

Bosna i Hercegovina
Federacija Bosne i Hercegovine
KANTON SARAJEVO
Ministarstvo za odgoj i
obrazovanje



Босна и Херцеговина
Федерација Босне и Херцеговине
КАНТОН САРАЈЕВО
Министарство за одгој и
образовање

Bosnia and Herzegovina
Federation of Bosnia and Herzegovina

CANTON SARAJEVO
Ministry for Education

INSTITUT ZA RAZVOJ
PREDUNIVERZITETSKOG
OBRAZOVANJA

KANTON SARAJEVO, BOSNA I HERCEGOVINA



ИНСТИТУТ ЗА РАЗВОЈ
ПРЕДУНИВЕРЗИТЕТСКОГ
ОБРАЗОВАЊА

КАНТОН САРАЈЕВО, БОСНА И ХЕРЦЕГОВИНА

PRE-UNIVERSITY EDUCATION
INSTITUTE OF SARAJEVO CANTON
BOSNIA AND HERZEGOVINA

Biologija

**Nastavni plan i program
sa definisanim ishodima učenja**

SADRŽAJ

PK1 – Opis predmeta	3
PK2 – Ciljevi učenja i podučavanja	4
PK3 – Oblasna struktura predmetnog kurikulumu	5
PK4 – Odgojno-obrazovni ishodi	7
Osnovno obrazovanje.....	7
Godine učenja i podučavanja predmeta: 1	7
Godine učenja i podučavanja predmeta: 2	14
Godine učenja i podučavanja predmeta: 3	20
Godine učenja i podučavanja predmeta: 4	24
Srednje obrazovanje – opšta gimnazija.....	29
Godine učenja i podučavanja predmeta: 5	29
Godine učenja i podučavanja predmeta: 6	37
Godine učenja i podučavanja predmeta: 7	42
Godine učenja i podučavanja predmeta: 8	47
Srednje obrazovanje gimnazija - izborna područja	53
Godine učenja i podučavanja predmeta: 5	53
Godine učenja i podučavanja predmeta: 6	60
Godine učenja i podučavanja predmeta: 7	67
Godine učenja i podučavanja predmeta: 8	75
Srednja škola – jedna godina učenja	80
Godine učenja i podučavanja predmeta: 5	80
Srednja škola – medicinske škole	87
Godine učenja i podučavanja predmeta: 5	87
Godine učenja i podučavanja predmeta: 6	94
Godine učenja i podučavanja predmeta: 7	101
Godine učenja i podučavanja predmeta: 8	108
Srednja škola – dvije godine učenja	111
Godine učenja i podučavanja predmeta: 5	111
Godine učenja i podučavanja predmeta: 6	116
Srednje medicinske škole – četiri godine učenja (2, 1, 1, 1).....	123
Godine učenja i podučavanja predmeta: 5	123
Godine učenja i podučavanja predmeta: 6	129
Godine učenja i podučavanja predmeta: 7	133

Godine učenja i podučavanja predmeta: 8	137
PK5 – Učenje i podučavanje	141
PK6 – Vrednovanje u predmetnom kurikulumu	143
Profil i stručna sprema.....	145

PK1 – Opis predmeta

Razumijevanje života zasnovano je na konceptualnom poznavanju prirode i razvijanju prirodnonaučne pismenosti kroz sve nivoe obrazovanja. Prirodnonaučna pismenost je sposobnost pojedinca da se na analitički način bavi pitanjima vezanim za prirodne nauke i ideje nauke. Naučno pismena osoba sposobna je da analizira pojave i procese u prirodi, procijeni načine i metode naučnog istraživanja u prirodnim naukama.

Biologija je nauka o životu. To je kompleksna nauka, jer je sam život skup veoma složenih pojava, pa kroz nastavu Biologije učenici nastoje da spoznaju, da razumiju živi i neživi svijet, koji korespondira jedan s drugim, koristeći se različitim naučnim metodama.

Učenici na časovima biologije proučavaju transformacije svih oblika materije i energije u živim sistemima, od nivoa molekule do geobiosfere. U oblastima zaštite i unapređenja životne sredine, zagađenja vode, zraka, zemljišta pa i hrane značajnu ulogu imaju biološka istraživanja. Izučavanjem biologije učenici razvijaju prirodnonaučnu pismenost, kritičko razmišljanje i kompetencije koje su im potrebne za buduću karijernu orijentaciju, ali i za aktivno učešće u društvenom životu.

S osnovnim biološkim znanjima učenici se susreću već u okviru predškolskog programa, a zatim u okviru predmeta Moja okolina i Priroda. Izučavanje nastavnog predmeta Biologija počinje u šestom razredu osnovne škole i nastavlja se do kraja osnovne škole i kroz srednjoškolsko obrazovanje u trajanju od tri ili četiri godine. Na nivou osnovnoškolskog odgoja i obrazovanja prirodnonaučnu pismenost ostvaruje se kroz direktne susrete učenika sa raznolikošću prirode, doživljavanjem životinja i biljaka na njihovim prirodnim staništima. Ovakav način ostvarivanja kontakta predstavlja neprocjenjivu vrijednost za učenika/cu, jača emocionalnu povezanost s florom i faunom i jedan je od preduvjeta za odgovorno djelovanje pojedinca u budućnosti. Posmatrajući promjene u okolišu, dijete već kroz predškolski program prepoznaje jedinstvenost svakog živog bića, dovodi do spremnosti da prihvati sebe, poštovanja prema bližnjima i svim drugim živim bićima.

