste slab transfer naučenog na kasnija učenja i život van škole. Učenje u učionici, po mišljenju mnogih, teško može obezbijediti transfer na dalja učenja zato što ono što se dešava na času matematike, hemije, istorije, ima malo veze sa onim kako rade matematičari, hemičari ili istoričari. S druge strane, to nema nikakve veze ni sa onim kako u svakodnevnom životu izgleda upotreba ovih znanja (npr. matematika u samoposluzi, spremanje zimnice, razumijevanje političkih događaja). Problem je vjerovatno u tome što je učenje u školi dio jedne zatvorene školske kulture (izdvojene od života van školskog dvorišta) koja obezbeđuje najbolji transfer u okviru sebe same (upotrebu znanja i umijeća na ispitima, testovima znanja, u višim oblicima školovanja). Zbog toga je veoma važno osposobljavanje učenika/ca za primjenu znanja u različitim okolnostima. Drugim riječima, važan zadatak nastave svih predmeta, pa time i nastave prirodnih nauka trebalo bi da bude stavljanje učenika/ca u nastavne situacije u kojima će biti pokrenute relevantne misaone aktivnosti kako bi se naučeno primijenilo sa ciljem razumijevanja nove školske ili životne situacije, analize te nove situacije, donošenje odluka, rješavanje problema, osmišljavanje procedure za rješavanje i slično.

1. 3. 1. Kako se izvodi nastava prirodnih predmeta⁸

Nastavnici/e često smatraju da je sadržaj prirodnih nauka sam po sebi aktivirajući (eksperimentalne, istraživačke naučne discipline) i da nije potrebno koristiti neke posebne metode za aktiviranje učenika/ca.

⁸ Antić S., Jankov R., Pešikan A.: *Kako približiti djeci prirodne nauke kroz aktivno učenje*, Institut za psihologiju, Beograd, 2005.

Ma kakva bila priroda određenog sadržaja neke discipline ona ne garantuje efikasno i kvalitetno učenje. Taj kvalitet zavisi od *načina* na koji se dati sadržaj posreduje učenicima/ama, odnosno koliko im način rada omogućuje misaono aktiviranje i aktivan odnos prema sadržaju učenja. Ovo se odnosi čak i na izvođenje oglada, jer način na kojise oni u našoj praksi najčešće izvode daleko je od toga da osigurava aktivnost učenika/ca. Pošto nema dovoljno pribora i supstanci, ogleda izvodi nastavnik/ca, a učenici/e to samo posmatraju. Dakle, nalaze se u istoj poziciji kao da slušaju predavanje i nemamo nikakvih garancija da prate i razumiju ono što vide. Atraktivan sadržaj može obezbijediti pažnju, zainteresovanost, motivisanost učenika za rad (na primjer, kad nastavnik/ca izvede eksperiment u kome se dešavaju atraktivni zvučni i svjetlosni efekti), ali to nije dovoljno da učenici/e budu misaono aktivirani/e.

Među nastavnicima/ama takođe preovladava mišljenje da je za učenje prirodnih nauka potreban samo dobro opremljen kabinet i dobri uslovi za rad.

Najljepše i najlakše je učiti u komforno i bogato opremljenom prostoru za rad, koji je snabdjeven svim vrstama potrebnog materijala. Međutim, suština bogate i raznovrsne opreme jeste da potpomogne učenje, ali ona ne može da riješi problem koncipiranja časa, problem izbora smislenih i relevantnih aktivnosti učenika/ca. Za ostvarenje nekih od ciljeva nastave prirodnih nauka neophodna je oprema i materijal, na primjer, ovladavanje tehnikom laboratorijskog rada ne može se realizovati bez minimuma laboratorijske opreme i supstanci ili drugog materijala na kome se izvode ogledi. Za druge ciljeve je korisna, prevashodno zato što može povećati očiglednost onoga što se uči. Međutim, tehnička oprema ne rješava suštinski problem - kako uz svu pomoć opreme i materijala (računara, video-bima, kompakt diskova, raznog drugog instruktivnog materijala, itd.), napraviti nastavu koja će omogućiti i olakšati efikasno učenje sadržaja prirodnih nauka. Oprema je samo alatka koja treba znati svrsishodno upotrijebiti.

Kod svakog predmeta koji se izučava u školi postavlja se pitanje zašto ga djeca uče, zašto je on važan u njihovom razvoju, šta im to specifično donosi? U odnosu na ova pitanja su definisani ciljevi predmeta, a na osnovu zadatih ciljeva, nastavnici/e određuju kojim nastavnim metodama će se ti ciljevi najbolje realizovati. Pošto su ciljevi svakog predmeta raznovrsni, nemoguće ih je ostvariti nekritičkom upotrebom samo jedne nastavne metode. Dakle, bez dobro analiziranih ciljeva i razumijevanja veze između različitih nastavnih metoda i ciljeva ne može se efikasno primijeniti nijedan model časa. S druge strane, i kada dva/dvije nastavnika/ce žele da realizuju iste ciljeve na istom sadržaju, nema pravila koje će se direktno primijeniti na času i biti jednako efikasno. Kako će jedan čas realizovati različiti/e nastavnici/e zavisi od njihovih ličnih karakteristika i afiniteta, od uslova u kojima rade, od karakteristika djece sa kojima rade, od karakteristika škole u kojoj se nastava odvija.

Osmišljavanje časa i priprema materijala mogu biti dugotrajni i zahtjevni poslovi. Međutim, dobit je višestruka: sam/sama nastavnik/ca preuzima intelektualno izazovan zadatak - rješava problem kako da misaono pokrene svoje učenike/ce (dakle, izlazi iz uobičajene kolotečine odrađivanja istog sadržaja, na isti način, iz godine u godinu), još važnije od toga, učenici/e postižu trajnija, primjenljivija znanja (ujedno postižu dobru osnovu, predznanja za neka kasnija učenja), budi im se motivacija i interesovanje za predmet.

1. 4. Preduslovi za unapređivanje nastave prirodnih nauka

Savremena nastava bilo koje naučne discipline zahtijeva stalno usavršavanje nastavnika/ca proširivanjem i nadograđivanjem njihovih znanja iz nauke. Ovo je posebno karakteristično za prirodne nauke, gdje se skoro svakodnevno dolazi do novih saznanja i dešavaju ozbiljni pomaci u razumijevanju prirodnog svijeta oko nas. Savremeni profesionalni razvoj nastavnika/ca podrazumijeva njihovo stalno usavršavanje u metodici rada, u planiranju i realizaciji procesa nastave.

Tokom pripremanja za izvođenje nastave, nastavnik/ca treba da ima na umu sljedeće:

- naglasak se pomjera sa držanja nastave na proces učenja, tj. na aktivnosti učenika/ca;
- treba da osmisli aktivnosti učenika/ca kako bi pokrenuo/la interakciju između misli učenika/ca i nastavnih sadržaja;
- situacije učenja u kojima će učenik/ca angažovati sopstvene umne napore da shvati gradivo i aktivno izgradi, konstruiše znanja i umijeća koja su specifična za određeni nastavni predmet.

Prilikom planiranja nastave, nastavnik/ca mora da vodi računa o sljedećem:

- opštim i specifičnim ciljevima predmetnog programa;
- specifičnosti prirode nastavnog sadržaja određenog predmeta i određenih dijelova svakog predmeta;
- specifičnom odabiru nastavnih metoda koje moraju biti usaglašene sa planiranim specifičnim ciljevima sa jedne i prirodom konkretnih sadržaja koji se izučavaju sa druge strane;
- posebnim karakteristikama grupe učenika/ca koji/e uče (motivacija za učenje, sposobnost, afinitet, njihova predznanja i životna iskustva o onome šta se uči, znanja iz drugih predmeta ...);
- konkretne aktivnosti u kojima se odvija proces učenja (u školi, van škole, u prirodi u laboratoriji, raspoloživi resursi, oprema itd).

1. 4. 1. Problemi koji se javljaju prilikom postavljanja i formulisanja ciljeva

Ciljevi su jedna od najtežih stepenica u ovladavanju pisanjem godišnjih planova i priprema za nastavu. U njihovom formulisanju pojavljuje se čitav niz problema.

Postavljanje **previše ciljeva** za jednu nastavnu situaciju. Često se navodi dugačka lista ciljeva, od onih direktnih, zbog kojih je čas planiran, do brojnih sporednih koji se samo dotiču takvim radom. Ponekad ciljevi liče na spisak lijepih želja vezanih za čas. Ma kako dobro bila osmišljena nastavna situacija, ona je realno efikasna za ograničeni broj ciljeva. Zato bi trebalo navesti samo ključne, one koji se direktno odnose na dati čas.

Druga krajnost jeste postavljanje **premalo ciljeva**. Neki/e nastavnici/e veoma strogo procjenjuju određeni čas i vide samo jedan do dva cilja, a u praksi se takvim nacrtom realizuju još neki ciljevi. Trebalo bi voditi računa da ostanu samo oni ciljevi koji realno odslikavaju čas. Važno je navesti konkretno one ciljeve koje želimo baš tom nastavnom situacijom da postignemo. Potrebno je navesti i dugoročne ciljeve koji se, po pravilu ne mogu ostvariti na jednom ili na nekoliko časova, već samo sistematskom primjenom modernog načina rada (npr. razvoj ljubavi prema prirodi, buđenje radoznalosti i istraživačkog duha), zato što nas podsjećaju na cjelovitost obrazovanja učenika/ca u školi,

tj. sprečavaju da se obrazovanje isparceliše i da se tako zaboravi na one važne vaspitno-obrazovne ciljeve koji nijesu predmet konkretnog časa ili određenog predmeta (npr. razvoj sposobnosti prikupljanja informacija, razvoj sposobnosti prezentovanja stečenih znanja, razvoj svijesti o sebi i slično).

Od samog broja navedenih ciljeva, veći je problem njihovo **definisanje**. Kroz formulaciju ciljeva vidi se i da li je nastavniku/ci jasna noseća ideja određenog časa, zašto je potrebno da baš tako izgleda priprema za čas. Loše formulisane ciljeve teško je procjenjivati (ako ne znamo šta je bio cilj, onda ne možemo ni da ocijenimo da li smo ga realizovali).

Često se dešava i da ciljevi nijesu povezani sa planiranim aktivnostima učenika/ca. Nekada ciljevi izgledaju kao dodati određenom scenariju, aktivnosti koje su planirane ne ostvaruju navedene ciljeve već neke druge. Treba obratiti pažnju na preciziranje formulacije samih ciljeva, a zatim analizirati veze svakog pojedinačnog cilja sa predviđenim aktivnostima učenika/ca na času.

Stalno bi trebalo da imamo na umu da li:

- su ciljevi "pokriveni" relevantnim aktivnostima učenika/ca (ako jesu, to znači da s većom vjerovatnoćom možemo očekivati da će oni biti realizovani);
- ima ciljeva koji su ostali nepokriveni aktivnostima učenika/ca ili nema aktivnosti koje bi omogućile realizaciju postavljenog cilja. Ako ima takvih ciljeva, oni se i ili zbacuju ili se uvode odgovarajuće aktivnosti;
- ima ciljeva koji se realizuju predviđenim aktivnostima učenika/ca, a nijesu navedeni u listi ciljeva. U tom slučaju takve ciljeve bi trebalo dopisati.

1. 4. 2. Preciziranje formulacija opisa časa, a posebno aktivnosti učenika/ca

Bitna specifičnost novih predmetnih programa jeste to, što se u središtu obrazovnog sistema nalazi učenik/ca, odnosno, navedeni su ciljevi koje učenici/e treba da postignu i aktivnosti koje vode ka dostizanju datih ciljeva. Pomjeranje fokusa na učenike/ce i ono što oni/one rade, veoma je teško nastavnicima/ama jer su godinama pisali pripreme u kojima su bili zaokupljeni/e sopstvenim aktivnostima i načinima na koje će učenicima/ama prenijeti sadržaje određenog predmeta.

U pripremanju za nastavu treba izbjegavati bezlične forme ("zaključuje se", "onda se izvede zaključak", "sumira se", i slično) ili prvo lice množine ("onda izvedemo ogled") u definisanju aktivnosti, bez odrednice ko to radi i na koji način.

Na primjer, formulacije tipa: "Onda uradimo ogled" trebalo bi preformulisati na sljedeći način:

- Ko radi ogled – nastavnik/ca ili učenici/e?
- Ukoliko ogled izvode učenici/e, koliko njih učestvuje – jedan/na, ili iz svake grupe po jedan/na, ili svi?
- Šta rade ostali učenici/e za to vrijeme?
- Pod kojim uslovima se ogled izvodi?
- Da li je učenicima/ama data procedura ogleda koju bi trebalo da slijede?
- Da li im je samo zadat problem, a učenici/e samostalno moraju da riješe koja im je aparatura potrebna, na koji način bi trebalo da izvedu ogled, sa kojim supstancama?
- Da li nastavnik/ca očekuje da učenici/e svoja zapažanja samo usmeno saopšte, ili im je dato pismeno ili usmeno uputstvo kako da posmatraju, kako da bilježe zapažanja i kako da izvedu zaključke?
- Da li im je zadatak i to da poslije ogleda napišu izvještaj, ili se izvođenjem ogleda njihov zadatak završava?

Dakle, u preformulisanim rečenicama, sva ova pitanja moraju biti razriješena. Samo se tako može otkloniti opasnost da se u nastavni proces "učitaju" misaone aktivnosti učenika/ca kojih nema, ili da se neopravdano podrazumijevaju okolnosti pod kojima se neka aktivnost realizuje. Ovo, naravno, nije samo jezičko pitanje već i pitanje ozbiljnog mentalnog zaokreta da se nastavna situacija gleda i definiše iz pozicije onoga ko uči. Potrebno je da u pripremi bude jasno i koji i kakav sadržaj se koristi u radu, ali je neophodno da je jasno opisano šta učenici/e rade sa tim i tako datim sadržajem.

1. 4. 3. Dominacija grupnog oblika rada

Podjelom u grupe povećava se broj učenika/ca koji će se aktivno baviti sadržajem, ali to nikako ne znači da se primjena aktivnog učenja može izjednačiti sa grupnim oblikom rada.

Dominacija kooperativnog učenja u timu ili grupama učenika/ca

Možemo dati dva objašnjenja. Opšte okolnosti u kojima rade naše škole takve su da ih neprekidno prati nedostatak uslova za laboratorijske vježbe, nedostatak pribora i supstanci. Najvjerojatnije nema škole koja može da obezbijedi pribor i supstance tako da svi/e učenici/e individualno učestvuju u ogledima. Kooperativno učenje u kome grupa izvodi ogled jeste način da se prevaziđe ovaj problem. S druge strane, kooperativno učenje rješava čitav niz problema vezanih za aktiviranje učenika/ca: lakše ih je motivisati da započnu sa radom, nekad je razmjena između učenika/ca koji/e više znaju i onih koji manje znaju efikasnija od razmjene sa samim/samom nastavnikom/nastavnicom, učenici/e imaju različita predznanja i iskustva koja lakše razmenjuju u grupi.

Pored velikog broja prednosti, ovakav način učenja ima i dosta nedostataka:

- često se dešava da nijesu svi/sve učenici/e u grupama podjednako aktivni/e;
- ukoliko se sumiranje i izlaganje onoga što je najvažnije prepusti samo pojedinim učenicima/ama imamo situaciju da jedan amater mijenja profesionalca (učenik/ca nastavnika/cu) i svakako slabije šanse za sve ostale da nešto nauče;
- ukoliko grupe rade različite zadatke i nije dobro obezbijeđena integracija rezultata, svaka će grupa poslije časa imati uvid samo u jedan segment gradiva, a ne cjelinu i tako dalje⁹.

Nepostojanje integracije onoga što se radilo na času

Jedan od problema koji se mogu javiti kada svaka od grupa dobija da obradi dio planiranog gradiva jeste da svako savlada samo svoj dio gradiva, a da nema uvid u ostale dijelove i cjelinu. Da stečena ili uvježbavana znanja i umijeća ne bi bila "isparcelisana", potrebno je u pripremi predvidjeti i aktivnosti integracije onoga što se učilo i vježbalo na času. Integracije mogu biti u vidu zajedničkog zadatka, u vidu zadataka koji traže znanja i umijeća drugih grupa da bi se uradili, u vidu pravljenja sumarnog pregleda, tabele, podsjetnika, u vidu vršnjačke edukacije.

Neusaglašenost aktivnosti na času

Pri planiranju nastavne situacije izuzetno je važno da trajanje i vrsta aktivnosti budu usaglašeni (ujednačena težina zadataka koji se daju različitim grupama ili učenicima/ama, a time i vrijeme potrebno za rad različitih grupa ili pojedinaca).

⁹O primjeni kooperativnog učenja u nastavi možete naći više u publikaciji Naša škola, *Marzanova taksonomija ili naučiti kako učiti*, Zavod za školstvo, Podgorica 2008.

2. HEMIJA KAO NASTAVNI PREDMET

Marija Kiri genije hemije¹⁰



Naučnica koja je ostala upamćena po velikoj upornosti, hladnom intelektu i velikom doprinosu savremenim shvatanjima fizike i hemije, Marija Skłodovska Kiri, rođena je 7. novembra 1867. godine u Varšavi. Njeni roditelji, po zanimanju profesori, rano su probudili interesovanje za nauku u Mariji. Kao dijete izdvajala se od druge djece. Sa 5 godina Marija je naučila da čita i piše, slušajući svoju sestru Zosju kako uči azbuku. U ovo vrijeme Mariji umire majka, i ona odlučuje da postane ateista, vjerujući da Bog ne postoji čim joj je oduzeo majku. U školi je radila naporno i predano, što joj je donijelo Zlatnu medalju, priznanje koje se dodjeljuje najboljim učenicima/ama poljskih gimnazija. U ovo vrijeme Poljska je bila pod okupacijom Carske Rusije, i ženama je bilo zabranjeno da se upisuju na fakultete u Poljskoj. Marija tada odlučuje da se žrtvuje; ona šalje svoju sestru na studije u Pariz, a sama uzima posao guvernante u kućama obližnjih ljudi. Malo je stvari poznato o Mariji iz ovog perioda. Zna se da je Marija dosta patila što nije otišla na studije. Ipak to je nadoknadila izučavanjem fizike, matematike i anatomije, čitajući bilješke tadašnjih naučnika. Tako je prošlo 6 godina Marijinog života. Međutim, jednoga dana stiže pismo njene sestre iz Pariza kojim je poziva da dođe na studije. Ovo je drugi dio Marijinog života. Ona se osjeća preporođenom, sve ono zbog čega se žrtvovala, zašto je patila isplatilo se zbog Sorbone, tog divnog mjesta za intelektualce. Upisuje fiziku, hemiju i matematiku. Ipak, Marija ponovo nailazi na teškoće, ona traži mir i tišinu i seli se od sestre u jednu mansardu gdje će naredne 4 godine živjeti gotovo asketski. Ali neće je tako obična stvar kao što je siromaštvo odvratiti od nauke, govorila je ona. Mislila je da vlada savršeno francuskim jezikom, ali prevarila se. Čitave rečenice izgovorene prebrzo ne razumije. Ali ništa zato, ona uči francuski jezik, uči sintaksu, čita lekturu. Ne želi da bude kao i ostali strani studenti koji govore pola maternji pola francuski jezik. U radu ona je perfekcionista, radi do 20 sati dnevno. Noću pada od umora, zanemaruje svoj san i ishranu. Takav tempo brzo je punačku Poljakinju učinio slabashnom, i zaista na jednom od predavanja Marija Kiri se onesvijestila od umora. Ali neće je to spriječiti... I povrh svega ona je veoma skromna, njena jedina želja je da se vrati u Poljsku i da predaje fiziku i brine za svog oca. Međutim ... Marija Kiri završava studije kao najbolji student u generaciji. Prva je u fizici i hemiji i druga u matematici. Ali, šta sada? Odlučuje da se vrati u Varšavu. Tada upoznaje Pjera Kirija mladog intelektualca sa kojim će početi da radi, u početku u maloj napuštenoj kolibi, koja će biti njihova laboratorija narednih 10 godina. Uprkos siromaštvu, Marija i Pjer bili su dovitljivi pa su veliki broj aparata sami smislili ili iskombinovali. Počinje njena naučna karijera. Na doktorskim studijama pod Bekerelovim mentorstvom ona ispituje radioaktivnost uranijumovih ruda. Uranijumove rude bile su radioaktivnije od samoga elementa uranijuma. Istraživanju se kasnije pridružuje i Pjer. Ovaj tim otkriva da se u uranijumovim rudama nalazi jedan drugi mnogo radioaktivniji element. Marija ga otkriva i dodjeljuje mu naziv polonijum u čast svojoj domovini (Polonia - Poljska). Nešto kasnije pronašli su i element radijum, koji je dobio ime po radijaciji (inače sam termin radijacija skovali su Pjer i Marija). Pored otkrića ovih elemenata Marija otkriva i procese raspada atomskog jezgra i postaje prva žena Nobelovac. Godine 1903. dobija Nobelovu nagradu iz fizike. Godine 1916. umire njen muž Pjer Kiri, par dana prije ispunjenja njegovog sna: laboratorije u kojoj će moći na miru da obavljaju istraživanja. Mjesec dana kasnije Marija Kiri postaje profesor na Sorboni, prva žena u istoriji koja je držala profesorsku poziciju na ovom Univerzitetu. Ona nastavlja istraživanja i godine 1911. dokazuje da se radioaktivnost sastoji iz najmanje dvije vrste zračenja, različitih osobina. Ovo joj donosi drugu Nobelovu nagradu ovoga puta iz hemije, i Marija postaje prvi dvostruki Nobelovac. Žena koja je napravila proboj u svijetu nauke i na taj način otvorila put drugim ženama, bila je heroj i uzor mnogim naučnicima. Jedna od njih bila je i Liza Majtner. Marija Kiri umire od posljedica radijacije. Dugogodišnja istraživanja radioaktivnosti dovela su je do leukemije. Marija Kiri umire 4. jula 1934. u Parizu. Iza sebe ostavlja ćerke Evu i Irenu. Irena će kasnije nastaviti majčina istraživanja i sama dobiti Nobelovu nagradu za hemiju.

¹⁰ <http://www.svethemije.com/?q=node/332>

2. 1. Šta izučava hemija

Hemija je nauka o supstancama i njihovim hemijskim promjenama. Osnovna pitanja za čijim odgovorima tragaju i nastavnici/e i metodičari nastave različitih predmeta jeste kako omogućiti učenicima/ama dostizanje ciljeva učenja u vezi sa određenim sadržajem za što kraće vrijeme i kako omogućiti sticanje trajnog znanja, primjenljivog u različitim situacijama. Ciljevi se mogu ostvariti različitim metodama nastave i učenja, ali je veoma važno izabrati ili kreirati najefikasnije načine.

Glavni cilj i zadatak nastave hemije jeste formiranje hemijski pismenih mladih ljudi. Hemijska pismenost obuhvata razumijevanje svojstava supstanci koje se koriste u svakodnevnom životu i bezbjedno rukovanje njima. Obuhvata znanja koja omogućavaju procjenu tačnosti informacija, odnosno pouzdanosti različitih izvora. Radi očuvanja sopstvenog zdravlja i zaštite životne sredine, važno je da svaki građanin raspolaže znanjem hemije na osnovu koga može procijeniti potencijalnu opasnost nekog incidenta u hemijskoj industriji ili transportu supstanci i preduzeti potrebne mjere zaštite. Svojstva supstanci najlakše je upoznati iskustvom, odnosno ogledom.

Učenici/e će hemijske promjene najlakše upamtiti, a zatim razumjeti na temelju sopstvenog iskustva, odnosno ogleđa koji sami/e izvode. Izvođenjem ogleđa učenici/e razvijaju vještine eksperimentisanja, sposobnost opažanja promjena i stiču navike donošenja zaključaka na temelju rezultata istraživanja i mjerenja. Savremena škola u manjoj mjeri insistira na poznavanju činjenica, jer je to najniži spoznajni nivo, već težište stavlja na razvijanje sposobnosti.

2. 2. Hemijski kabinet

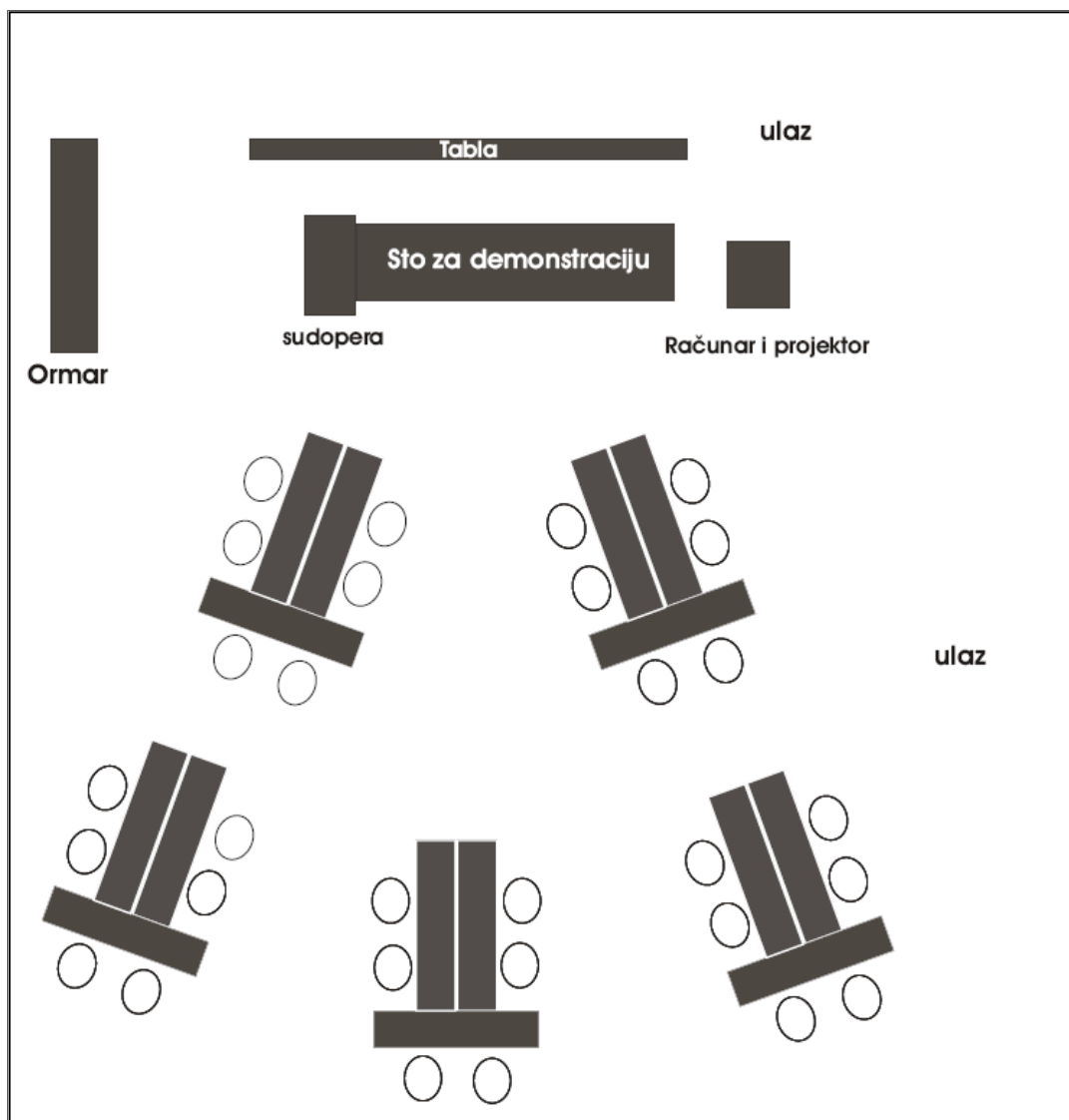
Da bi se ostvarili zadaci nastave hemije i razvile željene sposobnosti učenika/ca, osim kreativnog nastavnika/ce i dobrog udžbenika potrebna je odgovarajuća učionica za nastavu hemije, odgovarajuća nastavna sredstva i pomagala. U predmetnim programima hemije za osnovnu školu i hemije za gimnaziju u poglavlju 9. **Resursi za realizaciju nastave** opisani su materijalni uslovi, standardi i normativi za nastavu hemije, kao i okvirni spisak literature. Ovdje će biti malo više riječi o izgledu učionice za nastavu hemije.

Izvođenje nastave hemije ne može biti kvalitetno bez izvođenja demonstracionih i laboratorijskih vježbi. Nastavnik/ca mora da poznaje methodske principe koji se koriste pri izboru, izvođenju i obradi ogleđa za nastavu hemije u osnovnim i srednjim školama. Takođe je odgovoran/na za sigurnost laboratorijskog rada i organizaciju laboratorije u školi. Od nastavnika/ce se očekuje da podstakne korišćenje Interneta u kabinetu i da napravi izbor literature.

Za nastavu hemije u osnovnim školama i u gimnazijama dovoljna je jedna specijalizovana učionica ili kabinet namijenjen samo za nastavu ovog predmeta. Kao učionica za nastavu hemije može poslužiti bilo koja učionica. Jedini je uslov je da ima priključak za vodu i kanalizacioni odvod. Za ovu namjenu, najbolje je odabrati visoku prostoriju, u prizemlju škole, sa dva ulaza/izlaza i po mogućnosti prirodno provjetravanje. Opremanje učionice za nastavu hemije ne zahtijeva posebne stolove. Vrlo dobri rezultati mogu se postići upotrebom školskih klupa koje se mogu rasporediti tako da omoguće grupni oblik rada. Uzimajući u obzir broj učenika/ca u odjeljenju najbolje je spojiti po tri klupe i formirati pet grupa sa po 6 učenika/ca. Ukoliko se grupe razmijeste na predloženi način, dok učenici/e

sami/e izvode oglede, nastavnik/ca se nalazi u sredini učionice, tako da u isto vrijeme vidi sve učenike/ce i sa dva tri koraka može pomoći svakom učeniku/ci ili grupi prilikom izvođenja oglada. U učionici sa 15 klupa može sjesti i više učenika/ca tako da grupe budu brojnije. Veoma je važno da se broj grupa ne povećava i da svi/e učenici/e sjede tako da nesmetano mogu vidjeti šta se dešava na demonstracionom stolu, tabli i projekcionom platnu.

Demonstracioni sto treba da bude viši od klupa ili da se tokom oglada na njega postavi još jedna mala klupa kako bi svi/e učenici/e nesmetano mogli/e da prate demonstracije. Demonstracioni sto treba da bude udaljen od table oko 1 m. Sa njegove lijeve strane postavlja se sudopera, a sa desne lap top i projektor. Na Slici 2. 2. dat je prijedlog kako bi u praksi mogao da izgleda kabinet za hemiju.



Slika 2. 2. Učionica prilagođena za nastavu hemije i grupni oblik rada

2. 3. **Obrazovne strategije i metode**¹¹

Savremeni pristup nastavi hemije temelji se na strategiji učenja otkrivanjem. Učenici/e nijesu više pasivni slušaoci koji sjede u klupama već aktivni učesnici u procesu učenja. Kad god je to moguće polazi se od ogleđa koji učenici/e mogu sami/e izvesti. Na temelju vlastitih opažanja ili mjerenja učenici/e sami/e donose zaključke. Učenici/e najbolje uče onda kada im se pomogne da sami/e otkriju načela na kojima se zasnivaju pojave. Nastavnik/ca je sada zapravo samo moderator koji učenika/cu usmjerava.

U didaktici se pod strategijom podrazumijeva skup postupaka koji dovode do ostvarivanja nekih ciljeva. Didaktičke strategije razlikuju se prema osnovnim ulogama glavnih subjekata u nastavi, pa se govori o predavačkoj nastavi, heurističkoj nastavi, problemskoj nastavi, istraživačkoj nastavi, mentorskoj nastavi, iskustvenoj nastavi. Strategije obuhvataju nastavne metode i postupke specifične za određena vaspitno-obrazovna područja.

Nastavna metoda je način aktiviranja učesnika vaspitno-obrazovnog procesa. U didaktičkoj literaturi pominje se metoda razgovora, metoda usmenog izlaganja, metoda rada na tekstu, metoda demonstracije, metoda praktičnih radova i druge.

Postupci su temeljno razrađeni načini za aktiviranje subjekata vaspitno-obrazovnog procesa. U svakoj nastavnoj metodi primjenjuje se više postupaka.

U oblasti prirodnih nauka dominantne su strategije učenja otkrivanjem i strategija učenja poučavanjem.

Učenje otkrivanjem temelji se na vlastitom iskustvu. Ipak dijete ne može sva potrebna znanja steći vlastitim otkrivanjem, zato je potrebno i poučavanje. Potreba za poučavanjem ne može biti izgovor za zadržavanje mehaničkog učenja jer se moraju uvažavati zakonitosti spoznajnog procesa. Učenje otkrivanjem temelji se na vlastitom iskustvu, a mehaničko učenje na iskustvima drugih ljudi, i u glavama učenika/ca ne pokreće proces mišljenja bez kojeg nema spoznaje.

Učenje će uvijek biti neuspješno ako dijete nije zrelo za neke misaone operacije, a nedovoljno uspješno ako je prošlo optimalno vrijeme za određenu vrstu učenja. Dijete ne može obavljati misaone operacije višeg nivoa ako njima nije ovladalo na nižem nivou. Razvoj svakog djeteta je individualan, neka se djeca razvijaju brže, neka sporije. Međutim, nastavni je program prilagođen prosječnoj djeci, koje uvijek ima najviše. Posljedica je toga da se učenici/e u razredu dijele na loše, dobre i talentovane. Potrebno je upitati se postoji li dovoljno opravdanja za takve podjele? Treba shvatiti da sva djeca mogu učiti i da **uče vlastitom aktivnošću**, a zadatak je škole da stvori uslove za tu aktivnost.

U Tabeli 2. 3. dat je sumarni pregled obrazovnih strategija, metoda i postupaka.¹²

¹¹ Sikirica M.: *Metodika nastave hemije* (priručnik za nastavu hemije), Školska knjiga, Zagreb, 2003.

¹² Bognar L., Matijević M.: *Didaktika*, Školska knjiga, Zagreb, 2002.

Tabela 2. 3. Obrazovne strategije, metode i postupci

Strategije	Metode	Postupci
Poučavanje	Problemsko poučavanje Heurističko poučavanje Programirano poučavanje	Odgovori na pitanja učenika/ca, izlaganje, razgovor, rad na tekstu i drugim izvorima, demonstracija, laboratorijski rad ... Razgovor, debata, panel-diskusija, suprotstavljene grupe ... Programirani tekst, programirani udžbenik, programirani nastavni listići, kompjuterski program ...
Učenje otkrivanjem	Izražavanje Simulacija Projekat	Posmatranje, praćenje, prikupljanje podataka, anketa, intervju, delfi-postupak ¹³ , eksperiment ... Igre uloga, igre s pravilima, plan-igre, analiza slučaja ... Proučavanje, inicijativa, rad po ciklusima, radionica budućnosti, scenarij ...
Doživljavanje	Recepcija umjetničkog djela	Slušanje muzike, promatranje likovnih djela, gledanje filma, čitanje književnog djela ...
Izražavanje i stvaranje	Interpretacija Evaluacija Kreacija	Recitovanje, scensko izvođenje, pjevanje, sviranje, pripovijedanje ... Rasprava, kritika, suprotstavljene grupe, panel-diskusija, prikaz ... Komponovanje, slikanje, oblikovanje, književno stvaranje ...
Vježbanje	Učenje učenja Učenje jezika Praktični radovi Tjelesno vježbanje	Rad na grafičkim izvorima, rad na tekstualnim izvorima, rad na stvarnosti, rad na tehničkim izvorima ... Govorne vježbe, vježbe u čitanju, pismene vježbe, gramatičke vježbe, scenske vježbe, likovne vježbe, vježbe intonacije ... Konstruktorske igre, vježbanje jednostavnih radnji, vježbanje elemenata složenih radnji, vježbanje radnji i procesa ... Vježbanje oblikovanja, vježbe na spravama, prirodno kretanje, atletske vježbe, igre u prirodi, sportske igre ...
Stvaranje	Naučno stvaranje Umjetničko stvaranje Radno-tehničko stvaranje	Brainstorming, morfološka analiza, radionica budućnosti, scenarij ... Reproduktivno stvaranje (gluma, izvođenje muzike, ples ...), produktivno stvaranje (pisanje, komponovanje) ... Konstruisanje, projektovanje, inoviranje, preoblikovanje, otkrivanje ...

¹³ Najpoznatija i najčešće korišćena metoda ekspertnih ocjena. Predstavlja metodološki za organizovano korišćenje znanja stručnjaka u cilju predviđanja budućnosti. Ima brojne modifikacije u zavisnosti od proučavanih problema. Proučava i daje prognoze o neizvjesnim situacijama za koje nijesmo u stanju da izvedemo objektivne statističke zakonitosti, formiramo model ili primijenimo neku formalnu metodu. Veoma je pogodna za predviđanje određenih kriterijuma, parametara i veličina koje se koriste pri odlučivanju vezanom za izbor projekata.

2. 3. 1. Strategije poučavanja¹⁴

Znatan broj naših nastavnika/ca i učenika/ca polazi od ideje da se obrazovanje sastoji od pamćenja velikog broja slučajno odabranih činjenica. Zato je nastavni proces ponajviše usmjeren prema memorisanju. To je uglavnom bio rezultat pretežno verbalne nastave, kako kažu "zbog nedostatka kabineta, hemikalija, staklenog i ostalog pribora, novca i vremena". Mnogo manje učenika/ca osposobljava se za rješavanje problema.

Problemsko poučavanje

Problemsko poučavanje polazi od definisanja problema, i to tako da u tome aktivno učestvuju učenici/e definisanjem sopstvenog viđenja problema i uočavanjem suprotnosti između onoga što znaju i onoga što opažaju. Nakon definisanja problema traže se odgovori. U problemski orijentisanoj nastavi prolazi se kroz nekoliko nivoa, ali je bitno da učenik/ca razumije postupak primijenjen u svakom nivou rješavanja postavljenog problema.

Definisanje problema

Problem mora biti jasno i nedvosmisleno definisan. Može se dati u obliku pitanja, tvrdnje ili traženja da se sintetizuje ili analizira neko jedinjenje, izvrši mjerenje ili napravi jednostavni uređaj, model i slično. Složeniji problem treba strukturirati u niz manjih problema. Jedini alat u toj fazi su olovka, papir i glava.

Izdvajanje odgovarajućih informacija

Da bi se riješio problem, potrebne su odgovarajuće informacije. One mogu biti definisane tokom postavljanja problema. Najvažniji izvori informacija su vlastita opažanja tokom ogleada, a zatim vlastito pamćenje, priručnici, udžbenici, članci, enciklopedije ...

Kombinacija pojedinih informacija

Za rješavanje jednostavnog problema nužne su najmanje dvije informacije. Složeniji problemi zahtijevaju strukturiranje tako da se kombinacijom djelimičnih rješenja stiže do konačnog rješenja. Postoji više puteva koji dovode do rješavanja problema i to treba uvijek imati na umu.

Evaluacija rješenja

Uvijek treba provjeriti da li je došlo do odgovora na postavljeno pitanje i zadovoljavaju li rezultati date informacije. Treba razmisliti koji se novi ili sličan problem može riješiti na isti ili sličan način.

2. 3. 2. Heurističko poučavanje

Heurističko poučavanje takođe polazi od problema, a učenik/ca se postupno vodi do rješenja. Za to su najprimjereniji različiti dijaloški postupci. Obično se primjenjuje razgovor, u kojem nakon definisanja problema nastavnik/ca postupno vodi učenike/ce do rješenja. U nastavi hemije metoda razgovora najčešće se primjenjuje pri donošenju zaključaka na

¹⁴<http://portal.monks.ba/kongres/Portals/7/PREZENTACIJA%20PROBLEMSKO%20POU%20C4%8CAVANJE%20U%20METODICI%20NASTAVE%20HEMIJE%20-%20zejnilagic.ppt>

osnovu rezultata ogleđa i pri valorizaciji rezultata nastavnog procesa. Metodom razgovora razvija se pravilno i jednoznačno izražavanje, usvaja hemijska nomenklatura, formiraju pojmovi, utvrđuje stečeno znanje i stvaraju generalizacije.

2. 3. 3. Programirano poučavanje

Učenici/e uče različitom brzinom i na različite načine. Problem brzine kojom pojedinac savladava nastavne sadržaje pokušava se riješiti **programiranim nastavom**. U programiranom učenju ili programiranoj nastavi sadržaji i vještine koje treba naučiti predočeni su unaprijed određenim redosljedom. Nakon svakog koraka učenik/ca odgovara ili odabira jedno od ponuđenih rješenja slijedeći uputstva nastavnika/ce. Bitno je da učenik/ca odmah dobije povratnu informaciju. Pritom povratna informacija ne sadrži samo podatak o tačnom ili netačnom odgovoru, već učenika/cu upućuje na ispravno zaključivanje. Programirana nastava ipak ima nedostatak stoga što učeniku/ci nameće određene modele, onakve kakve je autor programa zamislio. Konačno, program je odraz razumijevanja i povezivanja pojmova na način kako to radi autor programa. Često se postavlja pitanje je li njegov način i najbolji.

Programirana nastava može se ostvariti pomoću laboratorijskih radova, štampanih materijala (udžbenika, programiranih sekvenci i dr.) ili pomoću računara. Računari daju bolje rezultate nego štampani materijali, jer se razgranatim programom može osim učenja u isto vrijeme valorizovati i stepen usvojenog znanja. Loši su oni programi koji u dijelu valorizacije usvojenog znanja postavljaju pitanja u obliku "testa" gdje učenik/ca bira tačan odgovor od nekoliko ponuđenih.

2. 4. Strategije učenja otkrivanjem

Učenje otkrivanjem polazi od uočavanja i definisanja problema preko sopstvene aktivnosti na pronalaženju rješenja do izvođenja zaključaka i nalaženja rješenja. Učenje otkrivanjem još se naziva iskustveno učenje jer se do saznanja dolazi vlastitim iskustvom. Kod ovog učenja srećemo tri metode: istraživanje, projekat i simulacija.

2. 4. 1. Istraživanje

Naučno istraživanje podrazumijeva sljedeće korake:

- uočavanje i definisanje problema,
- formulisanje hipoteza (pretpostavki),
- prikupljanje podataka posmatranjem pojava ili ogledom i mjerenjem,
- objašnjavanje rezultata ogleđa na osnovu savremene teorije i zaključivanje o tačnosti ili netačnosti postavljene hipoteze,
- modifikovanje teorije ako se rezultati ogleđa ne mogu objasniti postojećom teorijom.

U naučnim istraživanjima najčešće se do podataka dolazi na temelju ogleđa. Uopšteno možemo reći da je ogled najvažnije oruđe naučnika. Kako sistematski planiran ogled može pomoći otkrivanju prirodnih zakona, uočio je još Galilej (1564 - 1642). Puštajući kugle različitih masa niz kosinu, otkrio je da na sva tijela djeluje jednako ubrzanje sile teže. Michael Faraday je 1832. godine nakon mnogobrojnih ogleđa dokazao da je masa

supstanci koja se izluči na elektrodama tokom elektrolize srazmjerna količini elektriciteta koji je prošao kroz elektrolit. Na temelju rezultata eksperimenta otkriveni su svi osnovni prirodni zakoni.

Strategija naučnog istraživanja može se opisati sljedećom shemom:

problem → hipoteza → ogled → zakon → teorija → provjera teorije eksperimentom

Kao i svaki drugi naučnik, i hemičar izvodi ogled zato da bi promjene uočene u prirodi ponovio u laboratoriji u strogo kontrolisanim uslovima. Pri donošenju zaključaka oslanja se na rezultate mjerenja, a mjerenje je najvažnija naučna metoda. Hipoteze i teorije su pokušaj da se objasne opažene prirodne pojave i **predvide rezultati budućih ogleda**. Sve elemente naučne metode istraživanja sadrži i **metoda istraživanja primijenjena u nastavi hemije**. Prvo treba definisati **problem**. Prije nego se počnu prikupljati podaci ili izvoditi eksperimenti treba razmisliti koje se rješenje problema može očekivati i formulirati hipotezu (pretpostavku). **Hipoteza** je rezultat misaonog eksperimenta. Nakon formulisanja hipoteze slijedi prikupljanje podataka. U nastavi hemije izvor podataka je ogled (eksperiment) koji izvode učenici/e. Podaci se mogu prikupljati i neposrednim posmatranjem pojava u prirodi, ali i iz svih dostupnih izvora podataka (udžbenici, monografije, enciklopedije, članci u stručnim časopisima i novinama i drugo). Na osnovu prikupljenih podataka traži se **zakon** (pravilnost ili matematički izraz) kojim se mogu opisati uočene promjene. Rezultat ogleda pokušava se objasniti savremenom teorijom. Ako je polazna hipoteza bila pogrešna, treba uočiti u čemu je bila greška. Tako učenik/ca stiče iskustvo primjenjivanja naučne metode u rješavanju postavljenog ili učenog problema.

2. 4. 2. Simulacija

Simulacija se primjenjuje kada učestvovanje u stvarnim situacijama nije moguće. I ovdje se polazi od neke problemske situacije, pa se izdvaja zamišljena situacija koja traži rješenje. Možemo zamisliti da je došlo do prevrtanja cistijerne sa sumpornom kiselinom u blizini izvora pitke vode. Od učenika/ca se traži da nađu rješenje za neutralisanje sumporne kiseline, a da pri tome ne dođe do zagađenja pitke vode. Takvih primjera pogodnih za stvaranje problemskih situacija ima bezbroj. Važno je da se uvijek biraju simulacije koje će učenicima/ama biti korisne u kasnijem životu ili učenju. Računar je nezamjenljivo nastavno sredstvo za simulacije mnogih prirodnih procesa. Haotično kretanje čestica gasa ne može se vidjeti, ali se računarnom može simulirati i predočiti na ekranu. Na računaru se može simulirati odvijanje hemijske reakcije. Polazeći od zadatih koncentracija reaktanata, prati se uspostavljanje ravnoteže i konačno se izračunavaju ravnotežne koncentracije reaktanata i produkata hemijske reakcije.

2. 4. 3. Projekat

Projekat je složenija metoda u strategiji učenja otkrivanjem. Svaki se ogled koji izvode učenici/e ili demonstrira nastavnik/ca može metodički obraditi kao mali istraživački projekat. Veći i dugotrajniji istraživački projekti mogu se odnositi na prikupljanje podataka o hemijskom zagađenju vode, zemljišta ili vazduha. Učenici/e pišu o tome seminarske radove i prikupljaju članke iz novina, popularnih naučnih časopisa, s Interneta i dr. Učenički radovi na zadatu temu stavljaju se na pano u odjeljenju. Na pano treba staviti radove svih učenika/ca ma kakvi oni bili. Nastavnik ne smije selektovati radove i izložiti samo neke. Tokom školske godine može se izvesti više takvih projekata, pa će se sadržaj

panoa shodno tome mijenjati. Kako je prostor na zidovima učionice uglavnom mali da bi se njime obuhvatile sve učeničke aktivnosti, na panoe se mogu postaviti mape (plastične fascikle), u koje se stavljaju članci iz novina, seminarski radovi učenika/ca. Mapa takođe mora biti dostupna svim učenicima/ama. Svaki/a učenik/ca dobija priliku da osim znanja iskaže i svoje druge vrijednosti. Takve aktivnosti učenicima/ama pokazuju da se hemija ne uči radi hemije same, već zato što je hemijsko znanje potrebno u svakodnevnom životu.

2. 4. 4. Strategije primjene malih grupa

Uzimajući u obzir cilj nastave hemije, opremljenost škola i materijalna sredstva racionalno je u nastavi hemije primijeniti **strategije poučavanja u malim grupama** (seminar, radionica, igra, plan-igra, brainstorming, zuj-grupe, izlet, igre uloga, probijanje leda, simulacije, proučavanje slučaja).

Seminar je takva nastavna strategija u kojoj učenici/e izlažu rezultate sopstvenih istraživanja i razmjenjuju svoja iskustva s drugim učenicima/ama. Tako se razvija samostalnost u izlaganju sadržaja i jača samopouzdanje učenika/ca.

Radionica je takav oblik nastave u kojem učenici/e aktivno učestvuju u procesu nastave izvodeći oglede i samostalno interpretirajući rezultate ogleada. Radionica obično započinje kratkim uvodom nastavnika/ce i dogovorom o toku ogleada. Ovdje nema posmatrača, svi učestvuju, a nastavnik/ca ne. **Učenici/e će najlakše upoznati supstance i njihove promjene, odnosno savladati zadate nastavne sadržaje, tako da sami/e izvode ogled, opažaju, zapisuju rezultate opažanja i donose zaključke.** Opasne i skupe oglede, namijenjene učenicima/ama demonstrira nastavnik/ca.

Igra je nastava s elementima takmičenja ili saradnje. Primjenjuje se radi poboljšanja ukupne klime u školi.

Plan-igra je nastava s uživljavanjem u životne situacije nekih posebnih grupa ljudi ili osoba. U plan-igri više osoba zajedno igra ulogu neke grupe i nastoji se uživjeti u način ponašanja i razmišljanja neke grupe ljudi.

Brainstorming (oluja ideja) - je tehnika kreativnog proizvođenja ideja u kratkom vremenu, od 5 do 10 minuta. Nastavnik/ca pokušava aktivirati učenike/ce da spontano iznose ideje za rješavanje nekog problema. Poželjno je da svi članovi grupe iznesu barem jednu ideju. Pri tome se tuđa ideja može dopuniti ili izmijeniti. Nije dopušteno kritikovanje tuđe ideje jer to dovodi do različitih oblika netrpeljivosti. Ako je nečija ideja bila neprimjerena rješavanju zadatog problema, to će se uvidjeti tokom diskusije ne obezvređujući ničije mišljenje i ne ukazujući na pojedinca. Nakon izgovorenih ili zapisanih ideja slijedi njihovo vrednovanje.

Zuj - grupe kao nastavna strategija dobila je ime po žamoru koji je rezultat diskusija u malim grupama. Učenici/e u malim grupama izvode oglede, opažaju promjene i izvode mjerenja. Diskusijom temeljenom na rezultatima istraživanja dolaze do zajedničkog zaključka. Na kraju iz svake grupe po jedan/na učenik/ca (kapetan ili vođa grupe) ukratko iznosi zajednički stav.

Izlet se primjenjuje kada nastavne aktivnosti treba dopuniti posmatranjem u stvarnoj situaciji. Za uspjeh te strategije potrebna je metodička i organizaciona priprema. To podrazumijeva zajedničke pripreme u učionici i individualne pripreme učenika/ca.

Probijanje leda je strategija koja se koristi prilikom formiranja grupa ili kad novi član dolazi u već formiranu grupu. Svaki član grupe kratko ispriča priču o svom imenu, nadimku, interesima ili neku anegdotu iz života.

Simulacija se primjenjuje kada nije moguće posmatrati tok procesa u realnim uslovima jer je to opasno, skupo i dugotrajno.

2. 5. Oblici rada koji se najčešće primjenjuju u nastavi hemije¹⁵

2. 5. 1. Frontalni oblik rada

Frontalni oblik rada karakteriše nastavni proces orijentisan prema nastavniku/ci. Nastavnik objašnjava ili demonstrira sadržaje pred 30 ili više učenika/ca koji slušaju izlaganje. Ovakvim načinom rada aktivnost učenika/ca manifestuje se u sjedenju, slušanju, gledanju i pravljenju bilježaka. Kako učenici/e najčešće ne uspijevaju "uhvatiti" i zapisati najvažnije činjenice, takav način rada često rezultira diktiranjem "važnih definicija". Učenici/e zapisuju izdiktirano, nauče to napamet da bi naučeno mogli reprodukovati kad to nastavnik/ca od njih zatraži. Događa se da je zbog nedovoljnog predznanja, ili zbog dosadnog nastavnikovog/icinog izlaganja, dio učenika/ca samo fizički prisutan u prostoriji u kojoj se izvodi frontalni oblik nastave. Za takav način rada dominira jednostavna komunikacija koja nije dovoljna za ostvarenje ciljeva obrazovanja i vaspitanja.

Ipak, frontalni oblik rada ima svoje mjesto u nastavi hemije. Primjenjuje se najčešće pri izvođenju **demonstracionih oglada**. Tehnička pomagala, kao što su video-bim, TV, modeli, zahtijevaju frontalni oblik rada. Uprkos svim nedostacima frontalnog oblika rada u nekim se situacijama on ne može izbjeći. U svakom slučaju frontalni oblik rada ne smije dominirati nastavom hemije jer osim znanja treba vrednovati i učenikovu/icinu samostalnost u radu, sposobnost rješavanja problema, vještine, navike, stavove, kao i učenikov/icin odnos prema intelektualnim i estetskim vrijednostima.

2. 5. 2. Grupni oblik rada

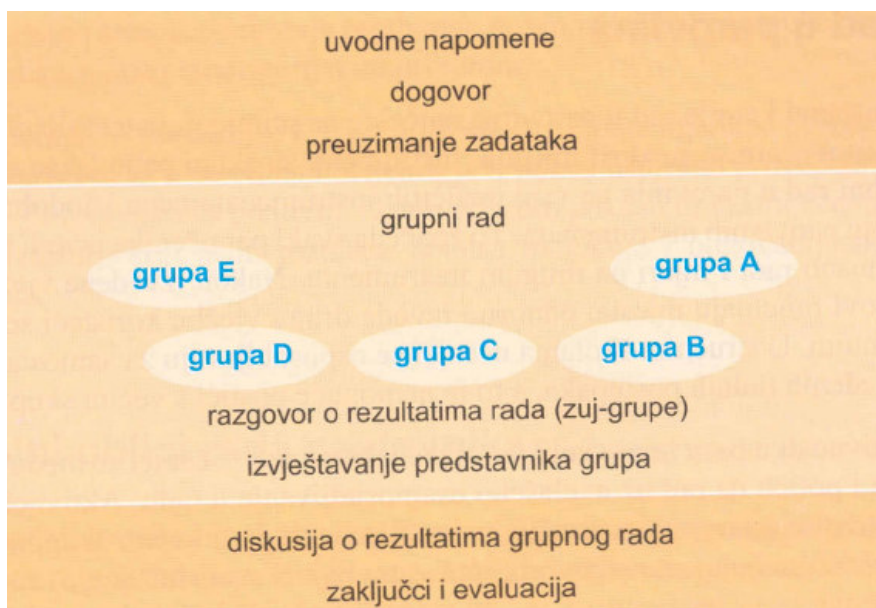
Grupni oblik rada omogućuje veće komuniciranje među učenicima/ama i razvijanje nekih pozitivnih navika, kao što su saradnja, uvažavanje sagovornika, kultura dijaloga i dr. Grupnim oblikom rada prevazilaze se neke slabosti frontalnog oblika. U nastavi hemije grupni oblik rada zauzima važno mjesto.

U grupnom obliku rada učenici/e su podijeljeni/e u više grupa, na primjer 5 grupa po 6 učenika/ca s odgovarajućim razmještanjem klupa, kao što je prikazano na Slici 2. 2. Grupe od 6 učenika/ca su optimalne za rad u nastavi hemije. **Grupni učenički ogled** je najprimjereniji oblik rada u postojećim materijalnim uslovima. Pri tom obliku rada upotrebljava se manje pribora i hemikalija, zato je primjeren lošim materijalnim uslovima. Grupni oblik rada odvija se **u standardnoj učionici** tako da se potrebni laboratorijski pribor pripremi na onoliko poslužavnika koliko ima grupa.

Svaki put nakon izvedenog oglada učenici/e u grupi diskutuju o rezultatima oglada (zuj-grupe). Predstavnik grupe pred cijelim odjeljenjem iznosi rezultate i zaključke do kojih su

¹⁵ Sikirica M.: *Metodika nastave hemije* (priručnik za nastavu hemije), Školska knjiga, Zagreb, 2003.

došli na temelju rezultata opažanja i mjerenja. Nakon toga slijedi razgovor o rezultatima grupnog rada, zaključak i evaluacija (Slika 2. 5. 2).