U okviru srednjoškolske nastave učenje biologije treba da doprinese daljem razvoju prirodnonaučne pismenosti i stjecanju bazičnih znanja, koja će se nastaviti razvijati na fakultetskom nivou.

Metode kojima se dolazi do saznanja o pojavama života obuhvataju niz postupaka. U biologiji se često primjenjuje metoda posmatranja kao i jednostavniji eksperimenti ili smišljeni postupci kojim se omogućavaju proučavanja pojava u kontroliranim uvjetima. Kada planiraju i provode eksperimente, učenici uče tačno opažati, jasno opisivati, pravilno predstaviti i interpretirati. Pri tome se uzimaju u obzir smjernice za sigurnost izvođenja eksperimenta.

Učenici se često bave apstraktnim, logičkim razmišljanjem i pitanjima koja zahtijevaju višedisciplinarno mišljenje na osnovnim biološkim znanjima. Nastavni predmet Biologija dio je prirodnog područja i time je usko vezan za Fiziku, Hemiju, Geografiju, Matematiku, Informatiku i dr. Međupredmetna povezanost potiče umreženo razmišljanje i stvaraju se pretpostavke da će učenici izgraditi racionalan, na nauci zasnovan pogled na svijet.

PK2 – Ciljevi učenja i podučavanja

Kroz nastavu Biologije na svim nivoima obrazovanja, uz razvijanje različitih kompetencija i primjenom informacijsko-komunikacijske tehnologije, potrebno je težiti ka ostvarivanju sljedećih ciljeva:

1. Razvijanje učeničkog konceptualnog razumijevanja bioloških procesa u živom svijetu od nivoa molekule do geobiosfere (s osvrtom na značaj jedinke-organizma): Uključuje usvajanja i primjenu konceptualnih znanja iz biologije u svakodnevnom životu učenika/ca i razvijanje pozitivnog stava i odgovornosti prema okolišu. Podrazumijeva usvajanje najvažnijih bioloških pojmova i njihove interakcije kako bi se opisali biološki procesi, pojave i zakonitosti u skladu sa savremenim naučnim dostignućima.

2. Primjena znanja i metoda iz biologije u cilju objašnjavanja prirodnih pojava i procesa: Podrazumijeva primjenu naučnih metoda koje se sastoje od posmatranja određene pojave ili procesa, hipoteze koja predstavlja moguće tumačenje uočene pojave i eksperimenta kojim se provjerava hipoteza. Eksperiment se izvodi u kontroliranim uvjetima i uz mjere opreza. Nakon eksperimenta dolazi se do zaključka kojim se hipoteza potvrđuje ili odbacuje.

Cilj praktičnog rada jeste razumijevanje i usvajanje koncepata gdje je naglasak stavljen na problemski i istraživački pristup, te poticanje i pobuđivanje interesa za približavanje prirodnih pojava kroz vlastita iskustva. Uključuje razvijanje istraživačkih kompetencija koje su zasnovane na naučnim principima i odgovornost pri korištenju dobijenih rezultata.

3. Razvijanje naučnog, kritičkog i kreativnog razmišljanja kod učenika u cilju samostalnog iznalaženja rješenja za postojeće probleme svakodnevnog života: Kritičko razmišljanje je temelj nauke koja zahtijeva kritičku upotrebu razuma u procesima eksperimentiranja i potvrđivanja teorija. Kritičko razmišljanje omogućava odvajanje činjenica od mišljenja i pomaže pri razmatranju svih mogućih opcija u rješavanju svakodnevnih problema. Prilikom rješavanja problema u svakodnevnom životu, učenici razvijaju vještine kao što su kreativnost i saradnja.

4. Razvoj sposobnosti razumijevanja značaja biologije u nauci, tehnologiji i društvu: Učenici/ce shvataju suštinsku vrijednost biologije u svakodnevnom životu i njenu povezanost sa drugim prirodnim naukama, tehnologijom i društvom. Primjena znanja iz biologije u svakodnevnom životu u konačnici treba rezultirati povećanim interesom učenika/ca za cjeloživotno učenje i stjecanje znanja. Razvojem tehnologije neprestano se uvećavaju biološka znanja, pa se učenici/ce trebaju ohrabrivati za primjenu znanja u poznatim i nepoznatim situacijama.

PK3 – Oblasna struktura predmetnog kurikuluma

U kurikulumu nastavnog predmeta Biologija definirane su četiri oblasti. Sve oblasti se međusobno preklapaju i povezuju, te na taj način omogućuju učenicima konceptualno učenje i povezivanje znanja, vještina i pojmova koje izučavaju u okviru predmeta Biologija i drugih srodnih predmeta. Nastavni predmet Biologija organiziran je u četiri oblasti:

Oblast I: Zemlja - prostor života: strukturna i funkcionalna povezanost žive i nežive prirode

Oblast II: Povezanost struktura i funkcija živih bića

Oblast III: Struktura i transformacija energije u organizmima

Oblast IV: Čovjek - biološko i društveno biće

Zemlja - prostor života: strukturna i funkcionalna povezanost žive i nežive prirode

A

Život na zemlji opisan je kroz nekoliko osobina koje učenici mogu pratiti na različitim nivoima organizacije živih sistema i međusobno su povezane. Svaki oblik života je u stalnoj interakciji sa različitim faktorima sredine koja ga okružuje, na taj način živi sistemi utječu na prirodne cikluse i organizaciju ekoloških sistema. Život na Zemlji, zajedno sa sredinom koja ga okružuje, mijenjao se od samog nastanka do danas. Tako su nastajale različite životne forme, koje je čovjek organizirao u zasebne taksonomske grupe zbog lakšeg proučavanja.