Slika 2. 5. 2. Prikaz nastavnog procesa u kojem dominira grupni oblik rada

Posjete fabrikama ili laboratorijama su takođe jedan od oblika grupnog rada. Vrijeme posjete treba odabrati tako da se poklopi s obradom odgovarajuće teme u školi. Hemizam i ostali važni pojmovi u vezi sa proizvodnim procesom moraju biti jasni prije odlaska na ekskurziju. Učenike/ce treba unaprijed upozoriti na šta treba da obrate pažnju. Cilj posjete je da učenici/e dobiju osjećaj o količini supstanci koje ulaze i izlaze iz tehnološkog procesa, o dimenzijama uređaja, stepenu automatizacije procesa, potrošnji energije, problemima zaštite na radu i zaštite životne sredine. Nakon posjete učenici/e treba da naprave kratko saopštenje o proizvodnom procesu i svoje utiske i zapažanja prodiskutuju sa ostalim učenicima/ama.

Rad u parovima

Aktivnosti u paru imaju veliki motivacioni efekat. Učenici/e se međusobno kontrolišu i podstiču na rad uz naglašeno osamostaljivanje u radu. Aktivnostima u parovima postiže se mnogo intenzivnija komunikacija nego u većim grupama. Oba člana obvezno učestvuju u razgovoru, suprotstavljajući svoja mišljenja i zajednički tražeći rješenja.

Rad u parovima može se primijeniti u svim etapama rada (pripremi, učenju novih sadržaja, provjeravanju), na svim nivoima obrazovanja i u svim predmetima. Moguće su različite varijante rada u parovima. Tipičan primjer rada u parovima u osnovnim i opštim srednjim školama ostvaruje se kad se neki učenici/e pripremaju za različita takmičenja. Učenici/e se sami/e udružuju u parove da bi lakše riješili/e neki složeniji zadatak. Pritom svaki član para rješava dio zadatka za koji ima više sklonosti da bi na kraju zajednički izložili rezultate svog istraživanja. Tako se razvija smisao za zajedništvo i toleranciju, razvija kritičko mišljenje i jača samouvjerenost u vlastite sposobnosti. Rad u parovima doprinosi osamostaljivanju učenika/ca i njihovom osposobljavanju za samostalan rad i učenje.

U nastavi hemije rad u parovima najčešće se primjenjuje u stručnim školama. Instrumenti su skupi, pa je lakše organizovati u isto vrijeme rad u parovima na više različitih instrumenata nego istodobni rad na većem broju istovrsnih instrumenata. To znači da svaki par učenika/ca izvodi različitu vježbu, odnosno radi i mjeri na drugom instrumentu. Nakon izvedene vježbe ili mjerenja parovi mijenjaju mjesta, odnosno izvode drugu vježbu koristeći drugi instrument. U stručnim školama učenici/e se osposobljavaju za samostalno izvršavanje određenih radnih postupaka, a to je nemoguće postići u većim grupama.

Individualni laboratorijski rad

Individualni laboratorijski rad najčešće se izvodi u stručnim školama kada učenici/e imaju zadatak da naprave neku analizu, preparat, mjerenje i slično.

Uloga i mjesto nastavnika/ce

Hemija se u osnovnim i srednjim školama izvodi kao zaseban nastavni predmet. U takvom obliku rada nastavnik/ca se javlja kao samostalan organizator i kreator nastavnog procesa. U isto vrijeme je planer i programer, saradnik i organizator, mentor i savjetnik, instruktor, izvor informacija i evaluator. Zadužen/na je za izbor medija, izradu nastavnih pomagala, opremanje i održavanje zbirke nastavnih pomagala (hemikalije, staklo, rastvori, pribor za zagrijavanje, mjerni instrumenti, itd.), vannastavne i druge aktivnosti učenika/ca.

2. 6. Strategije rada u hemijskoj laboratoriji¹⁶

2. 6. 1. Ogledi

Čas uvijek treba početi sa tačno određenim ciljem - **riješiti neki problem** ili dobiti odgovor na neko pitanje. Problem ili pitanje može formulisati nastavnik/ca, ali ga mogu formulisati i učenici/e. Nakon toga slijedi razgovor i dogovor pri kojem glavnu riječ imaju učenici/e. Na temelju predznanja učenici/e postavljaju hipoteze ili pretpostavke kojima pokušavaju objasniti pojavu ili riješiti problem. Hipotezu treba provjeriti, pa učenici/e predlažu puteve kojima će dokazati ili doći do rješenja problema. U hemiji se problem najčešće može riješiti dobro osmišljenim ogledom. Svrha učeničkih ogleda je da se razvije naučni pristup tumačenja pojava u prirodi i usvoje savremene naučne teorije.

U istraživanju¹⁷ koje je za cilj imalo kreiranje i izbor metoda nastave i učenja hemije koje omogućavaju dolaženje do trajnih i primjenljivih znanja i ispitivanje efikasnosti tih metoda, prvo su definisani ciljevi učenja teme, a onda je izvršen izbor metoda rada, osmišljeni su zadaci za učenike/ce, odnosno aktivnosti koje vode formiranju znanja i sposobnosti preciziranih u ciljevima. Za istraživanje je bila odabrana tema „Nemetali i njihova jedinjenja“ koja se obrađuje u osnovnoj školi.

Imajući u vidu opremljenost škola, koncipirana su dva pristupa realizaciji sadržaja. Jedan koji bi mogao da se ostvari u okviru postojećih uslova u školama i drugi koji zahteva bolju

¹⁶ Sikirica M.: *Metodika nastave hemije* (priručnik za nastavu hemije), Školska knjiga, Zagreb, 2003

¹⁷ Marković M., Ranđelović M., Trivić D., Bojović S., Zindović-Vukadinović G.: *Efikasnost različitih metoda nastave i učenja hemije u osnovnoj školi*, Pedagoško društvo Srbije, "Nastava i vaspitanje" br. 4, 2006.

opremljenost škole. Zajedničko za oba pristupa jeste učenje zasnovano na rezultatima oglada. Prema prvom pristupu (pristup A) učenicima/ama se prenose gotova znanja kroz razgovor, različite tekstove i demonstracione ogleda. Drugi pristup (pristup B) karakteriše učenje kroz istraživanje, samostalni eksperimentalni rad i rješavanje problema.

Rezultati su pokazali da je veći broj učenika/ca koji/e su do znanja došli/e kroz samostalni eksperimentalni rad uočavao bitne promjene u ogledima i objašnjavao ih. Takođe, veći broj ovih učenika/ca povezivao je svojstva supstanci sa načinom njihovog dobijanja i sa mogućim reakcijama sa drugim supstancama. Pored toga, pokazalo se da je rad sa supstancama uticao i na bolje pamćenje određenih činjenica. Izbor metoda nastave i učenja prvenstveno određuju ciljevi nastave i učenja, a rezultati izvedenog pedagoškog eksperimenta pokazuju da se kroz samostalni eksperimentalni rad učenika/ca i istraživački pristup razvija najveći broj intelektualnih i praktičnih sposobnosti učenika/ca.

Cilj ovog rada nije da se umanju značaj demonstracionih oglada u nastavi hemije. Demonstracioni ogledi su veoma važni i određeni ogledi samo se tako mogu pokazati učenicima/ama (kada je u pitanju rad sa opasnim supstancama, složenim aparaturama, i u svim situacijama kada učenici/e nemaju razvijene vještine potrebne za eksperimentalni rad). Iz tih razloga u ovom istraživanju, u okviru pristupa B, takođe su učenicima/ama demonstrirani ogledi. Ukoliko škola nije adekvatno opremljena, pa se stoga ne raspolaže sa laboratorijskim posuđem, priborom i supstancama u količinama potrebnim za samostalni rad učenika/ca, kroz demonstriranje oglada može se omogućiti učenicima/ama da posmatraju supstance i njihove promjene. U tom slučaju, ne može se očekivati razvoj tehnike rada kod učenika/ca.



Prirodni zakoni otkriveni su na temelju rezultata mnogobrojnih oglada. Zato, kad god je moguće, učenici/e sami/e pronalaze rješenje postavljenog problema na temelju rezultata oglada, predznanja i iskustva. Nastavnik/ca potpitanjima usmjerava učenike/ce prema pravom rješavanju problema. Zbog nedovoljnog predznanja dešava se da učenik/ca postavi pogrešnu hipotezu, pogrešno interpretira rezultate oglada i tako dođe do pogrešnog zaključka. Diskusijom u grupi pogrešne

se hipoteze ili pretpostavke modifikuju da bi se na kraju došlo do ispravnih naučnih stavova. To je samo jedno od mogućih rješenja i tu kreativnost nastavnika/ce dolazi do punog izražaja. Nije moguće sve probleme i sve nastavne sadržaje obraditi na isti način.

2. 6. 2. Ogledi koje učenici/e izvode samostalno

Ogledi koje učenici/e sami/e izvode, kao i opažanja i zaključci koje donose na osnovu mjerenja, imaju mnogo veću vrijednost od bilo kakvog učenja činjenica. Nažalost, upravo je u nastavi hemije u posljednje vrijeme došlo do degradacije oglada kao nastavne metode, izvora znanja i nastavnog sadržaja. Upravo kroz smisljeno odabrane ogleda može se učenik/ca dovesti do toga da sam/a stvori pravila ili iznova "otkrije" davno poznate zakonitosti. Prirodno, te su zakonitosti učeniku/ci nepoznate i za njega predstavljaju otkriće.

Pojedini/e nastavnici/e će reći da učenici/e do istog znanja mogu doći tako da određenu zakonitost ili pravilo jednostavno nauče. To dovodi samo do memorisanja nekih činjenica ili pravila, ali ne i do razvoja kognitivnih sposobnosti učenika/ca. Neki nastavnici/e, koji se pridržavaju zastarelih metoda, obično nakon svakog predavanja demonstriraju ogled, što učenicima/ama postaje neka vrsta zabave. Treba upamtiti da ogled nije ilustracija protumačenog ili zabava, već obratno. U savremeno osmišljenoj nastavi na osnovi rezultata ogleda izvode se zaključci i tumače pojave ili zakonitosti.



Ogledi ne smiju biti sami sebi svrha. U predmetnim programima i u udžbenicima hemije dati su spiskovi ogleda koje nastavnici/e treba da izvode u pojedinim razredima. Nastavnik/ca može da odabere i neki drugi ogled, ako za predloženi nema hemikalija ali mora strogo voditi računa da se novim ogledom postižu ciljevi učenja.

Učenje hemije zasnovano na ogledu, bilo da ga učenici/e samo posmatraju ili samostalno izvode, veoma je važno jer rezultati ogleda mogu pokrenuti misaone aktivnosti kojima će se objediniti tri nivoa predstavljanja hemijskih pojmova: makro, mikro i simbolički nivo. Drugim riječima, ono što se u ogledima zapazi trebalo bi da pokrene razmišljanje i traganje za objašnjenjem na mikro nivou i razumijevanje značenja simboličkog izraza.

2. 6. 3. Grupni ogledi

Za grupni oblik rada treba odabrati jednostavne, jeftine i kratkotrajne ogleda, bez opasnosti od povreda, trovanja ili oštećenja odjeće. Pojava koja se posmatra mora biti lako uočljiva i nedvosmislena.

U grupnom obliku rada sve grupe učenika/ca mogu izvoditi isti ogled. Nakon završenog ogleda vođa grupe ukratko izloži rezultate opažanja ili mjerenja i iskazuje odgovarajući zaključak ili zajednički stav, ako su do njega došli, ili suprotstavljena mišljenja ako je takvih bilo. Učenici/e ostalih grupa moraju pažljivo saslušati rezultate, opažanja i zaključke do kojih je došla pojedina grupa.

U grupnom obliku rada različite grupe mogu izvoditi različite ogleda samo ako se oni odnose na istu temu. Nakon izvedenih ogleda po jedan/na učenik/ca iz svake grupe saopštava o rezultatima ogleda koje su izvele pojedine grupe. Na temelju rezultata svih izvedenih ogleda dolazi se do novih saznanja, stavova i mišljenja. Na primjer, elektroliza rastvora različitih halogenida alkalnih metala (NaCl, NaJ, KCl, KBr, KJ), koju izvodi pet grupa učenika/ca, dovodi do jedinstvenog zaključka da se na anodi izdvaja halogen, a da okolina katode postaje bazna. Najbolje je da se rezultati prikažu u obliku tabele koju nastavnik/ca ili neki/a učenik/ca napravi na tabli. Analizom podataka iz tabele dolazi se do zaključaka koje treba napisati na tabli. Učenici/e u svoje sveske prepisuju tabelu i zaključak ili zaključke. Kad različite grupe izvode različite ogleda, dobija se više vremena za diskusiju o rezultatima izvedenih ogleda i za izvođenje zaključka/zaključaka. Ovakav način rada je veoma složen, ali on doprinosi razvoju zajedništva i pokazuje kako se zajedničkim naporima cijelog odjeljenja može riješiti zadati problem. Bez međusobne saradnje svih grupa ne bi bilo rješenja. Na ovaj način učenici/e razvijaju sposobnost za izražavanje sopstvenog mišljenja ili stava i uče se da pažljivo saslušaju mišljenje drugih učenika/ca iz odjeljenja. Tako se i nastava hemije može iskoristiti za obrazovne ciljeve, kao što je obrazovanje za toleranciju, odnosno uvažavanje mišljenja svakog pojedinca, razvoj grupnog oblika rada za rješavanje nekog problema.

Tokom izvođenja oglada učenici/e zapisuju u dnevnik svoja opažanja i rezultate mjerenja. Na kraju učenici/e crtaju crtež ili skicu aparature koju su koristili/e tokom izvođenja oglada.

Grupnim ogledom koji izvode učenici/e postiže se dobra vidljivost promjena, jer se one događaju pred očima učenika/ca. U isto vrijeme nastavnik/ca sa sredine učionice može lako pratiti rad svake grupe i po potrebi u dva-tri koraka priskočiti u pomoć. Tokom izvođenja oglada u učionici obično vlada žamor. Ne treba ga sprečavati već treba dopustiti učenicima/ama da svoje emocije izraze. Nakon izvedenog oglada razvija se diskusija između pojedinih učenika/ca i pojedinih grupa. Nastavnik/ca diskusiju koordinira i usmjerava potpitanjima. Tokom diskusije potrebno je ukazati:

- na nove ideje do kojih su pojedinci došli tokom izvođenja oglada,
- da li je rezultat oglada bio očekivan i je li u skladu sa opšteprihvaćenim zakonitostima (savremenom teorijom),
- da li se na drugi način moglo doći do istog zaključka,
- kakvim se drugim ogledom može dokazati ista zakonitost ili uočiti pojava.

Diskusija je grupna aktivnost koja mora obuhvatiti cijelo odjeljenje. Tu se razmjenjuju zapažanja i mišljenja i kristališu stavovi da bi se došlo do novih saznanja, pravila i zakonitosti. Učenici/e se podstiču da nađu druge primjere za koje važe uočene zakonitosti.

2. 6. 4. Demonstracioni ogledi

Metoda demonstracije primjenjuje se u uslovima kada nije moguće izvesti individualni ili grupni učenički ogled ili mjerenje zbog razvijanja štetnih ili otrovnih para i gasova, opasnosti od eksplozije, skupih instrumenata i slično. Tokom izvođenja demonstracionog oglada pažnja učenika/ca mora biti usmjerena isključivo na uočavanje promjena koje se žele ogledom pokazati. Nakon izvedenog oglada treba napraviti bilješke i shematski prikaz upotrijebljene aparature i izvesti odgovarajuće zaključke.

Da bi pojava koja se demonstrira ogledom bila uočljivija, obično se izvodi paralelni ogled. Kao primjer paralelnog oglada može se uzeti reakcija natrijuma sa vodom, etanolom i dietileterom. Kad se želi pokazati promjena boje indikatora dodatkom kiseline ili baze, ispitivani rastvor treba podijeliti u tri epruvete. U jednu epruvetu stavi se kiselina, u drugu baza, a treća se ostavi kao etalon za upoređivanje (slijepa proba).

Da bi demonstracioni ogled bio uspješan on mora da zadovolji sljedeće uslove:

- aparatura mora biti jednostavna,
- promjena mora biti nedvosmislena i lako uočljiva,
- efekat mora biti jasno vidljiv i iz posljednje klupe (ukoliko se demonstracioni ogled izvodi u običnoj učionici),
- ogled mora biti dovoljno dinamičan i ne smije trajati duže od 5 minuta.

Tehnika pripremanja demonstracionog oglada

- Za demonstracione ogledne potrebno je unaprijed pripremiti kompletan pribor i hemikalije.
- Prije izvođenja oglada treba provjeriti ispravnost uređaja.
- Svaki ogled treba prethodno isprobati i na času ga izvesti sa istim priborom, hemikalijama i rastvorima.
- Ako želimo nešto da izmijenimo u ogledu to obavezno radimo prije časa.

- Vrijeme ogleda treba da bude precizno određeno kako bi se pravilno organizovao nastavni čas.
- Sav pribor za demonstracione ogledе treba donijeti na sto prije dolaska učenika/ca. Pribor treba smisleno rasporediti. Na stolu ne smije biti ništa suvišno, ali ne smije ništa ni nedostajati.

Tehnika izvođenja demonstracionog ogleda

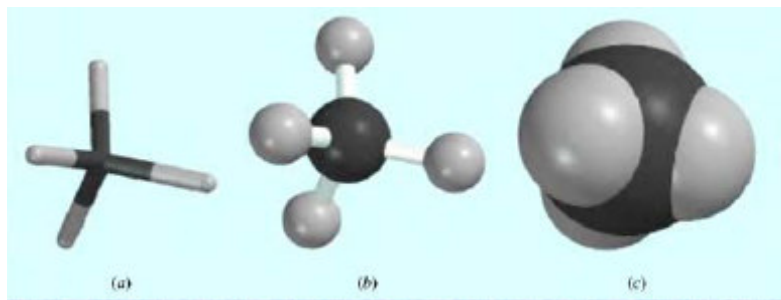
- Ogled se izvodi na demonstracionom stolu. Pri demonstracionom ogledu najveći je problem mogućnost uočavanja promjene s velike udaljenosti.
- Ne smije se zaklanjati pribor i ogled koji se pokazuje. Zato se tokom ogleda nastavnik/ca nalazi iza demonstracionog stola.
- Stalci i cijela aparatura moraju biti licem okrenuti učenicima/ama.
- Svaki uređaj ili aparaturu treba nacrtati.
- Najmanje trećina demonstracionog stola mora biti slobodna za izvođenje ogleda.
- Ogled se izvodi u istim uslovima u kojima je isproban.
- Nastavnik/ca mora preduzeti sve mjere bezbjednosti u ogledima koji bi mogli biti opasni.
- Svaki postupak tokom ogleda treba objašnjavati.
- Pri demonstracionim ogledima sa gasovima tečnosti treba obojiti.
- Radi lakšeg uočavanja promjene iza aparature (epruvete, erlenmajeri,) stavlja se jednobojna kontrastna crna ili bijela pozadina.
- Boce sa hemikalijama na demonstracionom stolu moraju biti prozirne i opremljene dvostrukim etiketama. Etiketa okrenuta učenicima/ama mora biti napisana dovoljno velikim slovima tako da bi i učenici/e iz posljednje klupe mogli/e pročitati šta na njoj piše. Etiketa okrenuta prema nastavniku/ci može sadržati i podatke o koncentraciji rastvora, načinu njegovog pravljenja, napomenu za koji se ogled rastvor koristi i slično.
- Ako se izvodi više ogleda tokom jednog nastavnog časa, na sto za demonstraciju treba postaviti samo jednu aparaturu. Nakon izvođenja ogleda ta aparatura se sklapa, a na njeno mjesto se postavlja druga. Aparature za sve ogledе treba da budu pripremljene prije časa.
- Neuspješne ogledе treba ponoviti.

2. 6. 5. Individualni ogledi

Individualni ogledi izvode se u stručnim školama koje obrazuju za neko zanimanje u području hemije, a u opšteobrazovnim ustanovama u okviru vannastavnih aktivnosti.

2. 7. Modeli

U nastavi hemije najčešće se primjenjuju modeli molekula i kristalnih struktura. Osnovna namjena upotrebe modela je da se prikaže trodimenzionalna slika građe molekula, kristalne strukture, nekog uređaja ili čak čitavog industrijskog postrojenja. Trodimenzionim modelima mogu se pokazati i međusobne zavisnosti nekih fizičkih veličina, na primjer raspodjela kinetičkih energija čestica gasa u zavisnosti od temperature. Na Slici 2. 7. prikazane su vrste molekulskih modela koje su u najčešćoj upotrebi.



Slika 2. 7. Molekulski modeli molekula metana: a) skeletni model, b) model pomoću kuglica i štapića i c) kalotni model¹⁸

Većinu modela mogu napraviti učenici/e u okviru vannastavnih aktivnosti ili kao domaći zadatak. Modeli su izuzetno značajni za shvatanje prostorne građe molekula ili kristalnih struktura. Dvodimenzionalne strukturne formule ne prikazuju stvarnu trodimenzionalnu građu molekula. Pomoću modela molekula lako je pokazati vezu između strukturne formule i prostornog razmještaja atoma u molekulu.



Prilikom korišćenja modela nastavnik/ca mora paziti na izražavanje. Pokazujući na primjer kalotni model molekula vode ili model kristalne strukture natrijum hlorida, nastavnik/ca ne smije reći "ovo je molekul vode" ili "ovo je natrijum hlorid". Potrebno je naglasiti "ovo je model molekula vode", odnosno "ovo je model kristalne strukture natrijum hlorida". Ne smije se reći "ovo je kristalna rešetka natrijum hlorida" jer je kristalna rešetka matematička zakonitost prema kojoj se raspored istovrsnih tačaka periodično ponavlja u prostoru. Kristalna rešetka nije materijalna tvorevina.

Modeli molekula moraju zadovoljavati sljedeće uslove:

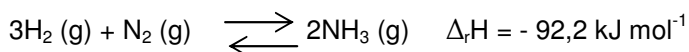
- Valentni uglovi u modelu moraju odgovarati valentnim uglovima u prirodi.
- Različiti atomi u modelu moraju biti različito obojeni (uobičajene su sljedeće boje: ugljenik - crno, vodonik - bijelo, kiseonik - crveno, azot - plavo, halogeni - zeleno).
- Model mora biti mehanički dovoljno čvrst kako se ne bi raspao pri prelaženju iz ruke u ruku.

¹⁸ <http://www.pmf.ni.ac.yu/pmf/predmeti/3051/stereohemija/1konfiguracija.ppt>

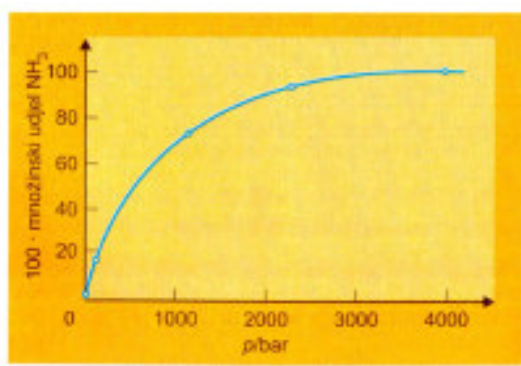
2. 8. Sheme, grafikoni i fotografije

Sheme, grafikoni i fotografije imaju važnu ulogu u nastavnom procesu jer doprinose sveobuhvatnom razumijevanju pojave ili problema. Rezultati mjerenja postaju najuočljiviji ako se grafički prikažu. Grafik mnogo jasnije skreće pažnju na promjenu neke veličine nego tablica ili numerički podaci.

Ako uzmemo kao primjer dobijanja amonijaka sintezom iz elemenata. Jednačina hemijske reakcije daje malo podataka:



Kada se u jednačini navede i entalpija reakcije učenik/ca može zaključiti kakav će biti uticaj promjene temperature ili pritiska na ravnotežu reakcione smješe. Međutim, grafičkom zavisnosti udjela amonijaka u reakcionoj smjesi pri različitoj temperaturi i pritisku jasno vidimo koji su uslovi temperature i pritiska najpovoljniji za taj proces.



Slika 2.8. Količinski udio amonijaka je funkcija ukupnog pritiska gasova u reakcionoj smjesi $3\text{H}_2 + \text{N}_2$ na 425°C

Pri upotrebi shema, grafikona i fotografija ne treba pretjerivati jer vrlo brzo dolazi do zasićenja. Od učenika/ca treba zahtijevati da sami/e uoče zakonitosti koje proizilaze iz nekog grafičkog prikaza. Pogrešno je učenicima/ama tumačiti zakonitosti koje mogu sami/e uočiti.

Grafikone je najlakše predstaviti upotrebom video-bima. One su veoma značajne za nastavnika/cu ali mogu loše uticati na učenike/ce ako ih nastavnik/ca prikazuje brže nego što učenici/e mogu da prate. Složenije grafikone bi trebalo kopirati i podijeliti učenicima/ama.

Fotografije treba pažljivo odabrati i sukcesivno prikazivati tokom izlaganja. Fotografije pružaju predstavu učenicima/ama o fizičkim dimenzijama različitih postrojenja, na primjer kolona za frakcionu destilaciju nafte, reaktor za sintezu amonijaka i slično.

2. 9. Domaći zadaci

U suštini, domaćih zadataka ne bi trebalo da bude, osim u slučaju kada se dio nastavnih sadržaja mora savladati kod kuće. Učenici/e ne treba da potroše više od 15 minuta za rješavanje domaćeg zadatka, jer uvijek treba imati u vidu da u prosjeku dnevno imaju 6 časova, što podrazumijeva 90 minuta vježbanja kod kuće nakon vremena provedenog u školi.

2. 10. Ocjenjivanje

Ocjenjivanje je sastavni proces prikupljanja analiziranja i interpretacije informacija o nivou ostvarivanja ciljeva nastave. Ocjenjivanje koje izvodi predmetni nastavnik/ca (unutrašnja evaluacija) predstavlja proces praćenja napredovanja učenika/ca i odvija se svakodnevno kombinovanjem sa ostalim aktivnostima.¹⁹

2. 11. Priprema nastavnika/ca za nastavu

Pripremanje za nastavu složen je i odgovoran zadatak. Pripremajući nastavu za novu školsku godinu nastavnik/ca se prvo mora upoznati s **ciljem i zadacima** nastavnog predmeta, njegovim nastavnim planom, programom i udžbenicima. Na temelju kritičkog promišljanja nastavnik/ca treba da dođe do sopstvene vizije o tome kako će postići zadate ciljeve. Iz toga proizlaze pitanja za šta učenike/ce treba osposobiti, šta treba da nauče, kako će biti organizovano sticanje znanja i kako će se valorizirati rezultati učenja. Tu dolazi do izražaja nastavnikova/nastavnicina samostalnost i kreativnost, sposobnost da na osnovu zadatih ciljeva osmisli sopstveni plan rada ili pripremu za nastavu.

U nastavnom programu hemije za osnovnu školu i hemije za gimnaziju, pored ostalog, navedeni su opšti ciljevi predmetnog programa, sadržaji i operativni ciljevi predmetnog programa i prijedlog plana realizacije nastave. Prvi zadatak nastavnika/ce je da napravi godišnji plan rada, a zatim da na osnovu godišnjeg plana rada napravi pripreme za nastavu. Pripreme se mogu praviti za realizaciju ciljeva pojedinačnog časa ili mogu pokrivati dio tematske cjeline ukoliko se želi ostvariti opšti cilj koji je zajednički za više časova.

Nastavnici/e vrlo često troše više vremena na pripremanje za nastavu nego za samo izvođenje nastave. Ovo se posebno odnosi na nastavnike/ce koji/e po prvi put realizuju nastavu po novim obrazovnim programima i nastavnike/ce početnike. Nastavnik/ca treba da pripremi laboratoriju, izradi ili nabavi odgovarajući pribor i nastavna sredstva. Osim pripremanja za izvođenje nastave, nastavnik/ca mora kontinuirano pratiti stručnu literaturu i u nastavni proces uvoditi inovacije. Nastavnik/ca mora sam/sama biti kreativan/kreativna da bi zahtijevao/la kreativnost svojih učenika/ca.

¹⁹ O ocjenjivanju možete naći više u publikaciji *Naša škola*, Zavod za školstvo, Podgorica, 2006.

Pripremanje za nastavu je stalan proces, a njen uspjeh umnogome zavisi od načina i kvaliteta pripreme nastavnika/ca za nastavu. Zavisno od vrste priprema razlikuju se:

- pripremanje za novu školsku godinu,
- pripremanje za pojedine nastavne teme (realizaciju operativnih ciljeva koji su dati u predmetnim programima),
- pripreme za vannastavne aktivnosti.

2. 11. 1. Priprema za novu školsku godinu

Da bi se nastavnik/ca uspješno pripremio/la za novu školsku godinu treba da:

- prouči nastavni plan i program,
- prikupi i izabere literaturu,
- upozna se sa udžbenikom i priručnikom,
- pripremi kabinet,
- nabavi ili izradi nastavna sredstva i pomagala, i
- uradi godišnji plan rada.

Godišnji plan rada obuhvata

- raspodjelu vremena po nastavnim temama, operativne ciljeve, aktivnosti učenika/ca, pojmove i sadržaje i korelacije (okvirni plan realizacije nastave za predmetne programe hemije za osnovnu školu i gimnaziju je već dat od strane Komisije koja je izradila predmetni program),
- u godišnjem planu treba isplanirati sadržaje za otvoreni dio predmetnog programa,
- planiranje metoda i oblika rada za obradu pojedinih tematskih cjelina i ostvarivanje zadatih operativnih ciljeva,
- planiranje potrebnih nastavnih sredstava i pomagala,
- planiranje potrebnog vremena za vannastavne aktivnosti.

Godišnji plan rada služi nastavniku/ci za sopstvenu orijentaciju o raspoloživom vremenu za obradu pojedinih nastavnih sadržaja i za ispunjavanje obrazovno-vaspitnih zadataka. Nastavnikov/nastavnicin godišnji plan rada ne mora tačno pratiti nastavni program, ako nastavnik/ca smatra da će nekim drugim redoslijedom tema postići isti ili viši cilj. Godišnje planiranje obavlja se tako da se zahtjevi predviđeni programom, preoblikovani prema interesima i potrebama učenika/ca (ali i nastavnika/ca), razrade po područjima i mjesecima.

Primjer godišnjeg plana rada za izvođenje nastave hemije za VIII razred osnovne škole prikazan na stranicama koje slijede.

PRIMJER GODIŠNJEG PLANIRANJA GRADIVA**HEMIJA ZA VIII RAZRED DEVETOGODIŠNJE OSNOVNE ŠKOLE****GODIŠNJI RASPORED CILJEVA**

Školska 2008/2009. godina

Plan je usvojen na sjednici stručnog aktiva

OŠ „Sutjeska“ - Podgorica

održanoj _____ 2008. godine

Nastavnik: Miomir Jevrić

Rukovodilac aktiva,

Mj.	Broj č. o p l.v.	Pojmovi - sadržaji	Operativni ciljevi	Aktivnosti učenika/ca	Oblici rada i nastavne metode	Nastavna sredstva	Korelacije
1. Sastavi i struktura materije							
IX	1	Uvodni čas: • Značaj hemije za život savremenog čovjeka; • laboratorijsko posuđe i pribor.	Učenik/ca treba da: shvati cilj izučavanja hemije, zna da koristi udžbenik, upozna se sa načinom rada, razlikuje i prepoznaje laboratorijski pribor i posuđe.	Učenici/e treba da navedu neke proizvode hemijske industrije iz okoline.	Frontalni; dijaloška; demonstrativna.	Udžbenik Laboratorijsko posuđe i pribor	
	2.	Supstance i njihova svojstva	Učenik/ca treba da nabroji osobine supstanci.	Učenici/e treba da utvrde neke fizičke osobine supstanci i podatke unesu u tabelu.	Praktičan rad – rad u grupi.	Ppribor i hemikalije Nastavni listići	Fizika
	3.	Fizičke i hemijske promjene supstanci	Učenik/ca treba da razlikuje fizičke i hemijske promjene supstanci.	Učenici/e usitnjavaju kristal šećera; rastvaraju so u vodi i dokazuju so u rastvoru; tope led; izvode eksperiment: - reakcija hloridne kiseline i mermera i oslobođeni gas uvode u krečnu vodu, - sublimacija joda.	Praktičan rad - rad u grupi.	Pribor i hemikalije	

	4.		Čiste supstance. Elementi i jedinjenja	Učenik/ca treba da shvati pojam čiste supstance-gdje spadaju elementi i jedinjenja.		Rad u grupi, vizuelna, dijaloška.	Užbenik	
	5.		Supstanca. Elementi i jedinjenja	Utvrđiti nove pojmove.		Individualni, dijaloška.		
	6.		Atom	Usvojiti građu atoma, masu i naelektrisanje elementarnih čestica. Razumjeti pojam izotopa.	Učenici/e treba da posmatraju nastavni film o istraživanju građe atoma i razvoju modela atoma.	Grupni, dijaloška, demonstrativna.	Pse	
	7.		Hemijski simboli	Učenik/ca treba da shvati simbole kao oznake za elemente i da zna njihovo kvalitativno i kvantitativno značenje.	Učenici/e treba da na osnovu simbola napišu nazive elemenata i iz naziva da napišu simbole nekih elemenata; da odrede kvalitativno i kvantitativno značenje simbola.	Rad u paru, dijaloška.	Pse	
	8.		Elektronski omotač	Učenik/ca treba da shvati građu elektronskog omotača (nivo); zna da napiše raspored elektrona po nivoima (prva3); da shvati važnost elektrona iz najvišeg nivoa.	Učenici/e treba da odrede broj elektrona i da napišu šemu strukture elektronskog omotača.	Rad u paru, dijaloška, demonstrativna.	Nastavni listići Pse	
		9.	Atom. Građa atoma	Utvrđiti usvojenost gradiva.		Individualni rad i dijaloška metoda (alternativa: pismena provjera).		
	10.		Periodni sistem elemenata	Učenik/ca treba da zna prema kojim kriterijumima je Mendeljejev svrstao elemente; da zna da elementi iste grupe imaju jednak broj elektrona u najvišem nivou; da zna vezu građe atoma sa položajem elementa u Ps.		Frontalni, dijaloška, monološka.	Pse	
		11.	Periodni sistem elemenata	- II-		Individualni, dijaloška, (alternativa: kviz).	Pse	
	12.		Jonska veza	Učenik/ca treba da: shvati razlog hemijske internosti plemenitih gasova; shvati da atomi drugih elemenata teže da postignu stabilnu strukturu	Učenici/e prikazuju Luisovim simbolima nastojanje jonske veze (NaCl, MgCl ₂).	Frontalni, dijaloška, rad u grupi.		

				najbližeg plemenitog gasa: shvati nastanak jona od atoma i razlikuje katione i anjone.				
	13.		Kovalentna veza Molekulske formule	Učenik/ca treba da: shvati stvaranje kovalentne veze; shvati da se molekuli kovalentnih jedinjenja prikazuju molekulskim formulama; zna kvalitativno i kvantitativno značenje molekulske formule.	Luisovim simbolima i formulama prikazuju nastajanje kovalentne veze (u molekulima: Cl ₂ , N ₂ , HCl); sastavljaju modele molekula (H ₂ , O ₂ , N ₂ , Cl ₂ , H ₂ O).	Frontalni, dijaloška.	Pse Modeli atoma	
		14.	Ispitivanje fizičkih svojstava jedinjenja sa jonskom i kovalentnom vezom	Učenik/ca treba da zna: da se pri stvaranju hemijske veze energija troši, a pri raskidanju te veze oslobađa; da jonska jedinjenja imaju više Tt i provode električnu struju.	Izvode eksperimente: - rastvaranje jonskih i kovalentnih jedinjenja u polarnim i nepolarnim rastvaračima; - zagrijavaju šećer i so; - utvrđivanje elektro provodljivosti vodenih rastvora kuhinjske soli i šećera.	Praktičan rad, rad u grupi (alternativa-demonstracija), dijaloška.	Pribor i hemikalije	
		15.	Jonska i kovalentna veza	Učenik/ca treba da razlikuje vrste hemijske veze.	Luisovim simbolima i formulama prikazuju stvaranje jonske i kovalentne veze.	Individualni, dijaloška.	Pse	
	16.	17.	Valenca elemenata	Učenik/ca treba da shvati pojam valentnosti i valence elemenata.	Učenici/e određuju valencu elemenata u binarnim jedinjenjima i na osnovu poznatih valenci sastavljaju formule binarnih jedinjenja.	Frontalni, dijaloška, monološka, demonstrativna.	Pse Modeli atoma	Matematika
	18.		Relativna atomska i relativna molekulska masa	Učenik/ca treba da shvati pojam relativne atomske i relativne molekulske mase.	Učenici/e koriste Ps i izračunavaju relativne molekulske mase.	Frontalni, individualni, rad u paru (rješavanje zadataka).	Udžbenik	Matematika
	19.	20.	Maseni dio elemenata u jedinjenju	Učenik/ca treba da zna da izračuna maseni udio elemenata u jedinjenju i da to izrazi u procentima.	Učenici/e izračunavaju maseni udio elemenata u jedinjenjima.	Frontalni, individualni i rad u grupi (rješavanje zadataka).		Matematika
		21.	Sistematizacija 1. teme			Individualni.	Zadaci objektivnog tipa	

2. 11. 2. Priprema za nastavu

Pored godišnjeg plana, nastavnik/ca je u obavezi da posjeduje i **pisane pripreme za nastavu**. Pripremanje za izvođenje nastave obuhvata: stručnu pripremu, didaktičko-metodički pristup i tehničku pripremu za rad u kabinetu.

Da bi nastavnik/ca napisao/la valjanu pripremu treba prvenstveno da se temeljno upozna i da razumije ciljeve koje želi da ostvari i sadržaje koji se obrađuju, savremene didaktičko-metodičke postupke i prouči udžbenik i stručnu literaturu.

Kad se nastavnik/ca priprema za obradu novog sadržaja, mora razmisliti o tome koje sposobnosti učenici/e moraju steći i koja bi znanja trebala da im ostanu u trajnom sjećanju.

Nastavnik/ca ima potrebno znanje, mnogo šire i dublje od onog koje se zahtijeva za bilo koju nastavnu temu. Pisana priprema nastavniku/ci služi kao podsjetnik kako tokom izvođenja nastave ne bi zaboravio/la da izloži neke važne činjenice, zaključke ili zakonitosti. Zato priprema treba da sadrži samo bitne formule, jednačine i sheme. Novi nastavni sadržaji uvijek su povezani sa novim riječima i novim terminima, zato bi trebalo upisati nove ključne riječi da se slučajno ne bi zaboravilo njihovo objašnjenje tokom realizovanja časa. Za svaki nastavni cilj treba odabrati najprikladniju nastavnu metodu. Treba imati na umu da se mnogi nastavni ciljevi mogu postići metodom ogleda, ali ne svi.

Prije pisanja pripreme za nastavu, nastavniku/ci mora biti jasno šta je cilj datog časa, koje aktivnosti učenici/e treba da obave da bi postigli/e planirani cilj i mora dobro razmisliti o metodama koje će primjenjivati kako bi učenici/e usvojili/e propisane sadržaje i dostigli/e postavljeni cilj. Veoma je važno da nastavnik/ca unaprijed predvidi koja znanja učenici/e već posjeduju.

Za osmišljavanje sadržaja pojedinih etapa u nastavi korisna su pitanja koja nastavnik/ca može sebi postavljati tokom sastavljanja pripreme za nastavu:

- Kako formulisati problem koji će učenici/e rješavati?
- Kako učenicima/ama obrazložiti svrhu toga što će raditi?
- Koju će nastavnu strategiju primijeniti?
- Kako će se doći do rješenja problema?
- Koje nastavne sadržaje treba ponoviti da bi se problem mogao lakše riješiti?
- Na koji će način ustanoviti potrebno predznanje učenika/ca?
- Koje nove nastavne sadržaje treba obraditi i zašto?
- Koja će korisna znanja i sposobnosti učenici/e steći?
- Koji se zakoni ili pravila žele utvrditi?
- Koju metodu rada primijeniti, kojim redom i uz koji dio nastavnih sadržaja?
- Kada, kako i koja će se nastavna pomagala upotrijebiti?
- Koji će se eksperimenti izvesti i koliko će vremena trajati?
- Koja je svrha eksperimenta?
- Koje će se vještine kod učenika/ca razviti tokom izvođenja eksperimenta?
- Koji će se problem eksperimentom postaviti ili riješiti?
- Kako će izgledati uputstvo za izvođenje eksperimenta?
- Do kakvih će zaključaka učenici/e doći nakon izvedenog eksperimenta?
- Koliko će vremena trajati diskusija o rezultatima učeničkih eksperimenata?
- Koliko će vremena trajati obrada novih nastavnih sadržaja?
- Šta će se pisati na tabli?

- Koje će se jednačine reakcija, definicije i zaključci istaći na tabli?
- Šta će ostati napisano na tabli do kraja časa i kojim redosljedom?
- Šta će se projektovati uz pomoć video-bima?
- Kad i u koje svrhe će se koristiti računar?
- Koje su zakonitosti uočene tokom obrade novog gradiva?
- Koja će se pravila, zakonitosti i definicije formulirati, kad i kako?
- Gdje se te zakonitosti mogu primijeniti? Koji će se primjeri iz prakse uzeti?
- Na kojem će materijalu učenici/e vježbati?
- Kako će se valorizovati rezultati rada?
- Koliko će vremena trajati utvrđivanje novih nastavnih sadržaja? Šta će se učenicima/ama zadati za domaći rad?
- Da li će zadati domaći zadatak i ako ga zada šta njime želi postići kod učenika/ca i koje će im obrazloženje dati?
- Šta će biti zaključak časa?

To su najvažnija načela na temelju kojih se piše priprema za nastavu.

U pripremi za prvi ili tzv. uvodni čas, nastavnik/ca mora biti svjestan/na da će od svih učenika/ca jednog odeljenja možda jedan/jedna postati hemičar. Međutim, elementarna znanja iz hemije i drugih prirodnih nauka potrebna su svakome. Poznavanje hemijskih svojstava supstanci koje svakodnevno upotrebljavamo, bilo u kući ili pri obavljanju bilo koje proizvodne ili neproizvodne djelatnosti, preduslov su stručnog obavljanja povjerenih nam poslova. Svakom pojedincu je potrebno elementarno poznavanje hemije i drugih prirodnih nauka. Sve veći broj učenika/ca moraće u budućnosti postići visoku stručnu spremu koja obuhvata mnoga društvena, medicinska, i tehnička usmjerenja. Svima njima svakim danom treba sve više hemijskog znanja kako bi mogli/e biti uspješni/e u svojoj struci.

3. FIZIKA KAO NASTAVNI PREDMET

3.1. Svrha učenja fizike

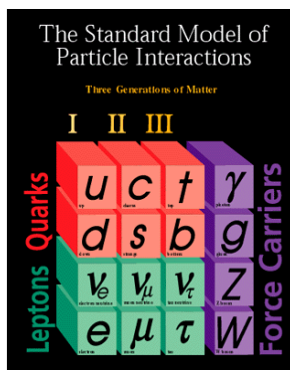
Ne znam kako me svijet doživljava, ali sebi se činim samo kao dječak koji se igra na obali mora, i rasonodi se u sadašnjosti, traži glađi šljunak ili ljepšu školjku, dok za to vrijeme veliki okean istine neotkriven leži pred mnom.
I. Newton

3.1.1. Šta proučava fizika?

Fizika je osnovna prirodna nauka koja proučava opšte pravilnosti po kojima se ponaša materijalni svijet počev od najmanjih djelića (elementarnih čestica) do vasione kao cjeline. Univerzalni značaj imaju na primjer zakoni održanja, principi uzročnosti, uzajamni prelazi kvantitativnih i kvalitativnih promjena i sl. Postojanje opštih zakona dozvoljava da se ustanovi neposredna veza između različitih nivoa strukture materije. Jedinstvo različitih nivoa strukture materije izražava se ne samo u postojanju zajedničkih svojstava i zakonitosti, već i u međusobnoj povezanosti posebnih (specifičnih) zakona koji imaju ograničenu oblast važenja. Pokazalo se da postoji duboka veza i jedinstvo između zakona mikrosvijeta i makroskopskih pojava. Mikroskopski svijet čini onaj temelj bez kojega je nemoguće razumjeti makroskopski. „Poznato je da je materija od koje su napravljene zvijezde jednaka materiji od koje je napravljena Zemlja. Osobine svjetlosti koju šalju zvijezde daju nam, mogli bismo reći, otiske prstiju po kojima se može zaključiti da su tamo atomi jednaki onima na zemlji. I živa i neživa priroda građene su od atoma iste vrste. Žabe su građene od jednakog materijala kao i kamenje, samo što je taj materijal drukčije uređen“ (Richard Feynman).

Opšte pravilnosti u ponašanju prirode koje fizika ustanovljava služe kao osnova za razumijevanje svih pojava koje proučavaju pojedinačne prirodne nauke hemija i biologija. Moć predviđanja ishoda prirodnih pojava koju nam pruža fizika čini i osnovu svih grana tehnike i medicine. Treća tehnološka revolucija koja je u toku donosi revolucionarne promjene u privredi i u svim drugim ljudskim djelatnostima. Tu revoluciju omogućuju neka osnovna otkrića fizike. Otkriće tranzistora (1947) ključ je za konstrukciju kompjutera. Otkriće lasera (1960) omogućava dobijanje uređaja za obradu i analizu materijala. Otkriće organskih provodnika i provodljivih plastika (1978), kao i visokotemperaturske superprovodljivosti (1986) otvaraju put do kvalitetnijih industrijskih materijala.

Od elementarnih čestica i atoma do makro i mega tijela



Fizika je danas živa i dinamična nauka. Ona nije skup gotovih znanja (definicije pojmova i formulacije zakona) i konačnih istina. Fizika je dinamičan i neprekidan proces istraživanja

prirode i metodologija stvaranja novog, dubljeg i sveobuhvatnijeg saznanja o materiji. Samo tokom jedne godine fizičari objave nova naučna otkrića na preko milion stranica u međunarodnim knjigama i časopisima.

3.1.2. Šta učiti u školskim klupama?

Svako od nas u okviru razmišljanja o spoljašnjem svijetu teži da objasni zašto se pojave koje zapaža u prirodi događaju baš onako kako se događaju. „ ... i sami umjetnici dive se zalasku Sunca, talasima okeana, kretanju zvijezda ... Znači da je vrijedno i tome obratiti pažnju. Već samo posmatranje prirodnih pojava ispunjava nas estetskim zadovoljstvom. No one kriju u sebi još nešto: određen ritam, čvrst sklad, nedostupan oku posmatrača i dokučiv jedino analizom. Taj sklad i taj ritam nazivamo fizičkim zakonima“ (Richard Feynman). U tom kontekstu, i u svakom od naših učenika/ca spava po jedan mladi fizičar.

Učenjem fizike treba sticati prirodnonaučnu pismenost kao osnovu za sučeljavanje sa novim tehnologijama. Prirodnonaučna pismenost uključuje znanja, vještine i kompetencije koje omogućavaju posmatranje pojava, razmišljanje o njima, razumijevanje objašnjenja pojava, kreativno odlučivanje i preduzimanje akcija. Ona omogućuje prosuđivanje i donošenje odluka o upravljanju prirodnim resursima i snalaženju u tehnološkoj civilizaciji i njome promijenjenoj prirodnoj sredini. Njene osnovne komponente su znanje i stavovi o prirodi, vještine opstanka u prirodi i njeno prilagođavanje sopstvenim potrebama.

Važnost i mjesto prirodnonaučne pismenosti u sklopu cjelovitog vaspitanja i obrazovanja na zanimljiv način dao je fizičar dr Andris Broks sa Univerziteta u Latviji:

Sadržaj vaspitanja i obrazovanja	ZNANJE	VJEŠTINE	STAVOVI	Matrica od devet elemenata
DRUŠTVO	MOJE ZNANJE O DRUŠTVU	KAKO MOGU OPSTATI U DRUŠTVU	MOJI STAVOVI O DRUŠTVU	DRUŠTVENE NAUKE, PRAKSA
ČOVJEK	MOJE ZNANJE O SEBI	LIČNO VOĐENJE	MOJI STAVOVI O SEBI	HUMANIZAM
PRIRODA	MOJE ZNANJE O PRIRODI	KAKO MOGU OPSTATI U PRIRODI	MOJI STAVOVI O PRIRODI	PRIRODNE NAUKE, TEHNOLOGIJA

Prirodnonaučna pismenost je važan resurs privrednog i održivog razvoja. Danas je koncept održivosti široko prihvaćen kao uslov opstanka i napretka čovječanstva. Održivi razvoj podrazumijeva brigu o očuvanju okoline za buduće generacije i brigu o kvalitetu života i zdravlja ljudi. Nepoštovanje koncepta održivosti vodi ka neefikasnom privrednom razvoju u smislu rasipanja resursa i energije, odnosno dugoročnog pogoršanja odnosa inputa i outputa u globalnim razmjerama.

Kako probuditi mladog fizičara koji spava u svakom/svakoj od učenika/ca?

Neophodno je motivisati učenike/ce da poznaju i razumiju pravilnosti po kojima priroda funkcioniše. Upoznati ih da sve savremene tehnike i tehnologije predstavljaju znanja iz

fizike primijenjena na željeni način. Proces učenja fizike ne smije biti samo učenje činjenica i pravila.

Potrebno je:

- a) **posmatrati** svijet oko sebe,
- b) **razmišljati** o onome što zapazimo, odvajati bitno od nebitnog i nalaziti sličnosti i razlike u raznovrsnim pojavama,
- c) **izražavati** rezultate posmatranja i razmišljanja jednostavno, jasno i precizno. Ako učenik/ca uoči sam jednu makar i najjednostavniju pravilnost u ponašanju prirode, recimo da se voda brže ohladi ako se sud drži na metalnom nego na drvenom stolu, na dobrom je putu.

Bitno je da uče mjeriti i računati, da fizičke pojmove i zakone usvajaju kreativno i sa razumijevanjem i da razvijaju naučni način mišljenja. Veoma je važno da uočavaju i tumače primjere primjene fizike u tehnici, medicini, biologiji, ekologiji i sl. Akcenat na interdisciplinarnoj komponenti i primjeni fizike bitni su elementi novog trenda u školskoj nastavi fizike koji je sada prisutan u Evropi i SAD. Važno je da učenici/e uoče i istorijsku dimenziju fizike, odnosno da je fizika jedan od bitnih činilaca privrednog i civilizacijskog razvoja čovječanstva.

Ukoliko učenici/e vjeruju da je fizika samo skup definicija i formula, formiraju krajnje odbojan stav prema njoj. **Definicije i formule ne smiju biti polazna tačka u izučavanju nastavnih sadržaja**, nego rezultat razvoja određenih ideja. To se najbolje ostvaruje otvaranjem problemskih situacija u čijem rješavanju učestvuju učenici/e. U procesu nastave treba imati na umu značaj didaktičkog principa svjesnosti i aktivnosti učenika/ca u nastavi. On podrazumijeva sljedeće zahtjeve:

1. nastojati da učenici/e shvate suštinu izučavanih sadržaja,
2. omogućiti im da sagledaju razloge i svrhu učenja tih sadržaja,
3. organizovati nastavne situacije u kojima će oni/one što je moguće više razmišljati, mjeriti, računati, diskutovati i pitati.

Za svjesno usvajanje znanja potrebne su odgovarajuće aktivnosti koje omogućavaju razumijevanje. Sljedeći primjer ilustruje razliku između svjesnog i formalno usvojenog znanja. U nastavi matematike učenik/ca umije da grafički predstavi funkciju

$$y = 1/x$$

i koristi je uspješno. U nastavi fizike pri izučavanju Bojl – Mariotovog zakona ne umije grafički predstaviti

$$p \cdot V = \text{const.}$$

jer oblik nije onaj na koji je navikao/la, odnosno element znanja nije usvojio/la suštinski.

Sljedeći primjer pokazuje zašto učenici/e stvaraju odbojan stav prema učenju fizike.

Postavljen im je zadatak: *Na tijelo mase 5 kg djeluje sila od 20 N. Koliko je ubrzanje tijela?*

Ovaj zadatak ne aktivira niti jednu mentalnu sliku u svijesti učenika/ce i nije u vezi ni sa jednim primjerom primjene u životu. Učenik/ca koji/a razmišlja daje komentar: „Nije mi poznato o kojem se stvarnom tijelu radi. Koje tijelo i kako uzrokuje datu silu? Zašto je važno da izračunam ubrzanje? Meni ovaj zadatak nije zanimljiv“. Ovaj zadatak ne omogućava učeniku/ci da shvati razlog i svrhu njegovog rješavanja.

Veoma je važno da učenici/e shvate da su fizički pojmovi kreacije ljudskog uma i da ne postoje gotovi u prirodi kao voda ili vazduh. Njihovo stvaranje je često rezultat niza mukotrpnih pokušaja da se riješi neki naučni ili tehnički problem.

U procesu nastave i učenja od fundamentalne je važnosti isticati aspekt povezan sa stvaranjem znanja i razvijanjem vještina. Razloga su dva: učenici/e se upoznaju sa suštinom i prirodom nauke i u mogućnosti su da istražuju sopstveno razmišljanje o spoljašnjem svijetu.

Bitno je imati na umu i sljedeće:

- Izučavane sadržaje koji su apstraktni neophodno je konkretizovati što je više moguće. To se ostvaruje realizacijom različitih oblika školskog eksperimenta i biranjem jednostavnijih i zanimljivih problemskih situacija.
- Sadržaje treba izučavati u okviru fizičkog modela koji je primjeren uzrastu učenika/ca.
- Izbjegavati veliki broj informacija i novih pojmova u toku jednog nastavnog časa.
- Informacije, fizički pojmovi, zakoni i sl. treba da budu funkcionalno povezani i umreženi u koherentan sistem. Gole i međusobno nepovezane informacije ne doprinose kognitivnom razvoju učenika/ca, niti se trajnije zadržavaju u njegovoj/njenoj mentalnoj strukturi.

3.2. Određeni aspekti procesa učenja

3.2.1. Motivacija učenika/ca kao uslov uspjeha

Nastavnik/ca fizike mora razmišljati kako da motiviše učenike/ce za učenje i ostvarivanje postavljenih ciljeva. On/ona posreduje između učenika/ca i izučavanih sadržaja, tražeći puteve kojima učenik/ca može najefikasnije usvojiti znanja, razvijati vještine i sticati kompetencije. Neophodno je podsticati i razvijati unutrašnju motivaciju: saznavanje, dobijanje odgovora, zadovoljavanje radoznalosti i ovladavanje vještinama i umijećima, umjesto spoljašnje motivacije koja podrazumijeva učenje za ocjenu, pohvalu roditelja ili nastavnika/ce. Da bi se nastava približila učenicima/ama i učinila smislenijom treba je zasnivati na interesovanjima učenika/ca, podsticanjem postojećih i stvaranjem i razvijanjem novih. Učenici/e rado izučavaju sadržaje koji su im zanimljivi i smisleni. Važno je da nastavnik/ca sadržaje što zanimljivije prezentira, da nastavni čas bude dinamičan i da se što više koriste nastavna sredstva i pomagala uključujući računare. Kad god je moguće neophodno je izvesti ogled, dati učenicima/ama da sami/e naprave odgovarajuću vježbu ili da samostalno ili u grupi obrade neki dio gradiva i prezentiraju pred cijelim odjeljenjem. Ono što učenik/ca sam/a uradi uvijek je podsticajnije i zanimljivije od onog što mu/joj nastavnik/ca servira gotovo. Na pitanja učenika/ca bitno je sa voljom odgovarati i podsticati ih da pitaju što više i da iznose sopstveno mišljenje o datom problemu. Na taj način učimo ih razmišljanju, razvijanju kritičkog mišljenja, saradnji, vještini komuniciranja i razvijamo timski rad. Važno je da učenici/e shvate da su i sami/e odgovorni za kvalitet svoga učenja.

3.2.2. Nastavno-ciljno i procesno-razvojno planiranje

*Loš nastavnik daruje istinu,
dobar nastavnik uči učenike da je sami nalaze.*
Rözner

U nastavno-ciljnom pristupu težimo dostizanju svih operativnih ciljeva, a ne zadovoljavamo se samo nastavnim sadržajima, što je bila slabost klasične nastave. Ciljevi moraju biti postavljeni cjelishodno, jasno i konkretno. Planiranjem biramo aktivnosti učenika/ca koje vode postizanju datih ciljeva. Kroz provjeravanje znanja učenika/ca, učenici/e i nastavnici/e dobijaju povratnu informaciju o tome šta sve moraju kroz proces učenja i poučavanja poboljšati da bi što bolje postigli/e planirane ciljeve. Pošto isto odjeljenje ima učenike/ce različite po prethodnom znanju i iskustvu, interesovanju i stilovima učenja, nastava za cijelu populaciju je efektivnija ako se aktivnosti izvode na različitim nivoima zahtjevnosti. Drugim riječima, razlike u saznojnom potencijalu učenika/ca prevazilazimo individualizacijom i diferencijacijom u nastavnom procesu.