Zahvaljujući razvoju nauke i tehnologije učenici su u mogućnosti da na najprecizniji način definiraju sličnosti i razlike među organizmima u zasebnim taksonomskim grupama. Razvijanje prirodoslovne pismenosti obuhvata razumijevanje različitih načina i metoda istraživanja, razvijanje vještina prikupljanja i obrade podataka, analizu zaključaka i njihovu prezentaciju u pisanoj i verbalnoj formi (prezentacija različitim medijima).

Povezanost struktura i funkcija živih bića

B

Organizaciju živih sistema učenici mogu pratiti na nivou molekula, ćelije, tkiva, organa, organskih sistema, organizma, populacija, biosfere ili na nivou sistema bez ćelijske organizacije. Na svakom organizacijskom nivou se mogu prepoznati zajednički koncepti organizacije pojedinih grupa organizama, pa tako učenici mogu razlikovati mikroorganizme od gljiva, biljaka ili životinja. Na svim nivoima organizacije živih sistema može se uočiti princip gdje struktura određene jedinice odgovara njenoj funkciji, odnosno adaptacijom organizama na posebne uvjete sredine razvijale su se i odgovarajuće strukture. Živi sistemi na svim nivoima organizacije teže ka održavanju uravnoteženog stanja, homeostaze.

Čovjek – biološko i društveno biće

C

Čovjek, kao predstavnik carstva Animalia, visoko je pozicioniran na ljestvici evolutivnog razvoja organizama zbog kombinacije karakteristika koje ga opisuju. Izučavanjem ovih osobina, na različitim nivoima organizacije, učenicima je omogućeno da razumiju vlastito postojanje, odnosno sva fiziološka i patološka stanja pojedinih sistema, te utjecaj čovjeka na sredinu koja ga okružuje.

Struktura i transformacija energije u organizmima

D

Živi sistemi su kompleksne i dinamične cjeline koja se, ako učenici posmatraju na molekularnom nivou organizacije, mogu opisati kao sistemi koji neprekidno rade i omogućavaju održavanje uravnoteženog stanja, homeostaze. Različiti procesi koji se odvijaju unutar ćelije na molekularnom nivou, kao što su fotosinteza, različiti tipovi ćelijskog disanja, omogućavaju opskrbu živih sistema energijom te omogućavaju transformaciju jednog oblika energije u drugi, a sve u cilju održavanja homeostaze, tj. odupiranja promjenama unutar sistema. Svaki živi sistem na zemlji doprinosi očuvanju ravnoteže na višem nivou, nivou biosfere, stoga je razumijevanje modela održivog razvoja jedna od bitnih komponenti predmeta Priroda i Biologija.

PK4 – Odgojno-obrazovni ishodi

Osnovno obrazovanje

► Osnovno ► VI.

Godine učenja i podučavanja predmeta: 1

A

Zemlja - prostor života (Uvod u biologiju)

A.6.1

Procjenjuje značaj biologije i naučnih metoda u svakodnevnom životu i njenu povezanost sa naukom, tehnologijom i društvom.

Opisuje biologiju kao prirodnu nauku o životu.

Razlikuje biološke grane prema predmetu i problemu proučavanja.

Povezuje značaj biologije sa razvojem biotehnologije (prehrambena industrija, medicina, farmacija, veterina) i društva uopće na primjerima iz svakodnevnog života.

Prepoznaje osnovne metode u istraživanju prirode (posmatranje, opisivanje, prikupljanje) koristeći sva svoja čula.

A.6.2

Istražuje o značaju i dostignućima biologije.

Provodi jednostavno istraživanje o značaju i dostignućima biologije, po uputi i uz pomoć nastavnika/ce, popunjava ranije pripremljenu tabelu, prezentirajući rezultate u verbalnoj i pisanoj formi.

Koristi jednostavne procedure, tehnike i instrumente za prikupljanje podataka u biologiji (posmatranje, brojanje, mjerenje).

A.6.3

Izvodi praktične vježbe o značaju i dostignućima biologije.

Opisuje i primjenjuje principe naučne metode tokom izvođenja oglada (eksperimenta) uz pomoć nastavnika.

Opisuje mjere opreza prilikom izvođenja jednostavnog eksperimenta (npr. izrada lupe od prozirne plastične boce).

Identificira znakove opasnosti i upozorenja.

Objašnjava namjenu osnovnog laboratorijskog pribora i posuđa.

KLJUČNI SADRŽAJI

Uvod u biologiju, podjela biologije prema problemu i predmetu proučavanja, značaj biologije, metode istraživanja u biologiji.

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Tematskom cjelinom, Uvod u biologiju, započinje izučavanje nastavnog predmeta Biologija. Nastavnik/ca na samom početku procjenjuje nivo ranije stečenih znanja kod učenika/ca i svoj rad prilagođava ostvarivanju postavljenih ishoda.