Pri definisanju ciljeva moramo imati na umu da učenik/ca treba da ovlada različitim formama znanja: poznavanje, razumijevanje, primjena, analiza, sinteza i vrednovanje (po Bloom-ovoj taksonomiji). Operativnim ciljevima treba da budu obuhvaćeni svi taksonomski stepeni, vezani za sadržaje tako da nema opasnosti da se ostane samo na nivou pamćenja i reprodukcije. Nije stvar u tome da nastavnik/ca da učeniku/ci sadržaje, već da ga/je podstiče da do njih dođe samostalnim radom; da iz različitih izvora znanja dobija infomacije. Sticanje znanja je proces. Moramo razmišljati kako sadržaje usvojiti preko procesa. Cilj moderne nastave je da osim sticanja znanja razvija vještine, navike i sposobnosti.

Procesno-razvojni pristup (konstruktivistički pristup ili interaktivna nastava) je način učenja kojim učenici/e izgrađuju znanja kroz posebno zasnovan proces koji se zasniva na aktivnoj ulozi učenika/ca i čije je osnovno svojstvo interaktivnost.

Karakteristike ovoga procesa su:

- visok stepen aktivnosti učenika/ca u nastavi (učenje, razvijanje vještina i sticanje kompetencija);
- kompleksno razmišljanje (smisleno posmatranje, analiziranje, zaključivanje, samostalno rješavanje problema ...);
- predstavljanje ideja (jasnost izražavanja, djelotvornost komuniciranja, stvaranje kvalitetnih radova ...);
- učešće u grupnom radu i radu u parovima;
- korišćenje različitih izvora znanja;
- ovakav pristup podstiče samostalno razmišljanje učenika/ca, razvijanje kritičkog mišljenja i ovladavanje trajnim i upotrebljivim znanjima koja pomažu pri rješavanju životnih problemskih situacija.

3.2.3. Konstruktivistički pristup učenju

Savremena koncepcija nastave zasniva se na konstruktivističkom pristupu učenju. To praktično znači da se u odjeljenju organizuju i realizuju takve nastavne situacije gdje učenici/e u interaktivnoj atmosferi aktivno sudjeluju u konstruisanju vlastitog znanja. Učenik/ca aktivno interpretira nova iskustva stečena različitim oblicima školskog eksperimenta (ogledi, vježbe i sl.) ili novim informacijama uz primjenu analogija sa vlastitim, već razvijenim strukturama znanja. Samo oni elementi nove situacije koju

nastavnik/ca predoči učeniku/ci i koje učenik/ca konstruiše sam/a za sebe, postaju sastavni dio njegovog/njenog aktivnog znanja. Smisao novim informacijama daju njihove veze i zavisnosti od drugih, prije svega, usvojenih informacija. Zato je bitno u nastavi prestrukturirati različite cjeline u „pojmovne mape“ tako da svi pojedinačni dijelovi čine koherentan sistem i budu čvrsto povezani.

Problemski usmjerena nastava je jedan poseban oblik konstruktivističkog pristupa. Pokušaji modernizacije nastave fizike u svijetu orijentisani su na atraktivnost, kreativnost, interdisciplinarnost i problemski pristup.

3.2.4. Od deklarativnog ka proceduralnom znanju

Učenici/e mogu uspješno i konstruktivno razmišljati i rješavati problem samo ukoliko prvo dožive fizičko iskustvo. Fizičko iskustvo se u učionici stiče različitim oblicima školskog eksperimenta, odnosno neposrednim kontaktom sa konkretnom fizičkom pojavom, objektima i instrumentima. Fizičko iskustvo pomaže učeniku/ci da uopštavanjem dođe do logičko-matematičkog iskustva o izučavanoj pojavi ili procesu i da tako razvija formalni način mišljenja. Bez ogleđa - eksperimenata učenik/ca neće razumjeti formalne i apstraktne poruke koje dobija kroz izlaganje nastavnika/ce, jer one od njega/nje zahtijevaju formalni način mišljenja. Tada ne razmišlja konstruktivno o izučavanim sadržajima i njegovo/njeno znanje u najboljem slučaju može biti deklarativno – poznavanje definicija i formula bez razumijevanja i sposobnosti primjene u novim situacijama.

Cilj učenja fizike u školi je da se stiče **proceduralno znanje (znati kako)**, odnosno usvajanje postupaka – procedura pomoću kojih se deklarativno znanje (poznavanje definicija i formula) može primijeniti u novim, do tada za učenika/cu nepoznatim situacijama. Proceduralno znanje se stiče samo u procesu aktivnog rješavanja novih problemskih situacija. Pri tome učenik/ca polazi od prethodnog znanja i iskustva i usmjeravan/na sadržinski funkcionalnim i tematski usklađenim pitanjima nastavnika/ce dolazi do rješenja. Rezultat takvog pristupa je dozrijevanje postojećeg znanja učenika/ce i postupno stvaranje proceduralnog znanja. U nastavi se neke jednostavnije problemske situacije daju u obliku konvergentnih problema koje znatan broj učenika/ca samostalno riješi. Neki problemi zahtijevaju divergentni način mišljenja, pa je pri njihovom rješavanju bitno znati odabrati konkretniji problem i način rješavanja. Ako iz učenika/ca „izvlačimo“ njihove ideje omogućavamo im razvitak kreativnosti i kritičkog mišljenja. Kroz diskusiju, pri analizi ispravnog rješenja, oni/e će uočiti opravdanost ili neopravdanost vlastitih ideja. Učenici/e tako stiču aktivno znanje i razvijaju vještinu selektivnog odabiranja problema i rješavanja problema. Nužno je da proces nastave/učenja bude problemski usmjeren i naglašeno interaktivan.

3.2.5. Primjena Blumove taksonomije

Američki psiholog i pedagog B. Bloom razradio je taksonomiju vaspitno-obrazovnih ciljeva i zadataka u oblasti saznanjog područja. Primjena principa Blumove taksonomije dovodi do usvajanja kvalitetnog i trajnog znanja, individualizacije procesa nastave i podsticanja optimalnog razvoja osobina i sposobnosti ličnosti svih kategorija učenika/ca – prosječnih, ispod prosjeka i nadarenih.

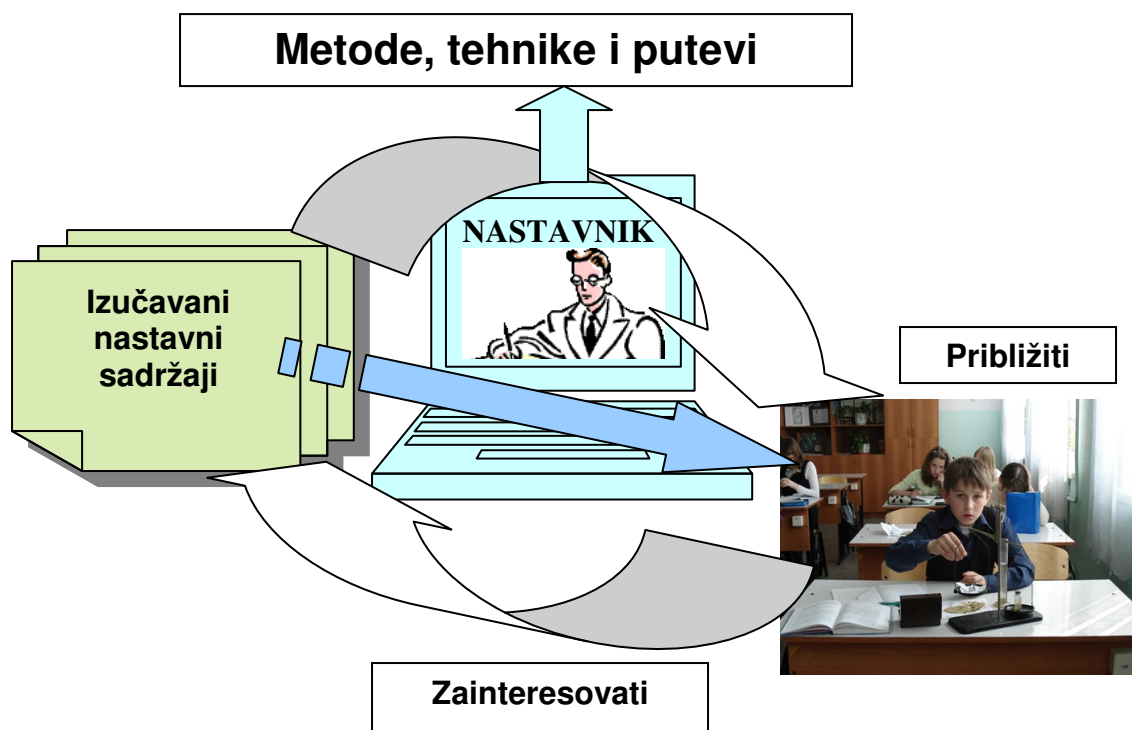
Pod znanjem u užem značenju smatramo usvojene podatke, pojmove i veze među njima. U širem značenju znanje obuhvata primjenu procesa upoređivanja, analiziranja, kritičkog mišljenja, uopštavanja na rješavanje problema, posebno u realnim životnim situacijama.

Oblast taksonomije	Aktivnosti nastavnika/ce	Aktivnosti učenika/ca
Znanje	usmjerava govori ispituje	odgovara pamti prepoznaje
PRIMJER: Učenik/ca zna da nabroji vrste sila u prirodi.		
Razumijevanje	demonstrira sluša upoređuje provjerava	prevodi objašnjava demonstrira interpretira
PRIMJER: Učenik/ca objašnjava karakteristike elektrostatickog polja: jačinu \rightarrow polja E i potencijal polja ϕ.		
Primjena	pokazuje pomaže posmatra ukazuje na greške	rješava probleme primjenjuje stečena znanja konstruiše
PRIMJER: Učenik/ca rješava odgovarajući zadatak.		
Analiza	organizuje i usmjerava aktivnost	diskutuje otkriva navodi primjere analizira
PRIMJER: Učenik/ca upoređuje karakteristike gravitacionog i elektrostatickog polja, uočava uzrok i posljedicu u relacijama: $F = m \cdot a$ i $F = \Delta p / \Delta t$.		
Sinteza	sistematizuje vrednuje	diskutuje uopštava upoređuje suprotstavlja apstrahuje
PRIMJER: Učenik/ca radi plan ogleda.		
Evaluacija	objašnjava analizira vrednuje	prosuđuje diskutuje razvija kriterijume
PRIMJER: Učenik/ca procjenjuje fizički smisao dobijenog rješenja.		

3.2.6. Metode i tehnike učenja

Da bi učenje bilo aktivan proces, programske sadržaje treba dobro osmisliti – pedagoški oblikovati, a zatim otkriti i razraditi puteve i metode njihove interpretacije. Naći pravi put kojim ćemo učenika/cu dovesti u situaciju usvajanja sadržaja, učenja, važnije je od samog obima sadržaja.

U procesu učenja učenika/cu treba emocionalno i misaono animirati. Kvalitetno, primjenljivo i trajno je samo ono znanje do kojega učenik/ca dolazi naporom sopstvenog uma. Kada, kroz niz misaonih i radnih aktivnosti, učenika/cu dovedemo u interaktivan odnos sa sadržajima, učenje postaje izazov. Tek tada će učenik/ca znanje doživljavati kao bogatstvo, a učenje kao privilegiju.



Izbor nastavnih metoda određuje uspješnost i brzinu učenja, a dobra osmišljenost sadržaja i međupredmetna povezanost, smanjuje obim i pogoduje boljem razumijevanju. Osnova svih pokušaja uvođenja novih strategija učenja treba da bude da nastavnik/ca prestaje biti sveznajući/a, već postaje pomagač, moderator, saradnik, a učenik/ca aktivni učesnik u svim etapama rada.

Ako ne želimo da nam kvalitetno radi, recimo, samo 15% ili manje učenika/ca u odjeljenju, vrijedno je pokušati raditi i na drugačiji način od tradicionalnog. Bitno je da metode nastave/učenja budu okrenute prvenstveno onome što učenici/e u nastavnom procesu rade i tome kako organizovati proces da učenici/e u školi u najvećoj mjeri budu aktivni/e. Sve što se dešava na časovima može da bude predstavljeno pomoću sljedećih dimenzija definisanih pomoću dva suprotna pola.

Metode nastave/učenja usmjerene na učenika/cu	
1. Mehaničko	Smisleno
2. Verbalno	Praktično
3. Receptivno	Učenje putem otkrića
4. Konvergentno	Divergentno
5. Transmisivno	Interaktivno
6. Bez učila	Sa učilima

U školskoj praksi najčešće postoje prelazni oblici. Jedna od uloga nastavnika/ce je da učeniku/ci, na razvojnom stupnju na kome se nalazi i sa predznanjem koje ima, omogući da razumije izučavane sadržaje i da oni za njega/nju budu smisleni. U školskom radu veoma su česte metode receptivnog učenja, gdje verbalno prezentovane sadržaje učenik/ca prima i sa razumijevanjem usvaja. Ukoliko samostalno dolazi do saznanja radi se o učenju putem otkrića. U problemskoj nastavi ono što se uči nije dato u gotovom obliku

u kojem treba da bude usvojeno. Počinje se od problemske situacije, za koju učenik/ca nema direktan odgovor u prethodno izučavanim sadržajima. Cilj je da samostalno, kroz grupni rad, rad u paru i individualni rad traže rješenje problema. U ovom obliku učenja u prvom planu je razvijanje umijeća i metoda suočavanja sa problemima i rješavanja problema. Osim o sadržajima, nastavnik/ca mora da razmišlja i o razvijanju unutrašnje motivacije za učenje. Smisleno verbalno receptivno učenje u najboljem vidu prelazi u rješavanje problema i interaktivno učenje.

Osvrnućemo se na neke efektivne metode i tehnike učenja fizike:

■ Kolegijalno učenje

Temelji se na konceptualnom testu (pitanja – zadaci alternativnog izbora).

1. Svaki/a učenik/ca posebno razmisli o pitanju i napiše odgovor na list.
2. Učenici/e u parovima diskutuju o pitanjima i odgovorima.
3. Učenici/e daju odgovore na pitanja.
4. Nastavnik/ca kaže koji je odgovor pravilan i kratko ga komentariše – objasni.

■ Interaktivni demonstracioni ogledi

Tehnika je posebno primjerena za realizaciju ogleda sa mjerenjem uz pomoć računara.

1. Nastavnik/ca opiše ogled bez mjerenja.
2. Učenik/ca predviđa ishod mjerenja i napiše na pripremljenoj listi.
3. Učenici/e diskutuju u parovima o ogledu i predviđanjima i zapisuju predviđanja.
4. Nastavnik/ca izvede ogled, ovaj put sa mjerenjem i uzimanjem podataka.
5. Poziva učenike/ce da opišu rezultate mjerenja i diskutuju o njima.
6. Diskusija o analognim situacijama/primjerima koji se temelje na istim fizičkim konceptima kao i dati primjer.

■ Predvidi – posmatraj – objasni

Tehnika je efektivna kod jednostavnih ogleda.

1. PREDVIDI: Učenici/e posebno predviđaju ishod ogleda i svoja predviđanja kratko objasne i argumentuju u pisanom obliku.
2. POSMATRAJ: Nastavnik/ca izvede ogled.
3. OBJASNI: Učenici/e posebno ponovo razmišljaju o ogledu. U slučaju neslaganja ishoda ogleda i predviđanja, pokušaju napisati poboljšano objašnjenje ogleda. Rad se dalje nastavlja u obliku diskusije u parovima ili prezentacije različitih objašnjenja pred odjeljenjem. Na kraju nastavnik/ca izloži, protumači ili potvrdi pravilno objašnjenje.

Grupni oblik rada

Prednosti:

Aktiviranje i
motivisanje
učenika



Slabosti:

Neautonomnost.

Mora se kombinovati sa koordiniranom raspravom u odjeljenju sa ciljem kreiranja novih ideja

Obezbijediti da unutar grupe postoji stvarna saradnja i konstruktivna komunikacija

■ Grupno (istraživačko) učenje

Tehnika se zasniva na rješavanju sadržajnih problemskih situacija. Učenike/ce podijelimo u heterogene grupe. Daju se zaduženja članovima grupa (izvjestilac, skeptik, onaj koji bilježi). Pozitivna međuzavisnost ipak razvija ličnu odgovornost.



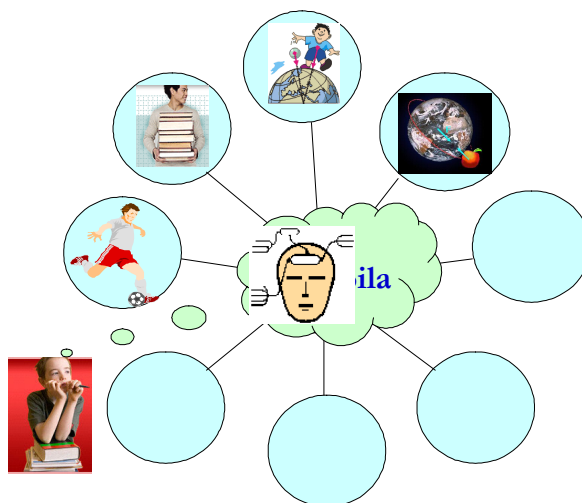
Moždana oluja “BRAINSTORMING”

Nastavnik/ca unaprijed definiše temu ili pitanje, usmjerava i vodi aktivnost ograničavajući vrijeme na 5 - 10 minuta. Moguće je organizovati rad:

- sa cijelim odjeljenjem.
- sa manjim grupama.

Koristi se:

- da bi se ponovili izučavani sadržaji,
- da bi se napravio uvod u sadržaje koji slijede,
- da bi se riješio dati problem.



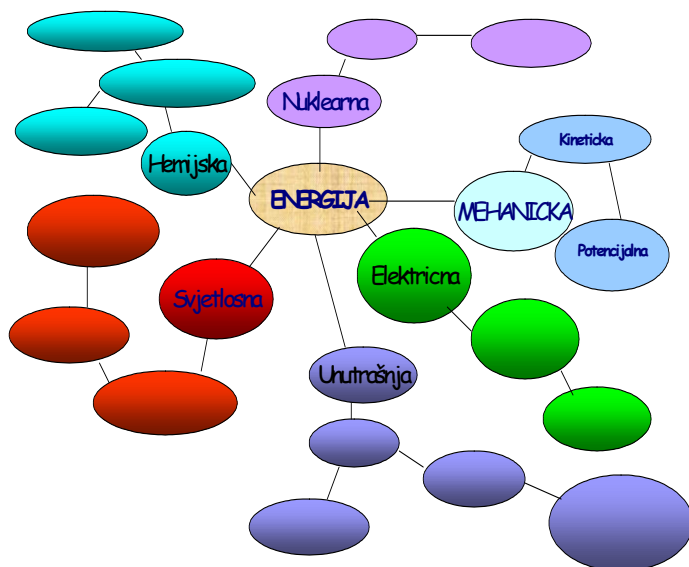
Osnovna pravila:

Sve ideje jednako vrednovati. Nije dozvoljeno kritikovati predloženo. Ne prekidati druge dok iznose ideje. Ne ocjenjivati predloženo.

Učenici/e mogu doći do nekih ideja o razrješavanju problemske situacije. Omogućava divergentno mišljenje. Daje izvrsne rezultate.

„Pojmovne mape“

Metoda grozdova (CLUSTERING)



Informacije, fizički pojmovi, zakoni i sl. treba da budu funkcionalno uzajamno povezani i umreženi u koherentan sistem. Gole i uzajamno nepovezane informacije ne koriste saznanom razvoju učenika/ce, niti se trajnije zadržavaju u njegovoj/njenoj mentalnoj strukturi.

Smisao novim informacijama daje njihova uzajamna zavisnost od drugih, prije svega već usvojenih informacija. Za nastavne potrebe bitno je prestrukturirati različite cjeline u „pojmovne mape“ tako da svi pojedini dijelovi budu čvrsto povezani.

■ „ZNAM – ŽELIM ZNATI“

Utvrđivanje predznanja učenika/ca, podsticanje da postavljaju pitanja i utvrđivanje učeničkih pretkonceptija.

Šta znam o trenju?	Šta želim znati o trenju?	Šta smo naučili o trenju?
<p>Primjer:</p> <p>Trenje omogućava hodanje</p> <p>...</p>	<p>Primjer:</p> <p>Možemo li mjeriti silu trenja i kako?</p> <p>...</p>	<p>...</p> <p>...</p> <p>$\vec{F}_t = \mu \cdot \vec{N}$</p>

3.2.7. Postupci i procedure koji podstiču i razvijaju aktivnost učenika/ca

Utvrđivanje prethodnih znanja i iskustava, koja su osnova za sticanje novih, i njihovo povezivanje sa novim sadržajima













Novi sadržaji nastavljaju se na ranije izičavane u istom ili prethodnim razredima. Pri izučavanju novih sadržaja bitno je zahtijevati od učenika/ca da određene korake preduzmu sami/e na temelju prethodnog znanja i iskustva. To je važno radi uključivanja učenika/ce u proces nastave kao aktivnog učesnika. Primjenom manje-više usvojenog znanja u novim situacijama podstiče se proces dozrijevanja znanja. Tako znanje učenika/ce postaje povezanije, koherentnije i operativnije.

Primjer

Za izučavanje slobodnog padanja učenici/e treba da poznaju iz kinematike pravolinijsko kretanje sa konstantnim ubrzanjem, zatim osnovni zakon dinamike (vezu sile mase i ubrzanja).

Problemski usmjerena nastava

Svaki novi sadržaj daje se učenicima/ama kao svojevrsan problem. Učenici/e uočavaju problem, raspravljaju o rješavanju, rezultatima i njihovom značenju, prvo u grupama, često povezano sa različitim oblicima školskog eksperimenta, a zatim se u raspravi na nivou odjeljenja dolazi do generalizacija i misaonih konstrukcija. Ovdje dolazi do izražaja uloga nastavnika/ce kao koordinatora rasprave. U nedostatku učila, učenički eksperimenti se realizuju za pojedine sadržaje za koje postoje odgovarajuća učila, a za ostale sadržaje vrši se demonstracioni ogled ili se koriste kompjuterske animacije i simulacije. Problemski usmjerena nastava je autonomna i njenom primjenom moguće je realizovati kompletan program nastave fizike u osnovnoj i srednjoj školi.

Uloga nastavnika/ce:	Uloga učenika/ca: 
<ul style="list-style-type: none">  stvara problemsku situaciju i podstiče učenike/ce da formulišu problem,  podstiče i usmjerava učenike/ce na analizu problema; pomaže aktualizaciju prethodnih znanja potrebnih za rješavanje problema,  organizuje aktivnosti učenika/ca potrebne za usvajanje novih znanja i razvijanje vještina,  vrednuje predložena rješenja od strane učenika/ca,  koordinira raspravu u vezi predloženih rješenja i organizuje relevantne aktivnosti radi njihove provjere. 	<ul style="list-style-type: none">  analiziraju problemsku situaciju i formulišu problem,  analiziraju problem na osnovu postojećih znanja i usvajaju nova znanja,  iznose predpostavke i formulišu hipoteze,  provjeravaju pretpostavke eksperimentom,  predlažu moguća rješenja problema,  realizuju nađeno rješenje i provjeravaju ga.

Korišćenje pitanja i zadataka u procesu nastave

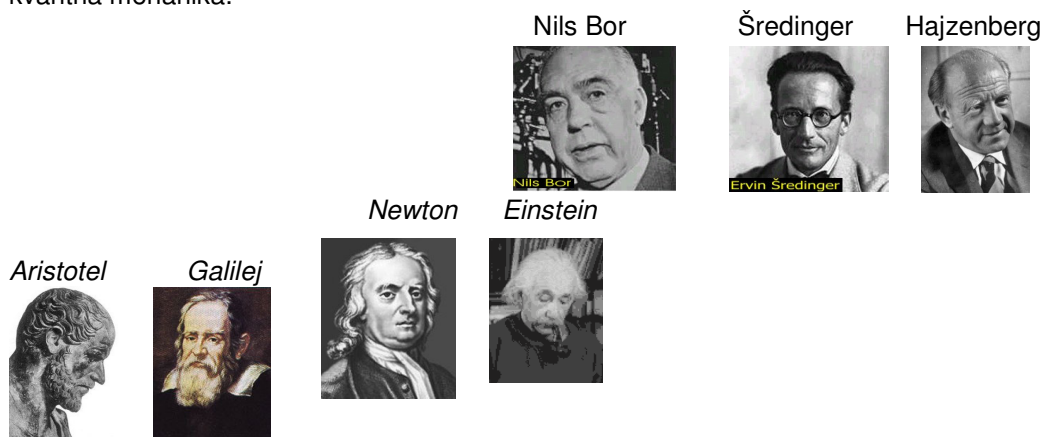
Pitanja i zadatke treba koristiti kao lanac logičkih dilema koje slijede jedna iz druge, odnosno kao način povezivanja pojedinih elemenata izučavanih sadržaja. Pitanja treba da budu tematski usklađena i sadržinski funkcionalna, tako da učenike/ce podstiču na razmišljanje.

■ Izlaganje gradiva na više različitih načina

Dobro je isti sadržaj osvijetliti iz različitih uglova i sagledati različite aspekte uz korišćenje slika, crteža, grafikona, tabela.

■ Pokazivanje kako su nastajala znanja u istoriji fizike

Razvoj ljudske misli u području mehanike kretao se linijom Aristotel – Njutn – Ajnštajn – kvantna mehanika.



Učenicima/ama će biti interesantne stranputice i pogrešne ideje koje su i kod znamenitih naučnika postojale sa ciljem da se riješi određeni problem u nauci. Ono što je bitno nedostajalo u aristotelovskom načinu razmišljanja o fizičkim pojavama je:

- predviđanje kako bi se pojava mogla dešavati u nekoj novoj zamišljenoj situaciji,
- eksperiment kojim bi se ta predviđanja provjerila (potvrdila ili opovrgnula),
- primjena matematičkog aparata za opisivanje veze među fizičkim pojmovima i njihovo umrežavanje, konstrukcije matematičkih modela i kvantitativno izražavanje fizičkih veličina.

Navodeći primjere iz istorije fizike učenici/e će shvatiti da se i u nauci razmišlja, pretpostavlja, eksperimentiše, griješi, koriguje greška, pokušava ponovo, tako da nauka nije skup recepata i konačnih znanja koje treba „popiti“ već otvoreno polje rada u kome se dolazi do novih saznanja, ali ima mnogo sumnji, dilema, interpretacija, pretpostavki i mnogo otvorenog prostora za dalji rad.

Primjer

Veza indeksa prelamanja i brzine svjetlosti

U sedamnaestom vijeku su se među naučnicima vodile važne rasprave u kojima su došle do izražaja različite ideje o prirodi svjetlosti. Konkretno, došlo je do različitih interpretacija zakona prelamanja svjetlosti od strane Hajgensa i Njutna. Hajgens je, u okviru talasnog modela svjetlosti, tvrdio da je pri prelazu svjetlosti iz jedne sredine u drugu odnos sinusa upadnog ugla i sinusa prelomnog ugla jednak odnosu brzine svjetlosti u prvoj sredini i brzine svjetlosti u drugoj sredini.

$$\sin\alpha/\sin\beta = v_1/v_2$$

Hajgens ističe da je brzina svjetlosti u rjeđoj sredini (npr. vazduhu) uvijek veća nego u gušćoj sredini (npr. vodi ili staklu). Njutn se slaže da je odnos sinusa upadnog i prelomnog ugla jednak odnosu brzina, ali suprotno od Hajgensa ističe da je u gušćoj sredini (vodi)

brzina svjetlosti veća nego u rjeđoj (vazduhu). Njutn je smatrao da se svjetlost sastoji od sitnih čestica koje su podložne zakonima mehanike. Ovaj dio iz historije fizike lijep je primjer situacije u kojoj za tumačenje jedne pojave postoje dva modela koji daju bitno različite rezultate i koji se međusobno isključuju.

Šta je trebalo uraditi da se situacija riješi?