Prilikom izučavanja podjele biologije prema problemu istraživanja, iskustvo pokazuje da učenici najteže razumiju probleme istraživanja ekologije i antropologije. Da bismo učenicima približili ove grane biologije, potrebno im je navesti više jednostavnih primjera u kojima su predstavljeni problemi izučavanja ovih nauka. Ako u odjeljenju postoje učenici koji su posebno zainteresirani za ove teme, nastavnik/ca ih može uputiti da naprave prezentaciju, pano ili istraživanje o temi npr. velika antropoloska otkrića, ekološka otkrića i sl. S obzirom na to da naučne metode imaju tačno određene korake, vrlo je važno da nastavnik/ca objasni svaki korak na više primjera. Ako učenici ne usvoje na pravilan način sve korake u naučnoj metodi, formiraju mišljenje da svaki naučni metod podrazumijeva eksperiment (miskoncepcija). Zato je potrebno navesti što više očiglednih primjera naučnih otkrića do kojih se došlo bez eksperimenta (otkrivanje novih vrsta organizama, praćenje brojnosti populacije...).

S obzirom na to da je biologija eksperimentalna nauka, podrazumijeva se izvođenje praktičnih vježbi i eksperimenata kada god je to moguće. Učenike treba upoznati s pravilima ponašanja u kabinetu biologije, sa sigurnosnim mjerama prilikom izvođenja eksperimenta i osnovnom namjenom laboratorijskog posuđa i pribora.

Poticati učenike na izradu učeničkih projekata, kao što su: istraživanje utjecaja prehrambenih navika na fizičko stanje ispitanika/ca; praćenje sezonskih promjena odabranih vrsta na određenim staništima; istraživanje utjecaja ekoloških faktora na različite vrste; istraživanje učinkovitosti sredstava za higijenu. Različita biološka dostignuća povezati sa razvojem tehnologije i njenom primjenom u svakodnevnom životu.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Na uvodnim časovima nastave Biologije, učenici se upoznaju i sa analizom podataka, koji su dobijeni jednostavnim istraživanjima učenika/ca, te diskusijom i načinima prezentacije dobijenih rezultata. Učenike treba upoznati s tim da određeni izvori informacija na internetu nisu pouzdani, te da trebaju koristiti relevantne internetske stranice. Analiziranjem i prikupljanjem podataka za jednostavna istraživanja učenici koriste znanja i vještine stečene nastavom iz Matematike i Informatike.

U ovom dijelu potaći učenike na kritičko razmišljanje, kroz rasprave i verbalno prezentiranje dobijenih rezultata. U okviru prikupljanja informacija o dostignućima iz oblasti biologije kao nauke sadržaje povezati sa gradivom iz Historije.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Poštujući mjere opreza prilikom izvođenja eksperimenata, dolazi do razvijanja empatije i odgovornosti prema sebi, drugim učenicima i samom mjestu izvođenja eksperimenta. Odgojno djelovanje treba usmjeriti ka razvijanju radnih i higijenskih navika (pranje laboratorijskog posuđa i pribora nakon upotrebe, održavanje higijene radnog prostora...), poznavanja značenja piktograma / znakova opasnosti. Važno je razvijati odgovornost za dobijene rezultate i poštivanje protokola za izvođenje praktičnog rada i eksperimenta. Učenik/ca kroz istraživanje, verbalno i pisano prezentiranje rezultata, izražava pozitivne stavove i razvija vještinu kulture dijaloga. Korištenjem naučnih i tehnoloških dostignuća razvija se spremnost za stjecanje znanja iz prirodnih nauka i poticanje interesa za samu nauku.

A

Zemlja - prostor života (Opća ekologija - nivoi ekološke integracije i ekološki faktori)

A.6.1

Razlikuje nivoe ekološke integracije i procjenjuje utjecaj prostora i faktora prostora na organizam (klima, reljef, nadmorska visina...).

Prepoznaje nivoe ekološke integracije s ciljem razumijevanja njihove međusobne povezanosti.

Upoređuje biotičke, abiotičke i antropogene faktore, objašnjavajući njihovu povezanost u ekosistemima.

Upoređuje uloge proizvođača, potrošača i razlagača sa njihovom brojnošću.

Opisuje kruženje materije i protok energije u ekosistemu na osnovu slika i dijagrama.

Kreira složene lance, mreže i piramide ishrane, procjenjujući važnost prirodne ravnoteže u ekosistemu.

BIO-1.2.1

A.6.2

Objašnjava osobine zraka, vode i tla na temelju istraživanja u vlastitom okruženju.

Opisuje osobine vodene i zračne životne sredine, njihove sličnosti i razlike.

Objašnjava prilagodbe biljka i životinja vodenoj i zračnoj životnoj sredini na primjerima.

Upoređuje promjene osobina zraka, vode i tla tokom godišnjih doba, povezujući ih s promjenom životnih uvjeta.

Objašnjava utjecaj zagađenja zraka, vode i tla na ljude, biljke i životinje (npr. zagađenje vode može smanjiti biljni i životinjski svijet u vodnom sistemu) na primjerima.

BIO-1.2.2

A.6.3

Procjenjuje utjecaj čovjeka na životnu sredinu.

Opisuje ulogu čovjeka u održavanju ravnoteže žive i nežive prirode.

Istražuje pozitivne i negativne utjecaje ljudskog ponašanja u okruženju, povezujući odgovorno ponašanje pojedinaca i društva prema okolini sa aktivnostima u smislu zaštite životne sredine.

Opisuje posljedice poremećaja ravnoteže na biodiverzitet Bosne i Hercegovine.

Opisuje mjere zaštite biodiverziteta.

BIO-1.3.3

A.6.4 Istražuje o uzrocima i posljedicama zagađenja zraka, vode i tla.	Prikuplja podatke iz relevantnih izvora za istraživanje o uzrocima i posljedicama zagađenja zraka, vode i tla, uz pomoć i po uputama nastavnika/ce. Popunjava tabelu za istraživanje o uzrocima i posljedicama zagađenja zraka, vode i tla, po uputi i uz pomoć nastavnika/ce. Izveštava o rezultatima istraživanja o uzrocima i posljedicama zagađenja zraka, vode i tla, u verbalnoj i pisanoj formi.
BIO-1.3.1	
A.6.5 Izvodi praktične vježbe o uzrocima i posljedicama zagađenja zraka, vode i tla.	Eksperimentalno proučava svojstva vode i pročišćava vodu prema uputama nastavnika/nastavnice. Izvodi praktičan rad o sastavu i osobinama zraka, vode i tla (vodena i zračna životna sredina).
BIO-1.4.4	

KLJUČNI SADRŽAJI

Ekološki faktori, proticanje energije i kruženje materije, način ishrane, vodena i zračna životna sredina, pozitivan i negativan utjecaj čovjeka na živa bića i životnu sredinu.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Na osnovu dosadašnjih istraživanja utvrđeno je da učenici imaju probleme u razumijevanju određenih pojmova i procesa povezanih sa biodiverzitetom. Uočeno je da se teškoće javljaju u razumijevanju biodiverziteta, važnosti pojedinačnih vrsta u ekosistemima, kvalitativne i kvantitativne strukture životnih zajednica. Za što kvalitetnije usvajanje i razumijevanje navedenih pojmova preporučuju se aktivnosti izvođenja terenske nastave u krugu škole, posmatranje vrsta biljaka i životinja koje se tu nalaze, te njihovo bilježenje u posebno pripremljene formulare. Ove aktivnosti, u slučaju nemogućnosti izvođenja učenika u prirodu, mogu se provoditi prikazivanjem odgovarajućih videosadržaja o biodiverzitetu, jednostavnim istraživanjima koja se mogu provoditi u kabinetu biologije, radionicama, različitim debatama... Na ovaj način treba se razvijati bazično razumijevanje raznolikosti u životnoj sredini. Kada je u pitanju oblast zaštite životne sredine, kod učenika/ca se javljaju teškoće u shvatanju određenih pojava i procesa vezanih za zagađivanje i mjere koje se koriste za njihovo ublažavanje. Za pravilno razumijevanje značaja zaštite životne sredine realizirati aktivnosti provođenja eksperimenata koji dokazuju negativno djelovanje polutanata na rast i razvoj živih bića, kao što je utjecaj kiselih kiša na biljke. Kad god je moguće, treba tražiti poveznicu sa svakodnevnim životom, jer na taj način učenici/ce uočavaju važnost nastavnih sadržaja iz Biologije.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

U okviru izučavanja biodiverziteta učenici/ce prikupljaju informacije o raznolikosti živog svijeta na različitim prostorima, tako da je te sadržaje potrebno povezati sa nastavom Geografije. Također, u oblasti zaštite životne sredine određeni pojmovi bi se mogli povezati sa nastavom iz Tehničke kulture.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Grupni rad ili rad u paru razvija sposobnost vršnjačkog učenja, empatiju prema učenicima drugačijih odgojno-obrazovnih potreba (inkluzivna nastava), pedantnost u radu. Korištenjem tabela i grafikona razvija se sposobnost pismenog i grafičkog predstavljanja rezultata eksperimenta i sistematičnost u radu. Konstruktivnim razgovorima o konkretnim problemima u svakodnevnom životu (zagađenje i očuvanje životne sredine) razvija se ekološka svijest i aktivnost. Pored toga, razvijaju se i sposobnosti uspješnog usmenog izražavanja te kritičkog preispitivanja dostupnih informacija.

C

Struktura i fiziologija organizama, pretvaranje materije i energije (Održivi razvoj)

C.6.1

Objašnjava važnost obnovljivih i neobnovljivih izvora energije, analizirajući posljedice neracionalnog korištenja prirodnih energetske resursa za održivi razvoj.

Prepoznaje ekološki najugroženija područja prekomjernim korištenjem fosilnih goriva u bliskom okruženju.

Razlikuje vrste otpada i načine upravljanja otpadom (od prikupljanja, sortiranja do nastanka sekundarnih sirovina).

Procjenjuje važnost energetske efikasnosti i obnovljivih izvora energije za unapređenje održivog razvoja.

Analizira posljedice neracionalnog korištenja prirodnih resursa.

[BIO-1.3.5](#)

C.6.2

Istražuje o održivom razvoju.

Prikuplja informacije iz različitih izvora za istraživanje važnosti održivog razvoja na Zemlji, prostoru življenja.

Prikazuje rezultate istraživanja o održivom razvoju na Zemlji pomoću tabela, grafikona, shema.

Izveštava o rezultatima istraživanja o održivom razvoju na Zemlji, u pisanoj formi i verbalno.

[BIO-1.3.5](#)

C.6.3

Izvodi praktične vježbe o održivom razvoju.

Prikuplja i sortira različite vrste otpada.

Izrađuje nove predmete koristeći reciklirane materijale.

Mjeri potrošnju racionalnog korištenja energenata u kućanstvu i školi.