Načelno rješenje je izvođenje eksperimenta koji bi opovrgao ili podržao teorijska predviđanja. U ovom slučaju to bi bio eksperiment kojim bi se izmjerila brzina svjetlosti u vodi i time pokazalo da li je ona veća ili manja nego u vazduhu. Tek 1850. godine Fizo u Fuku su eksperimentalno pokazali da je brzina svjetlosti u optički gušćoj sredini (vodi) manja nego u optički rjeđoj sredini (vazduhu). Dobijen je rezultat koji je predviđao Hajgensov model prirode svjetlosti: brzina prostiranja svjetlosti u nekoj sredini obrnuto je srazmjerna indeksu prelamanja te sredine, tj.

$$v=c/n$$

brzina svjetlosti u nekoj sredini obrnuto je srazmjerna indeksu prelamanja te sredine.

Pod uticajem velikog Njutnovog autoriteta, naučnici su krajem 17. vijeka prihvatili Njutnovu čestičnu teoriju svjetlosti i njegovu interpretaciju indeksa prelamanja. To stanovište prevladavalo je i tokom 18. vijeka. Od samog početka 19. vijeka dolaze sve jači argumenti i eksperimentalni rezultati koji idu u prilog talasnoj teoriji, tako da je ona dominirala kroz cio 19. vijek. Fizoov i Fukoov eksperiment iz 1850. godine bio je posljednji udarac već odbačenoj Njutnovoj čestičnoj teoriji svjetlosti.

■ Međupredmetne povezanosti – korelacije

Korelacije omogućavaju cjelovit pristup školskom znanju i ohrabruju učenike/ce da povezuju i slobodno koriste znanja iz različitih nastavnih predmeta ili različitih oblasti u okviru istog predmeta.

■ Postupno izgrađivanje znanja

Prethodno izučavani sadržaji moraju biti savladani od usvajanja, preko primjene, analize, sinteze i vrednovanja, da bi učenik/ca bez teškoća mogao/la izučavati sadržaje koji slijede. Pojmom je neophodno ovladati kroz samostalnu misaonu aktivnost. Pojam se ne može naučiti napamet, već samo njegova definicija, ali takvo znanje je neprimjenljivo i nije trajno.

■ Često ponavljanje naučenog

■ Primjena naučenog

Neophodno je stvarati nastavne situacije u kojima će učenici/e imati mogućnost da samostalno primijene prethodno izučavane sadržaje.

■ Analiza pogrešnih odgovora

Pogrešne odgovore učenika/ca treba iskoristiti kao ilustraciju jedne od ideja u razvoju znanja koja je smislena ali ne dovodi do rješenja, ili kao informaciju o stepenu razumijevanja i usvojenosti nastavnih sadržaja.. I naučnici su imali određene ideje od kojih se odustalo kada su bile opovrgnute eksperimentalnim rezultatima.

■ Poznavanje rezultata učenja

Aдекватna povratna informacija pozitivno djeluje na aktivnost učenika/ca jer daje uvid u urađeno i smjernice za unapređivanje rada.

■ Razvijanje vještina i sticanje kompetencija učenika/ca za samoučenje

Kroz proces nastave i učenja učenik/ca treba da razvija vještine učenja i rada: aktivno posmatranje i slušanje, bilježenje, izdvajanje bitnog, kritičko mišljenje, pisanje rezimea, pravljenje mreže znanja, korišćenje različitih izvora, odabir informacija, rad sa knjigom i primjenu naučenog u životnim situacijama.

3.2.8. Koje aktivnosti učenika/ca planirati i organizovati na nastavnom času

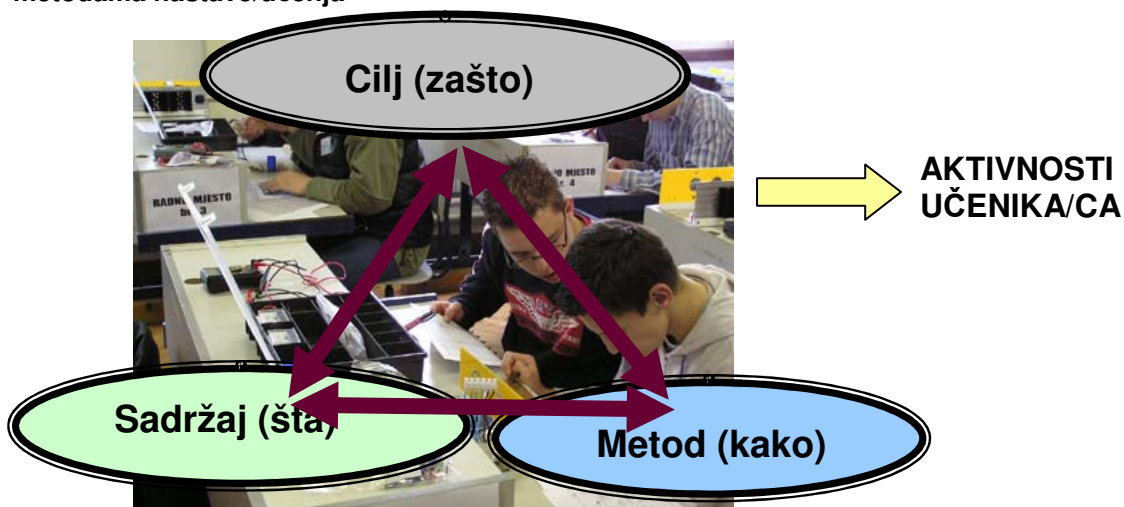
One koje:

- vode do boljeg razumijevanja i povezivanja sadržaja,
- podstiču na razmišljanje,
- razvijaju sposobnost primjene znanja u novim situacijama,
- omogućavaju sticanje proceduralnog znanja,
- utiču na razvijanje bitnih vještina i kompetencija.

Važno je nastavni čas zamisliti kao proces učenja iskazan pomoću onoga što učenik/ca radi na času a ne samo kao proces nastave tj. kao opis onoga što čine nastavnici/e na času.

Koncept interaktivne nastave zasniva se na uspostavljanju veze između tri osnovne komponente: cilja (zašto), sadržaja (šta) i metoda (kako).

Veza aktivnosti učenika/ca sa ciljem nastavnog časa, izučavanim sadržajima i metodama nastave/učenja



Na osnovu analize odnosa ciljeva i aktivnosti nastavnik/ca izvodi zaključke o tome da li se planiranim ili izvedenim časom mogu ili ne mogu ostvariti ciljevi koje je planiranjem postavio/la.

Takođe se može utvrditi i stepen ostvarljivosti svakog cilja. Veću šansu da se ostvare imaju oni ciljevi koji su pokriveni većim brojem i/ili značajnijim aktivnostima koje duže traju.

Ako je čas organizovan kao rad u grupama neophodno je da se utvrdi da li su svi ciljevi pokriveni aktivnostima u svim grupama učenika/ca.

Primjer

Nastavna jedinica:

Zakon održanja impulsa

Prethodna znanja: učenik/ca treba da zna drugi Njutnov zakon i može da ga primijeni u novim situacijama. Poznaje pojam impuls (količina kretanja) tijela (čestice). Jedan od prvih koraka je da izrazi II Njutnov zakon preko promjene impulsa tijela odnosno promjene količine kretanja tijela.

$$\vec{F} = \Delta \vec{p} / \Delta t.$$

Treba naglasiti da je impuls sile $\vec{F} \cdot \Delta t$ jednak promjeni količine gibanja $\Delta \vec{p}$, ali nije jednak količini gibanja \vec{p} .

Operativni ciljevi:

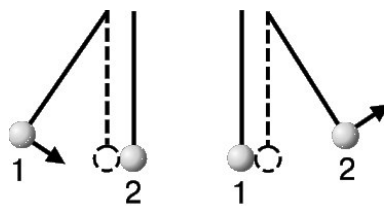
Učenik/ca:

- ▶ razvija razumijevanje o zakonu održanja impulsa,
- ▶ može da objasni sadržaje zakona održanja impulsa,
- ▶ može da analizira primjere primjene zakona održanja impulsa,
- ▶ može da navede primjere primjene zakona održanja impulsa,
- ▶ može da primijeni usvojena znanja pri rješavanju zadataka.

Smisao fizičkih veličina impulsa sile i količine kretanja (impulsa tijela) postaje jasan kad se shvati da II Njutnov zakon izražava njihovu uzročno-posljedičnu vezu. Djelovanje sile tokom nekog vremena je uzrok, a *promjena količine kretanja* je posljedica. Ako sila ne djeluje, ili je vektorski zbir sila koje djeluju jednak nuli, nema *promjene* impulsa tijela (*količine gibanja*): **ona ostaje održana**. To je jedan od prvih važnih zakona održanja sa kojima se učenici/e susreću u procesu učenja fizike. Za postizanje predviđenih ciljeva moguće je planirati i organizovati sljedeće:

Aktivnosti učenika/ca:

- ▶ slušaju,
- ▶ predviđaju rezultate ogleda,
- ▶ realizuju oglede,
- ▶ posmatraju bilježe i zaključuju,
- ▶ diskutuju,
- ▶ povezuju sa primjerima iz života,
- ▶ rješavaju odgovarajuće zadatke.

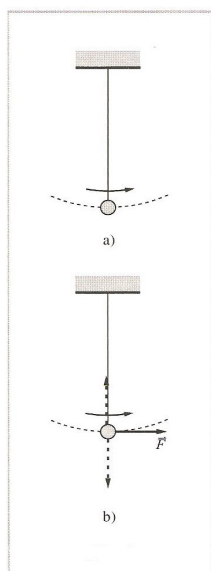


Novi pojmovi: izolovan sistem, elastičan sudar, neelastičan sudar.

3.2.9. Otkrivanje učeničkih predubjeđenja – pretkonceptija

Istraživanja u nastavi fizike u svijetu pokazala su da kod učenika/ca postoje brojne ideje koje nijesu u skladu sa naučnim načinom razmišljanja. Svakodnevno iskustvo je izvor pogrešnih ideja učenika/ca. One nastaju pri pokušajima da se objasne pojave iz svakodnevnog života. Neke od tih ideja slične su onima koje su pojedinim fazama razvoja

fizike prihvatane kao valjane, npr. aristotelovska koncepcija kretanja, a u daljem razvoju nauke su eliminisane ili korigovane. Takve ideje se nazivaju intuitivne ideje, predkonceptije ili predubjeđenja. Veoma je bitno da nastavnici/e znaju kako njihovi učenici/e razmišljaju. Osnovno je pravilo organizovati nastavne situacije u kojima će kroz razgovor upoznati način razmišljanja učenika/ca i njihove ideje, uzeti ih u obzir i tako im omogućiti smislenije učenje fizike. Važno je znati kako netačne intuitivne ideje korigovati, eliminisati ili integrisati u naučno znanje. Pokazalo se da tradicionalnom nastavom pogrešne ideje ostaju nedodirnete i mogu ostati kao pogrešan temelj na kojem se izučavaju budući nastavni sadržaji.



Primjeri

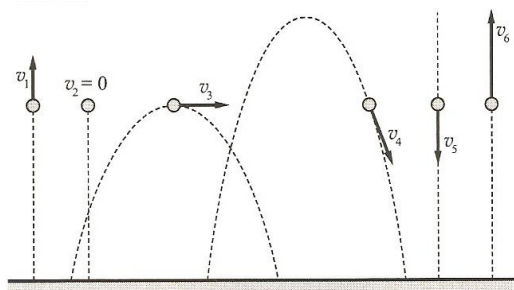
1. Pogrešne ideje koje se javljaju u vezi izučavanja prvog Njutnovog zakona:

- tijelo miruje ako na njega ne djeluje nikakva sila,
- ako se tijelo kreće, znači da na njega djeluje neka sila.

2. Pretkonceptije koje su u suprotnosti sa drugim Njutnovim zakonom:

- ako se tijelo kreće, na njega djeluje sila u smjeru kretanja,
- tijelo se kreće ako na njega djeluje sila; kada sila prestane da djeluje tijelo se zaustavlja,
- sila se mijenja sa brzinom tijela.

Slika 3.2.9.1.

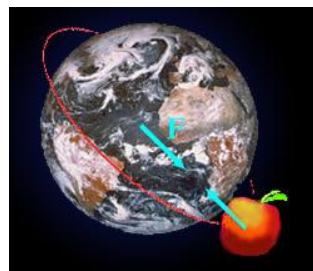


Slika 3.2.9.2.

Na Slici 3.2.9.2. jednakne kuglice nalaze se na jednakoj visini. Na pitanje jesu li sile koje djeluju na kuglice jednake ili različite, učenici/e često odgovaraju da su različite, iako na svaku kuglicu djeluje samo sila $m \mathbf{g}$.

Slika 3.2.9.3.

3. Mnogi učenici/e vežu gravitacionu silu uz Zemlju i ne smatraju je univerzalnom silom između bilo koje dvije mase. No, i oni koji znaju da osim što Zemlja privlači jabuku i jabuka privlači Zemlju, u velikoj većini smatraju da je sila Zemlje na jabuku puno veća od sile jabuke na Zemlju (vidi Sliku 3.2.9.3). Gravitacija se veže uz padanje, pa će neki učenici/e smatrati da ona djeluje samo kad tijelo pada.



Kakva treba da bude nastava koja vodi računa o učeničkim pogrešnim idejama?

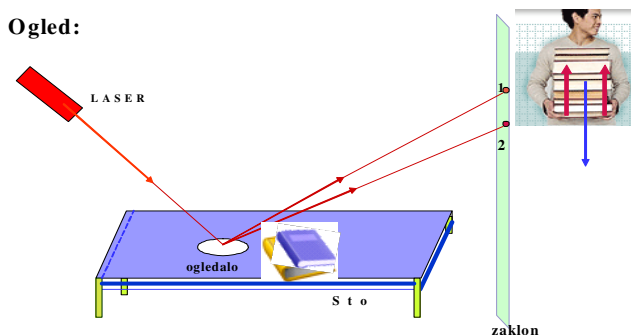
Odgovor daje jedan od postulata konstruktivističkog pristupa učenju koji kaže da nastava mora biti problemski usmjerena i naglašeno interaktivna, sa aktivnom ulogom učenika/ca. Izučavani sadržaji treba da budu misaono konstruisani u učionici u interaktivnom procesu.

Zašto je važno poznavati učeničke intuitivne ideje?

Da bi se nastava bolje prilagodila učenicima/ama i bila efektivnija.

Ako nastavnik/ca zna da dobar dio učenika/ca smatra apsurdnim da sto može proizvesti silu prema gore na knjigu koja na njemu leži, neće na jednak način i jednakom brzinom uvesti pojam sile reakcije podloge kao drugi nastavnik/ca, koji tog problema nije svjestan/svjesna. Ako su ideje učenika/ca nastavniku/ci poznate, on/a će odabrati ogledne ili probleme čiji će ishod biti u suprotnosti sa učeničkim očekivanjima (Slika 3.2.9.4).

Da bi učenici/e prihvatili/e novu ideju i napuštili/e staru, potrebno je da novu ideju dožive kao jasnu, prihvatljivu i korisnu.



Slika 3.2.9.4.

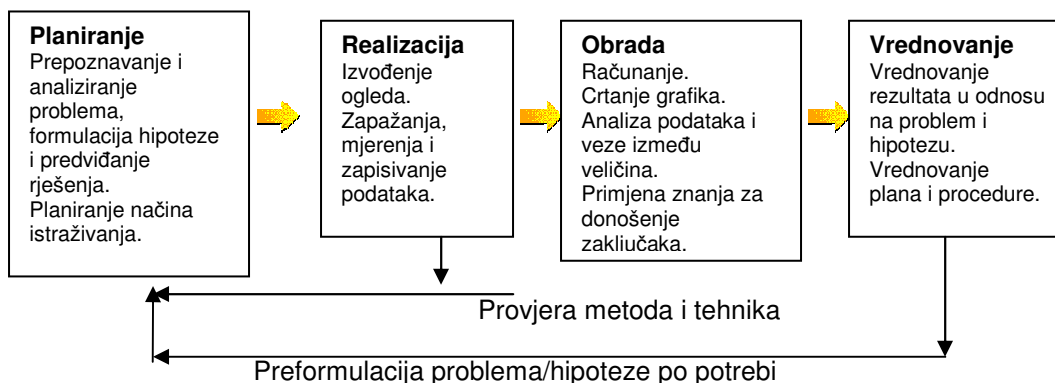
3. 2. 10. Školski fizički eksperiment kao sredstvo aktivizacije misaone aktivnosti učenika/ca na časovima fizike

Zainteresovanost za izučavane sadržaje je najprirodniji motiv učenja. Zadati problem je jedan od najvažnijih podsticaja za učenje i saznavanje novoga. Pri tome se razvijaju intelektualna aktivnost, mašta, kritičko mišljenje, zapažanje i povećava usmjerenost pažnje. Saznajni interes određuje pozitivan odnos učenika/ce prema učenju u cjelini.

Upoznavanje učenika/ca sa metodama naučnog saznanja jedan je od ciljeva školskog obrazovanja. Metod naučnog saznanja sastoji se iz tri dijela:

1. teorijske pretpostavke – hipoteze,
2. eksperimentalna provjera hipoteze,
3. upoređivanje teorijskih i eksperimentalnih podataka i formulisanje zaključaka.

Suštinski dio tog metoda je eksperiment. Da bi eksperiment ispunio svoju funkciju potrebno je znati uraditi niz koraka čiji je redosljed ovdje prikazan šemom.

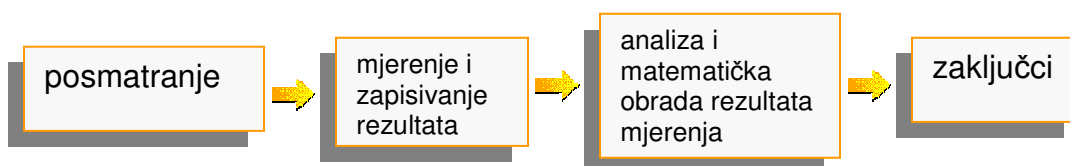


Eksperimentalnim metodom utvrđujemo uzročno-posljedične veze među pojavama i veličinama koje karakterišu svojstva tijela i pojava. Pomoću eksperimenta fizika ne samo da objašnjava pojave materijalnog svijeta nego i ovladava njima. On je važno sredstvo provjere valjanosti tehničkih projekata i unapređivanja tehnoloških procesa.

Eksperiment je istovremeno izvor znanja, nastavna metoda i sredstvo aktivizacije sazajnih aktivnosti učenika/ca. Eksperimentalni katakter fizike može se predstaviti različitim oblicima školskog eksperimenta: demonstracioni ogladi, laboratorijske vježbe, eksperimentalni zadaci (školski i domaći) i zadaci istraživačkog karaktera. Kroz eksperimentalni rad učenici/e stiču konkretno iskustvo o ispitivanoj pojavi, uče da rade timski, razvijaju radoznalost, motivaciju, kreativnost, vještine istraživanja i rješavanja problema, upotrebe tehnike i opreme i razvijaju naučni pristup i razumijevanje metoda nauke.

Demonstracioni eksperiment u nastavi fizike privlači pažnju i podstiče motivaciju učenika/ca za učenje.

Opštu strukturu školskog fizičkog eksperimenta možemo predstaviti na sljedeći način:



3.2.11. Primjer problemski usmjerenog pristupa pri učenju o fotoelektričnom efektu²⁰

Fizika izrasta u dijalogu, raspravi ...
W. Heisenberg

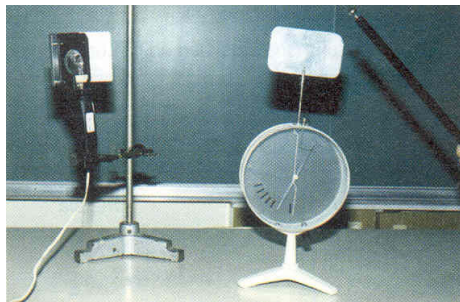
Cilj je da učenicima/ama omogućimo da steknu konkretna iskustva o fotoelektričnom efektu, da uče da rade saradnički (kooperativno učenje), da kod njih razvijamo vještine istraživanja, rješavanja problema i upotrebe odgovarajuće tehnike i opreme, razvijamo

²⁰ Radimir Sušić, Vaspitanje i obrazovanje br. 2 2008. str. 83 - 92.

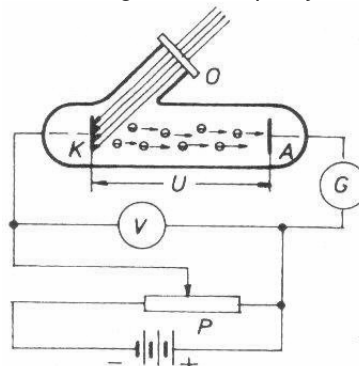
naučni pristup i razumijevanje prirode nauke, da podstičemo znatiželju, motivaciju i kreativnost.

Učenje fizike je rad učenika/ca, a ne rad na učenicima/ama. Nastavnik/ca posreduje između izučavanih sadržaja i učenika/ca.

Pokazaćemo izučavanje samo nekih elemenata fotoelektričnog efekta primjenom problemski usmjerene nastave.



Slika 3.2.11.1.



Slika 3.2.11.2.

Možemo početi postavljajući učenicima/ama pitanje da li su čuli/e za tu pojavu i šta o njoj znaju. Tako saznajemo njihovo iskustvo o izučavanim sadržajima i otkrivamo moguća predubjeđenja koja nijesu u skladu sa principom naučnosti, a što u daljem toku nastave treba uzeti u obzir. Problemsku situaciju možemo uvesti kroz pripremljeni ogled (Slika 3.2.11.1) u kome negativno naelektrisanu cinkanu pločicu na elektroscopu obasjavamo svjetlošću, prvo iz običnih sijalica, a zatim ultraljubičastom svjetlošću (živin izvor bez staklene zaštite). Nastavnik/ca ukaže na pripremljeni ogled, na aktivnosti koje slijede i traži od učenika/ca da predvide rezultat ogleda. Nakon realizacije ogleda, vodi se dijalog o uočenim rezultatima, a posebno o onima koji su za učenike/ce neočekivani i konfliktni.

■ Neka od mogućih pitanja nastavnika/ca za datu problemsku situaciju

1. Zašto se listići elektroscopa spuste kada se pločica obasja ultraljubičastom svjetlošću?

Hallwachs je 1887. godine registrovao tu pojavu kao zanimljivu, ali je nije mogao objasniti. Otkrićem elektrona 1897. godine postala su jasnija opšta svojstva fotoelektričnog efekta. Kroz raspravu usmjeravamo učenike/ce na zaključak da kada svjetlošću obasjamo metal, ona svojom energijom izbacuje elektrone iz površinskog sloja metala. Negativno naelektrisanu pločicu ima višak elektrona. Svjetlost izbacujući elektrone neutrališe pločicu. Pojava emisije elektrona iz metala pod uticajem svjetlosti dobila je naziv fotoelektrični efekat.

2. Zašto ultraljubičasta svjetlost, čak i malog intenziteta, izbacuje elektrone iz metala, dok vidljiva i većeg intenziteta ne?

Ovo je ključno pitanje. Ono je za učenike/ce složenije od prethodnog. Kod njih ono izaziva konflikt između znanja kojim raspolažu o talasnoj prirodi svjetlosti i zahtjeva koji su proistekli iz novog nastavnog zadatka. Takođe, zahtijeva od učenika/ca misaonu aktivizaciju, budući da su prethodna znanja nedovoljna za to.

Fotoelektrični efekat se može ispitivati i pomoću strujnog kola prikazanog na Slici 3.2.11.2. U nedostatku odgovarajuće opreme moguće je koristiti kompjuterske simulacije i animacije.

Osim frontalne rasprave, posebnu prednost u nastavi ima rasprava u grupama. Učenici/e uspješnije uče sarađujući sa drugim učenicima/ama. Nastavnik/ca otvara problem, motiviše učenike/ce na razmišljanje i postavlja pitanja koja treba prodiskutovati.

Nastavnik/ca ne treba učenicima/ama da saopštava zaključke do kojih oni/e sami/e mogu doći u toku rada na času. Bilo bi korisno da učenici/e u raspravi prvo zaključe da ultraljubičasta svjetlost ima „veću energiju“ nego vidljiva. Takođe, da je energija svjetlosti veća što je veća njena frekvencija. Ogljed je pokazao da za emisiju fotoelektrona nije bitan intenzitet već frekvencija svjetlosti.

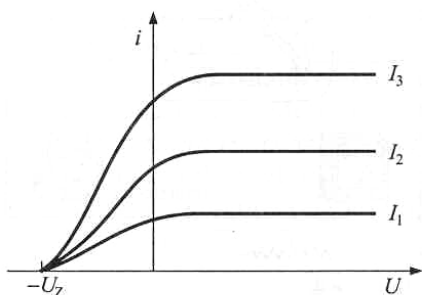
Slijedi pitanje da li je to moguće objasniti primjenom talasne teorije svjetlosti.

U raspravi će se konstatovati da se u sklopu talasne teorije svjetlosti ne može vidjeti uticaj frekvencije svjetlosti na fotoelektrični efekat. Dakle, rezultati ogljeda nijesu u skladu sa očekivanjima prema učenicima/ama poznatoj, talasnoj – Maxwelllovoj teoriji.

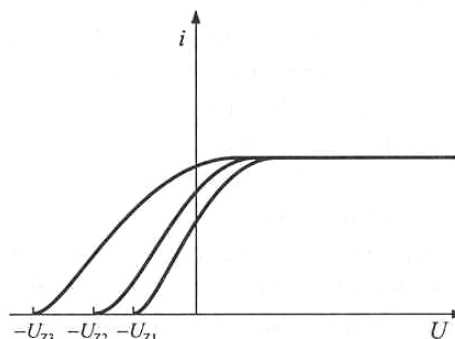
Rješavanje problema ne treba da bude cilj za sebe, nego sredstvo misaonog aktiviranja u funkciji razvijanja naučnog načina mišljenja i razvijanja bitnih vještina i kompetencija učenika/ca. Da li je dati problem dobar ili loš zavisi prije svega da li je nastavniku/ci uspjele da ga iskoristi za misaonu aktivizaciju pri usvajanju novih znanja. U pedagogiji i pedagoškoj psihologiji ističe se da je „mišljenje djelatnost koju svako mora sam da obavlja“. To je posebno isticao njemački pedagog Disterveg, govoreći - „Svako ko želi da se razvija i obrazuje treba to da postigne sopstvenom aktivnošću, sopstvenim naporom. On spolja može biti samo podstaknut a njegova samostalnost je sredstvo i istovremeno rezultat obrazovanja“. Takođe u vezi sa značajem aktivnosti učenika/ca, pedagog Rösner kaže: „Loš nastavnik/ca daruje istinu, dobar nastavnik uči učenike da je sami nalaze“.

3. Kako možemo izmjeriti kinetičku energiju fotoelektrona?

Učenike/ce je korisno upoznati i sa nekim eksperimentalnim rezultatima koje je istraživanjem dobio Lennard 1902. godine (Slika 3.2.11.3. i Slika 3.2.11.4).



Slika 3.2.11.3.



Slika 3.2.11.4.

U kojoj mjeri će učenici/e raspravljati o tim rezultatima zavisi od raspoloživog vremena. Na Slici 3.2.11.3 data je zavisnost jačine fotoelektrične struje od napona između fotokatode i anode. Upadna svjetlost je monohromarska, ali je u tri situacije različitog intenziteta ($I_1 < I_2 < I_3$). Fotokatoda je od istog metala. Raspravu usmjeravamo sa ciljem da učenici/e uoče da, bez obzira na to koliki je intenzitet svjetlosti, fotoelektrična struja nestaje pri naponima koji su manji od tzv. zastojećeg napona $-U_z$. Važno je da iznose vlastite ideje kako se može izmjeriti kinetička energija fotoelektrona.

4. Od čega zavisi kinetička energija fotoelektrona?

Na Slici 3.2.11.4. data je zavisnost fotoelektrične struje od napona između elektroda za tri različite situacije u kojima je intenzitet svjetlosti isti ali su frekvencije različite ($\nu_1 < \nu_2 < \nu_3$). Bitno je da učenici/e uoče da je zakočni napon veći što je veća frekvencija svjetlosti koja pada na fotokatodu. Iz toga treba da izvedu zaključak da kinetička energija fotoelektrona zavisi od frekvencije svjetlosti, što nije u skladu sa njihovim prethodnim znanjem i iskustvom.