[BIO-1.4.3](#)

KLJUČNI SADRŽAJI

Uvod u održivi razvoj, izvori energije (obnovljivi i neobnovljivi), energetska efikasnost, otpad i reciklaža.

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Ova tematska cjelina obuhvata preispitivanje utjecaja ljudskih djelatnosti na prirodne procese i mogućnosti smanjenja zagađenja, što se može objasniti putem dinamičke ravnoteže u ekosistemima, obnovljivih izvora energije, zagađenja, poremećaja ravnoteže u prirodi, izumiranja vrsta itd. Kroz nastavu naglasiti značaj obnovljivih resursa, njihove prednosti i nedostatke, te učenike potaći na razmišljanje o održivosti korištenja resursa, te aktivno učešće u provođenju mjera za smanjenje zagađenja. Aktivnosti provesti kroz organiziranje selektivnog prikupljanja otpada ili pravljenja komposta, koji bi bio upotrijebljen u školskom vrtu. Posebnu pažnju posvetiti recikliranju i izradi predmeta od recikliranih materijala, kako bi učenici stekli navike sortiranja i recikliranja otpada i kako bi se poticala učenička kreativnost.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Tema Održivi razvoj obuhvaća sve tri dimenzije održivosti – ekološku, društvenu i ekonomsku te njihovu međuzavisnost. Održivi razvoj pruža učeniku/ci spoznaje o potrebama savremenog doba na globalnom i lokalnom nivou i spoznaje o biodiverzitetu, potrebi za održivim upravljanjem prirodnim resursima, granici opterećenja, ljudskim potencijalima, vlastitim i zajedničkim odgovornostima i pravima. Temu treba korelirati sa društvenim predmetima.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Gradivo ove teme podržava razvoj generičkih vještina kao što su praktičnost, poduzetnost, inovativnost, kritičko mišljenje, sposobnost prilagodbe promjenama i sposobnost rješavanja problema. Primjenom praktičnog rada učenici/ce se potiču na odgovorno korištenje prirodnih resursa i energije, korištenje lokalno proizvedene hrane, racionalno postupanje s otpadom, upotrebu iskorištenih materijala, aktivan rad i saradnju u zajednici. Na ovaj način učenik/ca razvija kompetencije u tehnologiji koje se tumače kao primjena znanja da bi se promijenilo prirodno okruženje u skladu s ljudskim potrebama. Obradom ovih nastavnih sadržaja razvija se svijest o međupredmetnoj povezanosti. Razvija se i svijest o vlastitoj i društvenoj odgovornosti, u cilju unapređenja održivog razvoja.

D

Čovjek, Biološko i društveno biće (Čovjek i zdravlje)

D.6.1

Razlikuje elemente zdravog i nezdravog načina života, procjenjujući vlastite životne navike.

Prosuđuje o važnosti zdrave ishrane i bavljenja tjelesnim aktivnostima za očuvanje zdravog života i sprečavanja bolesti (npr. srčane bolesti, visok krvni pritisak, dijabetes, rak kože, rak pluća).

Prepoznaje prehrambene izvore i uloge hranjivih sastojaka u zdravoj prehrani (tj. vitamina, minerala, proteina, ugljikohidrata i masti).

Povezuje uzročnike bolesti sa načinom njihovog prenošenja i prevencije.

[BIO-4.3.1](#)

D.6.2 Istražuje o unapređivanju i očuvanju zdravlja čovjeka.	Provodi jednostavno istraživanje o zdravlju čovjeka, po uputsti i uz pomoć nastavnika. Popunjava tabelu koristeći podatke dobijene istraživanjem o čovjeku i zdravlju. Prikazuje rezultate istraživanja o čovjeku i zdravlju i izvještava o dobijenim rezultatima u pisanom i verbalnom obliku.
BIO-4.4.3	
D.6.3 Izvodi praktične vježbe za unapređenje i očuvanje ljudskog zdravlja.	Izrađuje piramidu ishrane i tablice ishrane u svrhu kontrole kalorijskog unosa i potrošnje. Izvodi jednostavne laboratorijske vježbe o unapređenju i očuvanju ljudskog zdravlja, prema uputama i uz pomoć nastavnika (npr. pravljenje zdravog obroka).
BIO-4.4.4	

KLJUČNI SADRŽAJI

Značaj zdrave ishrane za organizam, štetnost duhanskog dima, fizička aktivnost i zdravlje.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Naglasak staviti na razumijevanje čovjekova utjecaja na uravnoteženo stanje u prirodi i bioraznolikost s aspekta održivoga razvoja. Utjecaj bolesti na čovjeka i druge organizme povezati s potrebom istraživanja radi prevencije i/ili liječenja. Provesti jednostavno istraživanje o utjecaju životnih navika na zdravlje ljudi (utjecaj buke na sluh, tjelesna neaktivnost, lična higijena, nepravilna ishrana). Diskutirati o odgovornosti u kontekstu izbora liječenja i preventivnih mjera za očuvanje vlastitog zdravlja. Utjecaj ljudskih djelatnosti na prirodne procese i mogućnosti smanjenja zagađenja objasniti u kontekstu održavanja homeostaze organizma.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

U okviru izučavanja zdravih navika učenici prikupljaju informacije o životnim navikama ljudi u neposrednom okruženju, kao što su ishrana, kontrola zdravlja, održavanje higijene, pa bi te sadržaje mogli povezati sa gradivom iz nastave Kulture življenja. Također, određeni pojmovi (npr. održavanje optimalne tjelesne težine) mogli bi se povezati sa nastavom Tjelesnog i zdravstvenog odgoja.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavna tema "Čovjek i zdravlje" pogodna je za unapređenje znanja o bolestima. Važno je da učenici usvoje pravilne navike koje doprinose zaštiti i očuvanju njihovog zdravlja. Kompetencije koje se mogu razvijati iz ovih oblasti jesu korištenje informacijsko-komunikacijskih tehnologija (analiza materija štetnih na zdravlje), te komunikacijske kompetencije. Izvođenje praktičnog rada i eksperimenata kod učenika razvija svijest o primjeni stečenih znanja u svakodnevnom životu i pomaže pri odabiru buduće profesije.

B

Povezanost, struktura i funkcija živih bića (Citologija i histologija biljaka)

B.7.1

Objašnjava da su biljke građene od ćelija koje obavljaju životne funkcije i razmnožavaju se.

Objašnjava osnovne dijelove biljne ćelije, vrste biljnih tkiva i njihove funkcije.

Istražuje građu i funkciju biljne ćelije i biljnih tkiva koristeći optički mikroskop.

Opisuje načine razmnožavanja biljnih ćelija procesom diobe, prepoznajući pojedine faze ćelijskih dioba pomoću slika.

BIO-2.1.2

B.7.2

Provodi istraživanje o citologiji i histologiji biljaka.

Prikuplja podatke iz različitih relevantnih izvora o građi ćelije, ćelijskih organela i biljnih tkiva.

Prikazuje rezultate istraživanja iz citologije i histologije biljaka tabelarno, grafički ili shematski (npr. mjeri veličinu različitih ćelija).

Izvještava o rezultatima istraživanja iz citologije i histologije biljaka, u pisanoj formi i verbalno (npr. o građi i funkciji biljne ćelije, različitim vrstama biljnih tkiva...).

BIO-2.4.1

B.7.3

Izvodi praktične vježbe iz citologije i histologije.

Prepoznaje i imenuje dijelove mikroskopa, primjenjujući pravila mikroskopiranja.

Posmatra privremene i trajne preparate biljne ćelije i tkiva pomoću mikroskopa.

Crta i obilježava biljnu ćeliju, dijelove biljne ćelije i različita biljna tkiva.

Izrađuje model biljne ćelije koristeći reciklirane materijale.

BIO-2.4.4

KLJUČNI SADRŽAJI

Biljna ćelija, organele, biljna tkiva, dioba ćelije.

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Učenici u osnovnoj školi, posebno u mlađem uzrastu, imaju problem s razumijevanjem objekata koji nisu vidljivi golim okom. Tematska cjelina "Citologija i histologija biljaka" podrazumijeva izučavanje biljnih ćelija i tkiva. Učenici ćeliju najčešće doživljavaju kao dvodimenzionalnu. Istraživanja sugeriraju da je jedan od načina za sprečavanje pogrešne percepcije o ćeliji pravljenje modela. Zbog toga je veoma bitno da se učenicima pruži prilika da samostalno kreiraju i prezentiraju modele ćelija. Ako škola posjeduje 3D štampač, nastavnik može uputiti učenike da kreiraju model ćelije u nekom od programa za 3D štampu, kao što je Tinkercad (www.tinkercad.com), i da odštampaju svoj model pomoću štampača. Učenici trebaju da, uz pomoć nastavnika/ce, a kasnije i samostalno, razviju vještine i sposobnosti mikroskopiranja, izrade mikroskopskih preparata, kreiranja različitih zbirki. Posmatranje biljne ćelije organizirati tako da svaki učenik/ca ima priliku da vidi ćeliju pomoću mikroskopa, primjenjujući pravila mikroskopiranja. Prilikom obrade nastavnih sadržaja vezanih za diobu ćelije koristiti modele, crteže, sheme i sl., mitoze i mejoze, da bi učenik/ca mogao prepoznati, imenovati i opisati pojedine faze ćelijskih dioba i razlikovati mitozu i mejozu..

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Različiti materijali (tekstualni, video audiomaterijali, fotografije, istraživanja...) koji se izučavaju kroz tematsku cjelinu "Citologija i histologija biljaka" mogu se naći na provjerenim internetskim stranicama. Dobro je učenike poticati da istražuju i koriste različite web-alate prilikom pronalaska informacija o ovoj tematskoj cjelini. Pri tome je važno naglasiti, da se učenici ne zadržavaju samo na posmatranju određenih slika već da koriste različite grafičke organizere i kreiraju različite sheme, mape uma, plakate, panoe i tako direktno ostvaruju korelaciju s Informatikom i Matematikom. Kada se učenici upoznaju sa svjetlosnim mikroskopom, dobro bi bilo napraviti poveznicu sa Fizikom (optika).

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Obradom ovih nastavnih sadržaja učenici razvijaju vještine mikroskopiranja, rukovanja laboratorijskim priborom i posuđem, primjenjuju pravila rada u laboratoriji i pridržavaju se mjera opreza. Kod učenika se razvija i briga o okolišu, svijest o značaju odlaganja produkata eksperimenta na odgovarajući način, kao i svijest o izvođenju oglada u manjim količinama, kako bi se smanjile količine otpada. Kod učenika se razvija svijest o značaju biologije u svakodnevnom životu i u budućem profesionalnom razvoju, svijest o potrebi za cjeloživotnim učenjem, te o povezanosti biologije s drugim naukama i naučnim disciplinama. Učenici uviđaju da su znanja iz biologije korisna i primjenljiva u svakodnevnom životu.