Prethodni rezultati ne mogu se u cjelini objasniti pomoću talasne teorije svjetlosti. To posebno važi za zakonitost prikazanu na Slici 3.2.11.4.

Nastavnik/ca je „pripremio/la teren“ za uvođenje osnovnih ideja Einsteinove fotonske teorije svjetlosti. Prema njima svjetlost se sastoji od kvantata energije (fotona). Energija fotona²¹ određena je izrazom

$$\varepsilon = h\nu \dots\dots\dots 3.2.11.1.$$

gdje je h Plankova konstanta.

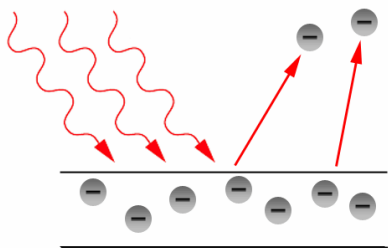
Foton u površinskom sloju metala interaguje sa elektronom koji poslije te interakcije izlazi iz metala.

Bitno je pitati učenike/ce da li im odgovor na pitanje 2. omogućava nova korpuskularna teorija svjetlosti. Očekujemo da će kroz raspravu to potvrditi.

Svaki novi sadržaj učenicima/ama se može ponuditi kao svojevrsan problem.

■ **Problem.** *Da bi slobodni elektron izašao iz metala potrebno je uložiti rad A , koji se zove izlazni rad, za savladavanje sila koje elektron drže u metalu. Preostali dio energije fotona transformiše se se u kinetičku energiju elektrona.*

- Za situaciju u kojoj nema spoljašnjeg napona (Slika 3.2.11.2) odredite vezu između maksimalne kinetičke energije emitovanih fotoelektrona, energije fotona (frekvencije upadne svjetlosti) i izlaznog rada elektrona za dati metal (Slika 3.2.11.5).*
- Koliki bi se zaustavni negativni napon U_z morao uspostaviti između fotokatode i anode da bi se spriječilo emitovanje elektrona sa površine katode?*



Slika 3.2.11.5.

Na pitanje a) očekujemo da će učenici/e sami/e dati pravilan odgovor. U prilici su da primijene zakon održanja energije u novoj situaciji. Foton troši energiju da bi oslobodio elektron veza u metalu (za izlazni rad), a preostali dio energije koju je u interakciji dao elektronu je kinetička energija elektrona. Svi elektroni ne izlaze sa istom kinetičkom energijom. Za one čija je kinetička energija najveća važi prema zakonu održanja energije jednačina:

$$h\nu = A + E_{kmax} \dots\dots\dots 3.2.11.2.$$

²¹ Naziv foton za svjetlosne kvante energije uveo je G. N. Lewis 1926.

Pitanje *b)* im je teže, jer moraju primijeniti znanje o radu sile u električnom polju i vezi između potencijalne energije fotoelektrona i promjene kinetičke energije. U prilici smo da provjerimo koliko im je znanje o tim, ranije izučavanim sadržajima, smisleno i koliko ga mogu primijeniti u novoj situaciji. Ako se pokaže da su oni/e te sadržaje već zaboravili/e, treba ih na njih podsjetiti, ali u kontekstu novog problema. To je učenicima/ama stimulativnije nego da se ponavlja posebno i nevezano uz konkretan problem. Zakočni napon U_z mora biti toliki da potencijalna energija fotoelektrona u električnom polju eU_z bude jednaka njihovoj maksimalnoj kinetičkoj energiji. Cilj je da smisleno dođu do relacije

$$E_{kmax} = e U_z \dots\dots\dots 3.2.11.3.$$

Očekujemo od učenika/ca da će zaključiti, ako to nijesu uradili/e pri odgovoru na treće pitanje, da mjereći zakočni napon U_z i primjenjujući zakon održanja energije mogu odrediti kinetičku energiju fotoelektrona. Treba insistirati na tome da sami/e dođu do rješenja usmjeravajući ih odgovarajućim dodatnim potpitanjima. Kada se kao odgovor dobije jednačina

$$eU_z = hv - A \dots\dots\dots 3.2.11.4.$$

neophodno je prodiskutovati.

Eventualna pitanja koja nastavnik/ca može postaviti su:

- **Koja veličina u jednačini 4. opisuje konkretno svojstvo metala fotokatode?**

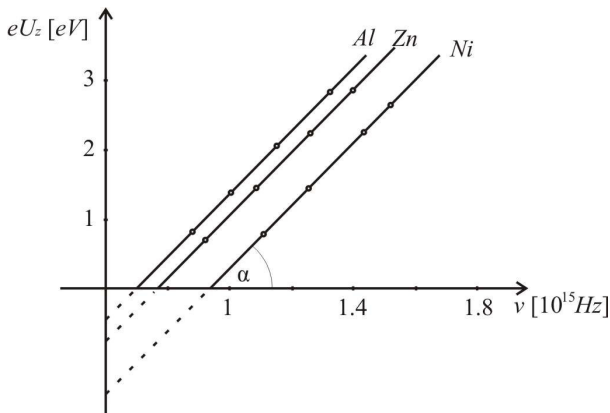
Očekujemo od učenika/ca da daju odgovor da je to izlazni rad A .

- **Pokušajte zamisliti eksperiment kojim bi na osnovu te jednačine odredili izlazni rad elektrona za dati metal.**

Ovdje ne možemo očekivati da učenici/e samostalno dođu do pravog rješenja, ali je bitno da iznose sopstvene ideje pristupu problemu.

- **Pokušajte grafički predstaviti zavisnost kinetičke energije fotoelektrona od frekvencije svjetlosti za različite materijale fotokatode.**

Rasprava vodi na Sliku 3.2.11.6. Na njoj je data zavisnost kinetičke energije fotoelektrona od frekvencije svjetlosti za tri različita materijala fotokatode. Cilj je da učenici/e samostalno uoče da kinetička energija fotoelektrona zavisi od frekvencije svjetlosti i od vrste metala od kojega je fotokatoda. Neophodno je ukazati na korelaciju sa izučavanim sadržajima iz matematike (grafik linearne funkcije, koeficijent pravca i slično).



Slika 3.2.11.6.

- **Da li vam je ubjedljivo da svjetlost bilo koje frekvencije na datom materijalu ne može izazvati fotoelektrični efekat?** Očekujemo od učenika/ca da samostalno uoče, analizom jednačine 2, i grafika na Slici 3.2.11. 6 da do fotoefekta dolazi samo kada je frekvencija svjetlosti veća od određene vrijednosti ν_{min} za dati materijal fotokatode. Podsjetimo ih na relaciju koja povezuje frekvenciju i talasnu dužinu

$$\nu_{min} = \frac{c}{\lambda_{max}} \dots\dots\dots 3.2.11.5.$$

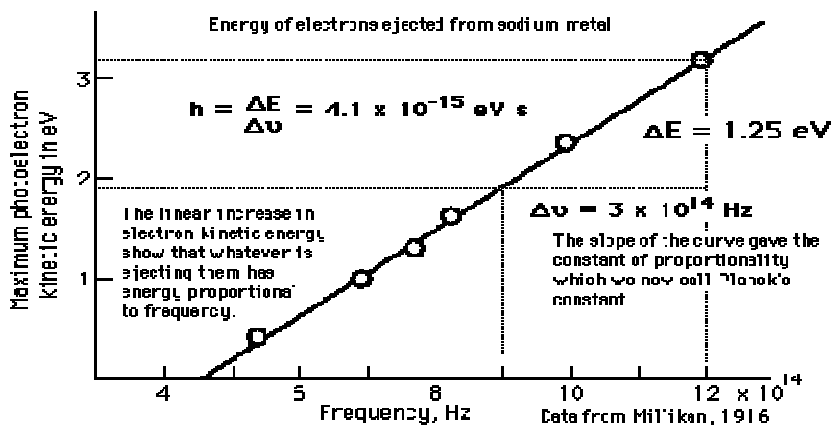
Upoznajemo ih da se ta granična frekvencija (talasna dužina) naziva crvena granica fotoefekta. Za cink, crvena granica fotoefekta nalazi se u bližoj ultraljubičastoj oblasti spektra. Kod drugih metala, npr. natrijuma i kalijuma ta granica leži u vidljivoj oblasti spektra.

Korisno je upoznati učenike/ce da je Einstein 1905. godine u časopisu „Annalen der Physik“, u kojem je iznio teoriju fotoelektričnog efekta, istakao da ako je jednačina 4. korektna, nagib dijagrama koji pokazuje zavisnost zakočnog napona od frekvencije svjetlosti ne zavisi od svojstava konkretnog metala. Tako je ponudio put za eksperimentalnu potvrdu svoje teorije. Učenicima/ama će biti zanimljive informacije da je reakcija naučnika na Einsteinove ideje o fotoefektu bila izrazito negativna. Interesantno je da je prilikom Einsteinova primanja u članstvo Pruske akademije nauka 1913. godine rečeno da ga primaju „uprkos njegovoj teoriji fotoelektričnog efekta“. Rasprava o ovim pitanjima je dobra ilustracija kako su revolucionarni koraci u nauci mukotrpn i nailaze na velike otpore.

Zanimljivo je čuti ideje učenika/ca kakvim bi eksperimentom potvrdili/e valjanost jednačine 4.

■ Pokušajte primjenjujući jednačinu 3.2.11.5. predvidjeti kako bi mogli eksperimentalno odrediti Plankovu konstantu.

Uloga nastavnika/ce je značajna u početnoj fazi u kojoj razmišljanja učenika/ca treba pravilno usmjeriti. Dobro je uvesti i prodiskutovati i istorijske aspekte vezane za teoriju fotoelektričnog efekta, ali i tu treba uključiti učenike/ce. Učenicima/ama će biti zanimljivo obrađivati originalne i istorijski važne Millikenove rezultate koji su doveli do opšteg prihvatanja teorije fotoelektričnog efekta (Slika 3.2.11.7).



Slika 3.2.11.7.

Interesantne će im biti informacije o Millikemovim rezultatima. Preciznim eksperimentima Robert Milliken je 1916. godine pokazao da je zavisnost zakočnog napona od frekvencije upadne svjetlosti strogo linearna, kao što predviđa i jednačina 5. Time je dokazano da su Einsteinova predviđanja bila ispravna. Mjerenjem nagiba grafika zavisnosti maksimalne kinetičke energije fotoelektrona od frekvencije svjetlosti (Slika 3.2.11.7). Milliken je dobio za vrijednost Planckove konstante $h = 6.55 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$, koja se neznatno razlikovala od

vrijednosti koju je dobio Planck - $h = 6.52 \cdot 10^{-34}$ J s šesnaest godina ranije²². Nakon ovog uvjerljivog eksperimenta Einsteinova teorija se počinje ozbiljno prihvatati. Einstein 1921. godine za objašnjenje fotoelektričnog efekta dobija Nobelovu nagradu za fiziku. Ovo je samo jedan primjer na kojem učenici/e mogu uočiti da su promjene stalna obilježja nauke i da se najčešće sastoje u modifikaciji postojećih saznanja. Stalni proces nastanka i potvrđivanja novih teorija dovodi do boljeg razumijevanja svijeta, ali ne i do potpune istine. Učenici/e više nauče kada su u nešto uključeni/e nego kada im se o tome samo govori.

Ukoliko o rješenju problema i njegovom značenju razgovaraju prvo u grupama i, ako je moguće, uz realizaciju učeničkog eksperimenta ili uz kompjuterske simulacije, neophodno je kroz raspravu na nivou odjeljenja doći do predviđenih generalizacija i misaonih konstrukcija.

Aktivnim učešćem u raspravi koja vodi do pravih odgovora dolazi do sazrijevanja prethodnog znanja i istovremeno stvaranja proceduralnog znanja. Nastavnici/e će koristiti kombinaciju različitih metoda jer svi/e učenici/e ne uče na isti način. Izučavane sadržaje će u najvećoj mogućoj mjeri nastojati preoblikovati u konkretne vještine.

Kod učenika/ca tako razvijamo numeričke vještine (razumijevanje informacija prezentovanih grafički i na matematički način), vještine istraživanja i rješavanja problema (kritičko, kreativno i logičko mišljenje, identifikovanje, opisivanje i definisanje problema, istraživanje generisanje i razvijanje ideja ...), vještine učenja i rada i druge. Bitno je da učenici/e nauče da pokažu svoje znanje u vidu vještina.

Na motivaciju za učenje pozitivno utiče stavljanje naglaska na usvajanje primjenljivih znanja. Učenje je uspješnije na zadacima koji su značajni u svakodnevnom životu. Učenicima/ama će biti zanimljivo izučavati primjenu fotoelektričkog efekta, posebno sa aspekta korišćenja solarne energije. Ovi sadržaji bi bili interesantni i kao teme za projektni rad učenika/ca, pisanje referata, pravljenje panoa, PPT prezentacija i slično.

Problemski usmjerena nastava je autonomna i pomoću nje je moguće realizovati sve sadržaje u osnovnoj i srednjoj školi. Mala je razlika između ovog pristupa i problemske nastave. U problemskoj nastavi se više pažnje i vremena daje učenicima/ama za njihovo samostalno rješavanje problema po grupama, dok je u problemski usmjerenoj nastavi naglasak na interakciji i raspravi u cijelom odjeljenju.

3. 3. Provjeravanje i ocjenjivanje

3. 3. 1. Osnovni elementi znanja, u kojima su znakom * obilježeni elementi, koji su obavezni ishodi procesa nastave.

Fizička pojava

1. *Naziv pojave i osnovne karakteristike, po kojima se prepoznaje (ili definicija)
2. Uslovi pri kojima se pojava odvija
3. Veza date pojave sa drugim pojavama
4. *Objašnjenje pojave na osnovu znanja koja učenik/ca posjeduje
5. *Primjeri korišćenja pojave u praksi (ili manifestovanja u prirodi)

²² Savremeni eksperimenti za vrijednost Plankove konstante daju $6.626 \cdot 10^{-34}$ Js

Fizička veličina

1. *Naziv i oznaka veličine
2. Čega je karakteristika data veličina (pojave, svojstva, procesa)
3. Definicija
4. *Relacija – formula, koja datu veličinu povezuje sa drugim veličinama
5. *Jedinice mjerenja veličine
6. Način mjerenja veličine

Fizički eksperiment - ogled

1. *Cilj ogleda
2. Šema ogleda
3. *Tok – način realizacije, ogleda
4. *Rezultat ogleda
5. *Interpretacija rezultata ogleda

Fizički zakon

1. Formulacija zakona.
2. *Izražavanje zakona matematički
3. *Naziv i jedinice mjerenja svih veličina koje zakon obuhvata
4. Ogledi koji potvrđuju ispravnost zakona
5. *Primjeri primjene zakona u praksi
6. Granice primjenljivosti zakona

3.3.2. Provjeravanje znanja i problemski usmjerena nastava

U predavačkoj nastavi od učenika/ca se zahtijeva pamćenje. To je jedan od razloga zašto se fizika u školama doživljava kao „težak“ i zahtjevan predmet. Način provjere znanja je moćno sredstvo za oblikovanje procesa učenja. Ako se visoka ocjena dobije za tačnu reprodukciju ili samo tačno napisanu jednačinu – formulu, to će direktno podsticati mehaničko učenje – učenje napamet.

U problemski usmjerenoj nastavi ne insistira se na reprodukciji sadržaja. Znanje učenika/ca provjerava se tek u novim situacijama kada su ta znanja potrebna za rješavanje problema u vezi novih izučavanih sadržaja. I tada je provjeravanje reprodukcije beskorisno. Provjerava se sposobnost primjene prethodnih znanja na rješavanje novih problemskih situacija. Provjerava se i vrednuje proceduralno znanje, ali ne ispitivanjem nego snalaženjem učenika/ca u novim situacijama. Za učenika/cu je to povoljnije, jer se ispituje ono što on/a zna, kada se u raspravi javi za riječ. Ako se učenici/e ne sjećaju prethodno izučavanih sadržaja, neophodnih za izučavanje novih, kroz raspravu će ponoviti ono što je potrebno. Ponavljanje prethodno izučavanih sadržaja ih motivirše jedino ako su suočeni sa problemom za čije rješavanje im je potrebno znanje tih sadržaja.

Bitan cilj učenja fizike je sticanje proceduralnog znanja (znati kako).

Pri vrednovanju i ocjenjivanju rada i znanja učenika/ca bitno je obratiti pažnju na sljedeće elemente:

- ▶ iskazivanje prihvatljivih ideja o problemu,
- ▶ postavljanje pretpostavki,
- ▶ kreiranje eksperimenta,
- ▶ kritičko razmišljanje,
- ▶ zaključivanje.

Pismeno ispitivanje

Dobro smišljenim pitanjima dobijamo uvid u različite nivoe znanja, vještine i kompetencije. Pitanja kojima ćemo provjeriti jesu li učenici/e razumjeli sadržaje, je li im jasno kako se do tih znanja dolazi i, posebno, mogu li to znanje primijeniti u novim problemskim situacijama. Pitanja treba da odraze sve dimenzije nastave zadate materijalnim i funkcionalnim zadacima – operativnim ciljevima.

Kako znanje učiniti „vidljivim“?

Koja i kakva pitanja postaviti učenicima/ama da bi utvrdili kakvo im je i koliko znanje? Pitanja treba da budu takva da jasno pokažu učenicima/ama koji su bili ciljevi i zadaci nastave i kakav je bio proces nastave i učenja. Nastava mora biti usmjerena na razumijevanje i primjenu izučavanih sadržaja, a ne na deklarativno znanje (znati što), odnosno upoznavanje mnoštva informacija.

Kako to postići?

Podsticati učenike/ce na kreativno mišljenje umjesto memorisanja pravila i zakona. Zahtijevaćemo da samostalno eksperimentišu umjesto da pažljivo izvode oglede po detaljnim uputstvima. U skladu sa prethodnim treba pripremiti i pitanja i zadatke za vrednovanje i ocjenjivanje znanja učenika/ca.

Šta nam je cilj?

Znanje informacija, reprodukcija ili razumijevanje sadržaja. Znaju li razmišljati i naučeno primijeniti?

U toku nastave učenici/e su oglecima sticali/e iskustvo u mišljenju, razmišljali/e o zaključcima na osnovu dobijenih podataka, provjeravali hipoteze ...

Da li su za ocjenjivanje pogodna pitanja tipa:

Formula za rad koji izvrši sila F na putu s je

Kolika je srednja brzina automobila koji pređe put 1000m za 25s?

Ova pitanja ohrabruju učenike/ce na početku ispitivanja. Slabim učenicima/ama daju šansu da pokažu najniži nivo znanja (poznaju pojam, znaju neke definicije). Ako je većina pitanja toga tipa cilj nastave je promašen. Zašto će onda učenici/e na nastavi raspravljati o nekom problemu i postavljati hipoteze o njegovom rješenju? Uspješnost nastave zavisi i od načina vrednovanja i ocjenjivanja znanja učenika/ca.

Treba nastojati da pitanja budu u skladu sa ciljevima i metodama.

Ako učenici/e razumiju dati sadržaj, oni/e mogu na primjeru objasniti fizičku zakonitost svojim riječima. Razumjeti znači razviti sposobnost razmišljanja.

Nivoi znanja i sposobnosti razvijeni učenjem (R. L. Ebel):

- ▶ razumijevanje pojmova,
- ▶ razumijevanje činjenica, principa i generalizacija,
- ▶ sposobnost iskaza ili ilustrovanja tog razumijevanja,
- ▶ sposobnost rješavanja računskih zadataka,
- ▶ sposobnost predviđanja onoga što se može dogoditi u određenim situacijama,
- ▶ sposobnost preporučivanja određenih radnji u konkretnoj problemskoj situaciji,
- ▶ sposobnost vrijednosnog procjenjivanja.

3.3.3. Primjeri pitanja koja traže različite nivoe znanja i koja su u skladu sa ciljevima nastave:

1. *Pred vama se nalazi aluminijumska kuglica.*

- a) *Kako pomoću vage i menzure možete odrediti da li je sva od aluminijuma ili se u njoj nalazi vazдушna šupljina?*
- b) *Može li se utvrditi gdje je šupljina, u centru kuglice ili bliže površini. Opišite ogled.*
- c) *Ako mislite da se može odrediti na drugi način, navedite postupak.*

- a) U tekstu zadatka gustina se ne pominje direktno. Učenik/ca mora prepoznati pojam gustine kao karakteristično svojstvo supstancije koje može dati odgovor na pitanje. Vagom izmjeri masu, menzurom zapreminu i lako izračuna gustinu. Ako dobije vrijednost koja se znatno razlikuje od 2700 kg/m^3 može se uvjeriti da se u kuglici nalazi šupljina. Odgovor zahtijeva više od reprodukcije. Utvrđuje se razumijevanje pojma gustine time što treba navesti koje veličine mjeriti i kako pomoću njih odrediti gustinu.
- b) Spustimo kuglicu u sud sa vodom. Ukoliko je šupljina u centru kuglica će plivati na površini vode ukoliko je srednja gustina manja od gustine vode (što će biti u slučaju šupljine većih razmjera), ili će potonuti tako da se šupljina nalazi u gornjem položaju. Ovdje možemo očekivati ne jedan već više odgovora (divergentno razmišljanje). Pokušaji rješavanja ovog zadatka pokazuju odliku apstraktnog mišljenja gdje učenik/ca iskazuje sposobnost predviđanja šta se može dogoditi u određenim situacijama.
- c) Treba prihvatiti svaki razuman odgovor, pa i onaj koji nije sasvim tačan ali pokazuje kreativnost učenika/ca prilikom rješavanja. Treba cijeniti i odgovor učenika/ca koji će pomenuti snimanje kuglice rendgenskim zračenjem.

2. *Teg mase 0.2 kg nalazi se na ivici stola visine 1m.*

- a) *Ako ga gurnemo lagano sa ivice stola, teg će pasti na pod. Koliku će energiju pri tome predati podu?*
- b) *Pretpostavimo da na podu postoji otvor tako da teg padne kroz njega u prostoriju ispod nas. To je prostorija visoka 3 m. A pod gornje prostorije je debeo 30 cm. Koliku je energiju teg predao podu donje prostorije?*
- c) *Da li smo bušenjem otvora na podu povećali gravitacionu potencijalnu energiju?*

Odgovor na pitanje pod a) zahtijeva razumijevanje pojma gravitacione potencijalne energije i izraza za njenu promjenu. Rješavanjem zadatka učenik/ca pokazuje da razumijevanje pojma potencijalne energije može izraziti matematički. Zadaci b) i c) nude problem u novim okolnostima, što može zbuniti učenika/cu. Učenik treba da razumije da fizički smisao ima samo promjena gravitacione potencijalne energije.

3. *Pred vama su mali komad čelika, sud sa vodom, termometar, špiritusna lampa, kalorimetar i menzura. Kako možete odrediti masu čeličnog tijela? Dozvoljeno je korišćenje tablica iz priručnika. Poznati su masa kalorimetra i materijal od kojega je on napravljen.*

Rješavanjem ovog zadatka učenik/ca pokazuje sposobnost preporučivanja eksperimentalnih radnji koje treba realizovati da bi zadatak riješio/la. To je vrlo visok nivo znanja, vještina i kompetencija. Time utvrđujemo da li je učenik/ca postigao/la nivo formalnih misaonih operacija.

3.3.4. Uticaj provjeravanja i ocjenjivanja znanja na učenje fizike

Provjeravanje i ocjenjivanje su procesi koji čine sastavni dio svih faza procesa nastave i učenja. Ocjenjivanje ima: saznanji, emocionalni i motivacioni uticaj na proces učenja.

Provjeravanje čiji je cilj reprodukcija izučavanih sadržaja afirmiše prije svega učenje usmjereno na memorisanje. Da li nam je cilj da imamo učenike/ce koji/e dobro pamte ili učenike/ce koji/e znaju da misle? Provjeravanje i ocjenjivanje koje zahtijeva upotrebu znanja u novim situacijama zahtijeva da proces učenja bude usmjeren na razumijevanje, kritičko mišljenje, primjenu, analizu, sintezu i vrednovanje. Provjeravanje i ocjenjivanje je efektivnije ako na primjerima rješavanja problema utvrđujemo kvalitet usvojenih znanja učenika/ca. Način provjeravanja i ocjenjivanja u dobroj mjeri oblikuje proces nastave i učenja. Recimo, praktično provjeravanje tjera učenika/cu da već u procesu učenja razmišlja o primjeni izučavanih sadržaja. Takav način provjeravanja zahtijeva učenje čiji cilj nije verbalna reprodukcija, što je tipično za usmeno provjeravanje.

Provjeravanje i ocjenjivanje unapređuju kvalitet učenja ako nastavnik/ca učenicima/ama daje kvalitetnu povratnu informaciju.

EFEKTIVNA POVRATNA INFORMACIJA

- Odnosi se na postizanje ciljeva.
- Analitički opisuje postignuće učenika/ca.
- Postignuće ciljeva definisano je opisnim kriterijumima.
- Učenik/ca unaprijed zna šta se očekuje od njega/nje, na osnovu čega će biti ocijenjen/na i na koji način.
- Uvažava proces učenja i rezultate.
- Daje se redovno tokom procesa nastave i učenja.
- Učenika/cu podstiče da unaprijedi učenje, poboljša nivo postignuća – ukazuje mu/joj šta poboljšati i kako.
- Ukazuje učeniku/ci na njegove/njene dobre strane u učenju.
- Pravovremena je kako bi omogućila napredovanje.
- Omogućava učeniku/ci da može sam/a ocjenjivati i pratiti svoje napredovanje u učenju.

3.3.5. Načela koja utiču na izbor oblika i načina provjeravanja

Strpljenje	Učeniku/ci omogućimo vrijeme da razmisli.
Pozitivna usmjerenost	Tražimo znanje, a ne neznanje.
Uvažavanje individualnih osobina	Uvažavati stilove učenja i interesovanja učenika/ca.
Uobličene kriterijuma i načela	Načelo je nužan uslov za objektivno ocjenjivanje, a istovremeno i oslonac za oblikovanje povratne Informacije i obrazloženje ocjene.
Načelo dosljednosti	Izbjeći subjektivne greške u ocjenjivanju.
Načelo utvrđivanja i povezivanja znanja	O znanju smijemo govoriti tek kada utvrdimo strukturu saznanja. To postizemo utvrđivanjem i ponavljanjem.
Planiranje provjeravanja i ocjenjivanja	Utvrđiti plan provjeravanja i ocjenjivanja u skladu sa ciljevima nastave, a takođe i vremenski.
Kontinuirano praćenje učenikovog/icinog rada i napredovanja	Kontinuirano se prati i vrednuje rad učenika/ca, koriste različite metode provjeravanja i ocjenjivanja, bilježi nivo postignuća i o tome redovno informišu učenici/e i roditelji.

3.4. Međupredmetne povezanosti u nastavi fizike

Pod korelacijama podrazumijevamo integrativni – multidisciplinarni pristup objektima, pojavama i procesima realne stvarnosti, što se odražava kroz sadržaje, oblike i metode nastavno-vaspitnog rada pri ostvarivanju obrazovnih, razvojnih i vaspitnih ciljeva u cjelini.

Međupredmetne povezanosti su didaktički uslov i sredstvo cjelovitog upoznavanja i razumijevanja osnova nauke. Utvrđivanje međupredmetnih veza u procesu nastave doprinosi cjelovitijem usvajanju znanja, razumijevanju pojmova i zakona, optimizaciji procesa nastave i učenja, formiranju naučnog pogleda na svijet i razumijevanju povezanosti prirodnih pojava. Osim toga, doprinosi i razvoju logičkog mišljenja i kreativnosti.

Realizacija međupredmetnih korelacija stvara povoljne uslove za formiranje umijeća i navika učenika/ca i doprinosi efektivnosti praktične usmjerenosti nastave i predstavlja uslov i rezultat kompleksnog pristupa realizaciji vaspitno-obrazovnog procesa

PRIMJERI:

Primjer 1

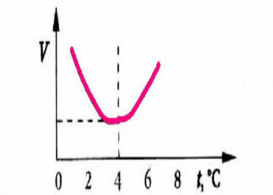
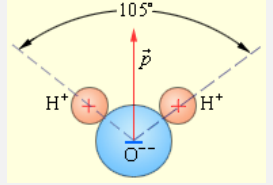
Fizika	Hemija
Izučavani sadržaji	Izučavani sadržaji
Struktura supstancije	Struktura atoma, fizičke osobine elemenata i njihov položaj u periodnom sistemu
Zakoni idealnih gasova	Količina supstancije. Veza sa Avogadrovim brojem i masom
Defekt mase i energija veze	Prepoznavanje vrsta veze u supstanciji na osnovu fizičkih osobina
Elektromotorna sila. Transformacija hemijske energije u električnu	Galvanski element kao izvor struje
Električna provodljivost	Povezanost međumolekulskih sila i fizičkih osobina supstancije
Temperatura. Pojam energije. Termodinamičke veličine	Endotermne i egzotermne reakcije. Uticaj temperature na proces rastvaranja
Energija	Razumijevanja značaja energije sudara i aktivacione energije
Pritisak, zapremina, energija	Hemijska ravnoteža i uticaj faktora na pomjeranje ravnoteže

Primjer 2 - Interdisciplinarni nastavni čas**VODA – JEDINSTVENA SUPSTANCIJA U PRIRODI**

CILJ: DATI CJELOVIT PRIKAZ VODE SA ASPEKTA PRIRODNIH NAUKA: FIZIKE, HEMIJE, BIOLOGIJE I EKOLOGIJE.

Učenici/e se podijele u grupe.

Svaka grupa dobija zadatak da opiše svojstva i karakteristike vode sa odgovarajućeg aspekta: fizike, hemije, biologije, geografije i ekologije.

FIZIČAR	<p>Gustina vode pri hlađenju ne raste monotono do 0°C, već ima maksimum na + 4 °C, a zatim se smanjuje. Pri prelazu u čvrsto stanje gustina se naglo smanjuje i za led iznosi 0.91 g/cm³. Voda ima visoku specifičnu toplotu.</p> <p>Problem: Zašto igla koju pažljivo spustimo u hladnu vodu ostaje na njoj površini?</p>	
HEMIČAR	<p>Formula vode H₂O. Molekul vode ima veliku vrijednost dipolnog momenta $p=6.1 \cdot 10^{-30}$ C·m. Ovako velikom vrijednošću objašnjava se, u prvom redu, osobina vode da je dobar rastvarač.</p>	
GEOGRAF	<p>Voda zauzima oko 75% površine Zemljine kugle. Vodeni omotač Zemlje je hidrosfera. Ona je imala odlučujuću ulogu u geološkoj istoriji Zemlje u formiranju klime i u kruženju supstancije u prirodi.</p>	
BIOLOG	<p>Kretanje vode u organizmu omogućava prenošenje rastvorenih supstancija do različitih dijelova organizma. Voda omogućava eliminisanje nepotrebnih produkata iz organizma. Voda je termostabilizator i termoregulator. Citoplazma ćelija sadrži 60 – 95% vode.</p>	
EKOLOG	<p>Prirodna voda nikada nije savršeno čista. Najčistija je kišnica, ali i ona sadrži primjese zahvaćene iz vazduha: rastvorene gasove, prašinu, mikroorganizme.</p> <p>Koje su metode prečišćavanja vode?</p>	

3.5. Obrazovni potencijal primjene informacionih tehnologija u nastavi fizike

S obzirom da škole posjeduju informatičke učionice moguće je kompjuter koristiti ne samo za nastavu informatike već i ostalih nastavnih predmeta. Ta mogućnost je u nastavi fizike olakšana ako postoji kompjuter sa pratećom opremom u prostoru za realizaciju nastave (učionici ili kabinetu). Kompjuter na časovima fizike omogućava da se istakne u prvi plan eksperimentalna i istraživačka aktivnost učenika/ca. Kompjuterske tehnologije u nastavi prirodne grupe predmeta povećavaju efektivnost realizacije različitih oblika školskog eksperimenta, kao i objektivnost procjenjivanja i ocjenjivanja znanja učenika/ca. To se posebno postiže kroz individualizaciju i diferencijaciju nastavnog procesa.

Sa aspekta procesa nastave:

- povećanje motivacije,
- aktivizacija tada učenika/ca na času.

Sa aspekta organizacije nastavnog procesa:

- primjena individualizacije i diferencijacije,
- dopunske mogućnosti stvaranja problemskih situacija,
- sistematizacija procesa nastavnog istraživanja,
- brza provjera hipoteza učenika/ca,
- brza dijagnostika efektivnosti nastavnog procesa,
- prelaz sa kvalitativnih na kvantitativna istraživanja.

Sa aspekta uticaja na razvoj učenika/ca:

- upoznavanje učenika/ca sa primjenom kompjutera za učenje,
- upoznavanje značaja savremenih izvora saznanja,
- povećanje naučnog nivoa prezentacije sadržaja,
- mogućnost različitog predstavljanja informacija u vezi istog procesa (tabelarni, grafički i slično),
- dopunske mogućnosti razvoja modelskih predstava,
- razvijanje navika samostalnog modeliranja procesa i pojava.

Sa aspekta tehničkih mogućnosti:

- modeliranje procesa koje ne možemo ili ga je teško realizovati u realnom eksperimentu,
- dopunske mogućnosti realizacije principa očiglednosti,
- proširivanje dijapazona istraživanja,
- mjerenje i vizualizacija procesa koji se brzo odvijaju,
- detaljno istraživanje pojedinih detalja eksperimenta,
- kraće vrijeme obrade rezultata mjerenja.

Kompjuter pruža mogućnost primjene različitih programa:

1. **Programi za proces nastave** predviđeni su za upoznavanje učenika/ca sa izučavanjem sadržajima, za formiranje osnovnih pojmova, za razvijanje osnovnih umijeća i navika putem primjene u različitim nastavnim situacijama. Takođe, za samokontrolu i kontrolu usvojenosti novih znanja.
2. **Demonstracioni programi** omogućavaju da se na ekranu prikažu video-zapisi fizičkih pojava i oglada ili njihova simulacija.
3. **Kompjuterski modeli** omogućavaju posmatranje složenih procesa koje nije moguće realizovati na drugi način, kao na primjer: rad lasera, nuklearnog reaktora, različiti

- vidovi oscilacija i sl. Učenici/e mogu upravljati modelovanim procesima mijenjajući odgovarajuće parametre.
4. **Kompjuterske laboratorije** predstavljaju svojevrzne laboratorije za realizaciju istraživanja na određenu temu, npr. TALASNA SVOJSTVA MIKROČESTICA, OPTIČKI SPEKTRI ATOMA, PRIMJENA RENTGENSKOG ZRAČENJA ...
 5. **Realizacija laboratorijskih vježbi** u nedostatku odgovarajuće aparature.
 6. **Zadaci različitog nivoa složenosti**, priručni materijali, uputstva i mogućnost praćenja i usmjeravanja rada učenik/ca.
 7. **Programi za praćenje, provjeravanje i ocjenjivanje znanja učenika/ca.** Realizacija različitih testova sa mogućnošću izbora odgovora od više ponuđenih i kratkovremenog davanja povratne informacije učeniku/ci o njegovom/njenom postignuću i daljem radu.
 8. **Kompjuterski didaktički materijali.** Baze podataka za nastavnika/ca koje sadrže materijale priručnog karaktera, nastavne programe, didaktičke preporuke, kriterijume ocjenjivanja, planove, konspekte časova, zadatke, vježbe, crteže, grafike, podatke o radu učenika/ca i slično.

3.6. Priprema nastavnika/ca za čas²³

Nastavnici/e nijesu oslobođeni/e obaveze pripremanja za obrazovno-vaspitni proces. Oslobođeni/e su od formalističkih i administrativnih zahtjeva u pripremanju. Pripremna faza mora biti stalna i studiozna. Na to nas primorava složenost obrazovno-vaspitnog rada, sve složeniji zahtjevi koji se, posebno u vaspitnom djelovanju, postavljaju pred školu, kao i implikacije naučno-tehnološke revolucije na nastavni proces. Pripremanje za nastavu je integralni dio sistema permanentnog stručnog usavršavanja nastavnika/ca koji je i zakonski regulisan. Nastavni rad bez dobre pripreme svodi se na improvizaciju, šablon i rutinstvo, što umanjuje kvalitet procesa nastave i učenja u školi i nivo obrazovno-vaspitnih postignuća učenika/ca. Priprema se daje u pisanoj formi u vidu teza koje sadrže glavne misli, stavove i didaktička rješenja. U njoj se daje presjek časa, predviđa organizacija rada (metode, sredstva, oblici, povratna informacija), osvrt na realizaciju i konačan ishod. U pripremi treba da bude jasno istaknut cilj časa – noseća ideja časa. Treba da budu vidljive planirane relevantne aktivnosti učenika/ca koje vode ka ispunjenju operativnih ciljeva. Priprema treba da sadrži prostor za evaluaciju (korekcije, dopune, obogaćivanja).

3.7. Primjer primjene učenja otkrivanjem

Nastavna jedinica: SILA POTISKA. ARHIMEDOV ZAKON

Ciljevi:

- razviti kod učenika/ca razumijevanje o sili potiska i Arhimedovom zakonu kroz rješavanje problema i eksperimente koje će učenici/e izvesti;
- razvijati vještine komunikacije i saradnje pri grupnom radu;
- razvijati vještine istraživanja i rješavanja problema;
- razvijati numeričke vještine;

²³ Model pripreme dat u prilogu.

- analizirati predložena rješenja;
- primjenjivati dobijena znanja pri rješavanju zadataka.

Oblici rada: grupni, individualni, frontalni.

Metode učenja/nastave: problemski usmjerena nastava. Učenje otkrivanjem. Smisleno verbalno receptivno učenje.

Nastavna sredstva i potrebni materijal:

- radni listovi sa zadacima za istraživački rad u grupama,
- radni listovi sa tablicama,
- tekst zadataka za etapu primjene znanja,
- demonstracioni pribor – Arhimedovo vedro,
- stalak, opruga, teg, sud sa vodom, pokazivači,
- sudovi sa običnom vodom,
- sudovi sa "morskom" vodom,
- dinamometri,
- tijela različite zapremine,
- tijela iste zapremine, različite gustine.

Tok časa

I. Motivacija. Stvaranje problemske situacije.

Nastavnik/ca saopštava učenicima/ama nastavak upoznavanja zanimljivog svijeta fizike i predlaže početak časa sa izvođenjem eksperimenta.

Na demonstracionom stolu na stativu je obješena opruga. Nastavnik/ca kači teg za oprugu i traži od učenika/ca da objasne šta se dogodilo i zašto. Učenici/e primjećuju istezanje opruge usljed težine tega. Nastavnik/ca obilježava položaj kraja opruge sa tegom. Traži od učenika/ca da predvide šta će se desiti kada teg potopi u vodu. Zatim potapa teg u sud sa vodom i traži od učenika/ca da objasne šta se dogodilo i zašto.. Učenici/e pretpostavljaju da se istezanje opruge smanjilo usljed smanjenja težine tega u tečnosti. Nastavnik/ca usmjerava učenike/ce na razmišljanje o tome da na tijelo potopljeno u tečnost djeluje, osim sile teže, sila usmjerena vertikalno naviše koja se naziva *sila potiska*. Navodi ih na zaključak da je *sila potiska jednaka težini tijela u vazduhu i težini tijela kada je potopljeno u tečnost*.

$$F_p = Q_v - Q_t$$

Traži od učenika/ca da pretpostave od čega zavisi sila potiska. Učenici/e iznose pretpostavke - hipoteze, koje zapisuju na tabli. Navode sljedeće veličine:

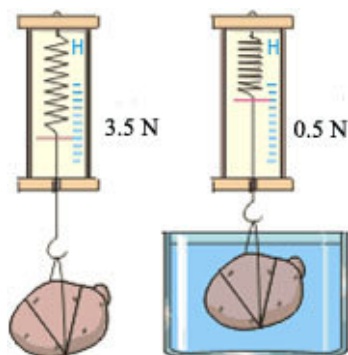
- gustina tijela;
- gustina tečnosti;
- zapremina tijela i slično.

Da bi provjerili/e pravilnost iznesenih hipoteza, nastavnik/ca predlaže da se izvrši istraživanje – eksperimentalnim putem koje će potvrditi ili opovrgnuti iznesene pretpostavke.

II. Istraživanje.

Učenici/e se dijele u grupe sa po 4-5 učenika/ca, dobijaju sljedeće zadatke (isti zadatak rješavaju dvije grupe, jedna pod *a*, druga pod *b*).

Slika 3.7.1.



Zadatak prvoj grupi

Materijal: dva tijela različite zapremine, sud sa vodom, dinamometar.

1. Odrediti dinamometrom:

a) težinu tijela br. 1 u vazduhu (Q_v) i u tečnosti (Q_t);

b) težinu tijela br. 2 u vazduhu (Q_v) i u tečnosti (Q_t).

Tijelo treba da bude potpuno potopljeno u vodu.

2. Odrediti silu potiska, koja djeluje na tijelo br. 1 i silu potiska koja djeluje na tijelo br. 2.

3. Uporediti te sile.

4. Uporediti zapremine tijela.

5. **Izvesti zaključak o zavisnosti sile potiska od zapremine tijela potopljenog u vodu.**

6. Predstaviti rezultate u tabeli (Tabela 3.7.1).

Zadatak drugoj grupi

Materijal: dva tijela različite gustine, sud sa vodom, dinamometar.

1. Odrediti dinamometrom:

a) težinu tijela br. 1. u vazduhu (Q_v) i u vodi (Q_t);

b) težinu tijela br. 2. u vazduhu (Q_v) i u vodi (Q_t).

Tijelo treba da bude potpuno potopljeno u vodu.

2. Odrediti silu potiska F_p , koja djeluje na tijelo br. 1 i silu potiska F_p , koja djeluje na tijelo br. 2.

3. Uporediti te sile.

4. Uporediti gustine tijela.

5. **Izvesti zaključak o zavisnosti sile potiska od gustine tijela.**

6. Predstaviti rezultate tabelarno (Tabela 3.7.1).

Zadatak trećoj grupi

Materijal: tijelo, sud sa običnom vodom, sud sa "morskom" vodom, dinamometar.

1. Odrediti dinamometrom:

a) težinu tijela br. 1. u vazduhu (Q_v) i u običnoj vodi (Q_t);

b) težinu tijela br. 1. u vazduhu (Q_v) i u „morskoj“ vodi (Q_t);

Tijelo treba da bude potpuno potopljeno u vodu.

2. Odrediti silu potiska F_p , koja djeluje na tijelo u običnoj vodi i silu potiska F_p , koja djeluje na tijelo u „morskoj“ vodi.

3. Uporediti te sile.

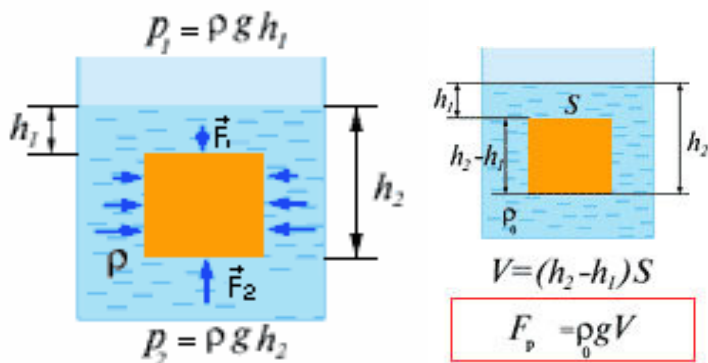
4. Uporediti gustine tečnosti.

5. **Izvesti zaključak o zavisnosti sile potiska od gustine tečnosti.**

6. Predstaviti rezultate tabelarno (Tabela 3.7.1).

III. Razmjena informacija.

Grupe razmjenjuju informacije o urađenom: demonstriraju realizovane eksperimente, zapisuju rezultate na tabli, daju ocjenu iznesenih hipoteza. Po završetku zveštavanja grupa učenici/e na tabli i u sveskama daju konačnu tabelu (Tabela 3.7.2).



Slika 3.7.2.

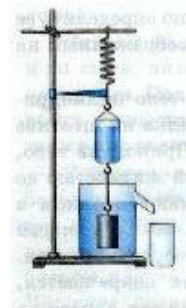
IV. Završna integracija.

Učenici/e kompletiraju rezultate dobijene eksperimentom, formulišu zaključak o zavisnosti sile potiska od gustine tečnosti i od zapremine potopljenog tijela, zapisuju rezultate rada u

sveske. U toku frontalnog rada nastavnik/ca zajedno sa učenicima/ama uz demonstracioni ogled sa Arhimedovim vedrom izvodi izraz za silu potiska i formuliše Arhimedov zakon. Podstiče učenike/ce da samostalno izvedu matematički izraz za Arhimedov zakon primjenom ranije usvojenih znanja u novoj situaciji. Nastavnik/ca precizira da Arhimedov važi kako za tečnosti tako i za gasove.

Eksperimentalna provjera zakona.

Prema datoj slici, pod nadzorom nastavnika/ce ili samostalno, učenici/e provjeravaju Arhimedov zakon, iznose kritička mišljenja i navode primjere primjene zakona u životu. Posebno je važno istaći međupredmetne povezanosti.



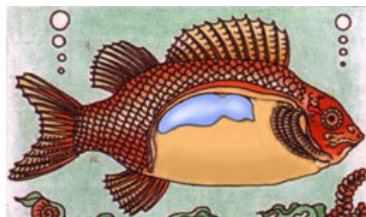
Slika 3.7.3.

Povratna informacija: Šta smo danas naučili?

Rezime: Istaći one sadržaje za koje smo utvrdili da su nedovoljno shvaćeni.

Zanimljivosti i korelacije:

1. Riba može da lebdi u vodi na raznim dubinama, slično podmornici, da tone, izranja ili pliva (Slika 3.7.4). To postiže promjenom zapremine mjehuca koji mogu vidjeti ribolovci ili kuvari kada čiste ribu. Sakupljanjem mišića, sabija se mjehur i smanjuje se zapremina vazduha u njemu, pa srednja gustina organizma ribe postaje veća od gustine vode i ona tone. Kada riba hoće da izroni, olabavi mišiće, oslobađa mjehur i povećava zapreminu vazduha u njemu. Zašto uginula riba pliva na površini vode?



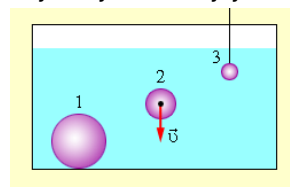
Slika 3.7.4.

2. Svaki plivač zna da može da se opusti i odmori na vodi u ležećem položaju. Obrazložite kako?
3. Razmislite zašto taloženje dovodi do čišćenja vode od supstancija koje se u njoj ne rastvaraju?

V. Primjena usvojenog znanja

Učenicima/ama se predlažu sljedeći zadaci:

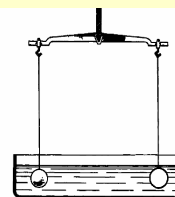
1. Na koje tijelo potopljeno u vodu (Slika 3.7.5) djeluje najveća sila potiska?



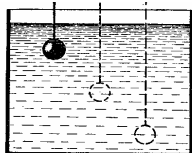
Slika 3.7.5.

2. Bakarne i mesingane kuglice, koje se nalaze u vodi, vezane su za konac i obješene na vagu, kao na Slici 3.7.6. Pri tome je vaga u ravnoteži. Da li će se ravnoteža poremetiti ako se kuglice spuste u vodu?

Slika 3.7.6.

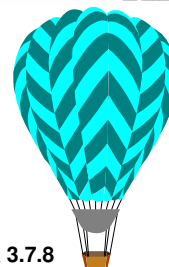


3. Da li se mijenja sila potiska pri promjeni dubine na koju je tijelo potopljeno? (Slika 3.7.7)



Slika 3.7.7.

4. Odrediti Arhimedovu silu koja djeluje na vazdušni balon (Slika 3.7.8), u vazduhu. Zapremina balona je $0,02\text{m}^3$.



Slika 3.7.8

5. Postoji li Arhimedova sila na mjesecu?

Slika 3.7.9.



VI. Refleksija.

Učenici/e izvode konačne zaključke: praktičan značaj rada, razvijanje na času vještina i navika, samoocjena aktivnosti učenika/ca. Možemo predložiti odgovore na pitanja:

- Šta vam je bilo interesantno na času?
- Koliko su vam novi izučavani sadržaji?
- Da li bi mogli/e sami/e otkriti ovaj zakon?
- Šta ste korisno dobili/e pri radu?

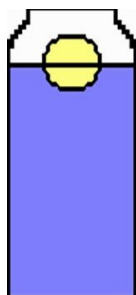
Nastavnik/ca, poslije samoevaluacije, daje procjenu rada na času.

VII. Domaći zadatak.

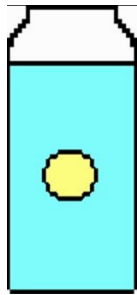
1. Brod nailazi na santu leda.
 Zapremina dijela sante iznad vode je $\Delta V = 500 \text{ m}^3$. Kolika je zapremina sante V , ako je gustina leda $\rho_l = 0,92 \text{ g/cm}^3$, a gustina vode $\rho_v = 1,03 \text{ g/cm}^3$?



2. Razmislite i odgovorite sa obrazloženjem:
 Kada će tijelo u datoj tečnosti da:



a) pliva



b) bude u ravnoteži



c) tone

Tabela 3.7.1.

Broj oglada	Gustina tečnosti ρ_0	Gustina tijela ρ	Zapremina tijela v	Težina tijela u vazduhu Q_v	Težina tijela u tečnosti Q_t	Sila potiska F_p	Zaključak
1							
2							

Tabela 3.7.2.

Rezultati rada grupa

Broj grupe	Broj ogleđa	Gustina tečnosti	Gustina tijela	Zapremina tijela V_t	Težina tijela u vazduhu	Težina tijela u tečnosti	Sila potiska	Zaključak
1	1	1000kg/m ³ ista	ista	razl. $V_1 > V_2$	1,2 N	1,0 N	0,2 N	Sila potiska je srazmjerna zapremini potopljenog tijela
	2	1000kg/m ³ ista	ista	razl. $V_1 > V_2$	0,5 N	0,4 N	0,1 N	
2	1	1000kg/m ³ ista	razl.	isti	0,5 N	0,4 N	0,1 N	Sila potiska ne zavisi od gustine tijela potopljenog u tečnost
	2	1000kg/m ³ ista	razl.	isti	1,6 N	1,5 N	0,1 N	
3	1	1000kg/m ³ različita	ista	isti	1,6 N	1,5 N	0,1 N	Sila potiska srazmjerna je gustini tečnosti
	2	1030kg/m ³ različita	ista	isti	1,6 N	1,4 N	0,2 N	

Napomena: Učenici/e dobijaju nepopunjenu tabelu.

3.8. Razvijanje kritičkog mišljenja kroz nastavu fizike

Kritičko mišljenje se razvija kroz sljedeće tri faze:

1. Evokacija	2. Razumijevanje značenja	3. Refleksija
Pobuđivanje zainteresovanosti. Razvijanje motivacije. Usmjeravanje učenika/ca u određivanju svrhe učenja.	Objašnjavanje. Istraživanje – učenici/e tragaju za odgovorima. Od njih se očekuje da osmisle eksperimente kroz koje će provjeriti hipoteze i brižljivo bilježiti rezultate.	Učenici/e vrednuju primjerenost zaključaka do kojih su došli.

U početnoj fazi evokacije pobuđuje se zainteresovanost učenika/ca i razvija motivacija za učenje. U drugoj etapi razumijevanja značenja učenici/e se podstiču na istraživanje, odnosno razvijaju se kod njih vještine istraživanja i rješavanja problema. U etapi refleksije od učenika/ca zahtijevamo da sažmu svoje znanje, uporede što su naučili/e sa onim što su prije znali/e, procijene u kojoj su mjeri ispunjena njihova očekivanja, primijene naučeno u novim situacijama, konstruišu, raspravljaju i brane interpretacije usvojenih znanja.

3.9. PRILOZI

3.9.1. SAVJETI NASTAVNICIMA/NASTAVNICAMA ZA OBLIKOVANJE NASTAVNOG ČASA

1. Podstičite i održavajte interesovanje (novim pitanjima, analogijama, demonstracijama).
2. Stvarajte misaonu klimu sličnu učenikovom iskustvu.
3. Izložite informacije.
4. Obogatite izlaganje pogodnim reprezentativnim primjerima i alternativnim reprezentacijama.
5. Obezbijedite praktičnu primjenu izloženog gradiva (novog znanja) odmah nakon izlaganja.
6. Obogatite praktičnu primjenu (obnavljanje na različitim nivoima složenosti).
7. Obezbijedite potkrepljenje (povratnu informaciju) što je moguće prije.
8. Obogatite povratnu spregu alternativnim reprezentacijama, ponavljanjem ili memorijskim tehnikama.

Jean Piaget

3.9.2. NAPOMENE O TOKU NASTAVNOG ČASA

1. Čas mora biti dobro zamišljen. Osnova za čas mora biti nivo grupe (mogućnosti učenika/ca) i prethodno znanje.
2. Cilj časa mora biti realan i jasan. Nastavnik/ca mora pažljivo da planira i oblikuje. Ako nema cilja, čas će se rasplnuti i postati besmislen. Cilj treba objasniti, a ostvarivanje mora biti stvar zajedničkog htjenja nastavnika/ce i učenika/ca.
3. Uvod mora biti sređen, jednostavan i jasan. Novi pojmovi moraju biti povezani sa prethodno učenim gradivom i iz njega izvedeni. Nove termine treba objasniti. Nastavnikov/nastavnicin jezik mora biti potpuno razumljiv.
4. Tok časa mora biti logičan i dosljedan. Uzročno-posledična povezanost pojmova pomaže usvajanje i zadržavanje gradiva. Praznine i „skokovi“ otežavaju učenje.
5. Izlaganje mora biti zasnovano i na suštinski „društvenom“ karakteru časa, jer odjeljenje je socijalna grupa. Čas je zajednička aktivnost nastavnika/ce i učenika/ca tako da nekad dominira nastavnik/ca, a nekad učenici/e. Čas ne smije da bude nastavnikova/icina solo partija. Treba naizmjenično da se smjenjuju izlaganje, rasprava, pitanja i odgovori.
6. Na času treba koristiti različite medije, jer riječ, kreda i tabla nijesu jedina sredstva za komunikaciju. Audio-vizuelna sredstva mogu povećati pažnju i interesovanje učenika/ca.
7. Pažnja u toku časa varira. Nastavnik/ca treba da osjeti kad su početno interesovanje i pažnja smanjeni. Raznovrsnost izlaganja, pažljivo planirane pauze, ponavljanje mogu pomoći da se održi pažnja. Svoj glas nastavnik/ca treba umješno da koristi, da naglašava ključne momente, da vokalno oblikuje rečenicu.
8. Izlaganje treba da bude praćeno i „govorom“ tijela, gestovima, izrazom lica. Nastavnik/ca svojim neverbalnim jezikom treba da podrži verbalno izlaganje.
9. Neophodno je voditi računa o „redosljedu procedura“ važnih u realizaciji časa, a to su (ovim redom): od poznatog ka nepoznatom, od jednostavnog ka složenom, od konkretnog do apstraktnog, od pojedinačnog ka opštem, od posmatranja do zaključivanja, od cjeline ka dijelovima, a zatim, ka cjelini.

Kurzon, Lesli i Basil - 1996.

3.9.3. MOGUĆI MODEL PRIPREME NASTAVNOG ČASA

Škola:	Razred i odjeljenje:	
Nastavnik/nastavnica:	Datum:	
Nastavni predmet: FIZIKA	Čas:	
Nastavna tema:		
Nastavna jedinica:		
Cilj: (Nastavni zadaci: obrazovni, vaspitni i razvojni)		
Metode nastave i učenja:		
Oblici rada:		
Nastavna sredstva:		
Literatura:		
Struktura nastavnog časa		
Aktivnosti nastavnika/ce:	Aktivnosti učenika/ca:	Novi pojmovi
Uvodni dio		
Srednji dio		
Završni dio		
Osvrt na realizaciju		

Literatura:

Petrović, T.: *Didaktika fizike*, univerzitetski udžbenik, Beograd, 1994.

Ivić I., Pešikan A., Antić S.: *Aktivno učenje 2*, Priručnik za primjenu metoda aktivnog učenja nastave; Institut za psihologiju, Beograd, 2003.

<http://nastava.hfd.hr/>

<http://www.college.ru/physics/courses/>

http://www.hlede.net/studentски_radovi/proces_ucenja/

<http://ivanovo.ac.ru/phys/school.htm>