B

Povezanost, struktura i funkcija živih bića (Građa i funkcija biljaka)

B.7.1

Procjenjuje organizaciju i nivoe organizacije građe biljnih organizama.

Razlikuje nivoe organizacije biljnih organizama (ćelija, tkivo, organ, organski sistem, organizam) s ciljem razumijevanja njihove međusobne povezanosti.

Objašnjava da su tkiva, organi i sistem organa biljaka, formirani iz grupa ćelija sa specijaliziranim strukturama i funkcijama.

Razlikuje morfološku i anatomsku građu biljaka objašnjavajući funkciju i važnost organa i organskih sistema biljaka (vegetativni i reproduktivni biljni organi).

[BIO-2.1.1](#)

B.7.2

Upoređuje proces fotosinteze s procesom disanja živih bića.

Objašnjava fotosintezu kao proces u kojem iz ugljendioksida i vode sa mineralima u zelenim biljkama nastaje šećer i kisik.

Objašnjava osnovni proces disanja, u kojem su neophodni kisik i šećer za dobijanje energije, uz oslobađanje ugljendioksida i vode.

Razlikuje načine ishrane kod biljaka i životinja s ciljem razumijevanja njihove međusobne povezanosti kroz lance, mreže i piramide ishrane.

[BIO-2.1.2](#)

B.7.3

Istražuje o građi i funkciji biljaka..

Prikuplja podatke iz različitih relevantnih izvora o građi i funkciji biljaka.

Prikazuje rezultate istraživanja o građi i funkciji biljaka tabelarno, grafički ili shematski.

Izveštava o rezultatima istraživanja o građi i funkciji biljaka, u verbalnoj i pisanoj formi.

[BIO-2.4.1](#)

B.7.4

Izvodi praktične vježbe o građi i funkciji biljaka.

Istražuje građu biljnih ćelija i tkiva koristeći optički mikroskop, uz primjenu pravila mikroskopiranja.

Crta i obilježava ćelijske strukture i biljna tkiva vidljive pod mikroskopom.

Crta i obilježava biljne ćelije (npr. ćelije limuna, narandže...) i biljne strukture vidljive golim okom.

Izvodi oglede prema uputama nastavnika (npr. izdvajanje pokožice luka za izradu privremenog preparata), primjenjujući mjere opreza prilikom izvođenja praktičnih radova i eksperimenta.

[BIO-2.4.4](#)

KLJUČNI SADRŽAJI

Tkivo - građa i funkcija; organ i organizam (jednoćelijski i višećelijski), sjemenka, korijen, izdanak, list, cvijet, raznovrsnost plodova i sjemena.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Pri opisu procesa fotosinteze i ćelijskog disanja učenik/ca treba naučiti koji su reaktanti i produkti tih procesa, te u kojim se uvjetima navedeni procesi odvijaju. Kroz ovu temu povezati procese fotosinteze i ćelijskog disanja s kruženjem materije u prirodi, a jednostavnost građe anaeroba s manjim iskorištavanjem energije tokom procesa vrenja. Ove aktivnosti mogu se ostvariti kroz izvođenje eksperimenata: fotosinteza i alkoholno i mliječno kiselo vrenje, te korištenjem videoisječaka, animacija i simulacijama ćelijskog disanja i fotosinteze.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Fotosintezu i ćelijsko disanje povezati sa sadržajima iz nastavnog predmeta Hemija, kao što je poznavanje najvažnijih hemijskih procesa kruženja ugljika u prirodi, (spaljivanje fosilnih goriva, požari, razgradnja organskih materija, otapanje krečnjačkih stijena, vulkanske erupcije), te sa povećanjem emisija ugljikovog dioksida u atmosferu, koje uzrokuje povišenje temperature Zemlje kao planete i promjene klimatskih uvjeta.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji građe i funkcije biljaka pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

A

Zemlja - prostor života

D

Čovjek, biološko i društveno biće (Uvod u biosistematiku)

A.D.7.1

Procjenjuje važnost biodiverziteta u svrhu njegovog očuvanja.

Istražuje biodiverzitet kao raznolikost živog svijeta u Bosni i Hercegovini, prepoznajući vrijednost biodiverziteta.

Predviđa mjere zaštite biodiverziteta u svrhu njegovog očuvanja.

[BIO-1.3.2](#)

A.D.7.2

Razvrstava po biosistematskim kategorijama predstavnike žive prirode.

Razlikuje biosistematske kategorije u cilju razumijevanja organizacije živog svijeta u prirodi.

Prepoznaje i svrstava primjere organizama glavnih taksonomskih grupa na osnovu vanjskih sličnosti i razlika da bi se odredilo njihovo mjesto u sistemu klasifikacije.

[BIO-1.1.3](#)

A.D.7.3 Procjenjuje važnost ugroženih, endemičnih i rijetkih biljnih organizama u Bosni i Hercegovini u cilju njihove zaštite.	Upoređuje endemske, rijetke i ugrožene vrste biljaka na primjerima u Bosni i Hercegovini s ciljem njihove zaštite. Istražuje važnost Crvene knjige u Bosni i Hercegovini. Preporučuje mjere zaštite endemskih, rijetkih i ugroženih biljaka i zaštićenih područja u Bosni i Hercegovini.
BIO-1.3.4	
A.D.7.4 D. Provodi mjere prevencije u cilju očuvanja vlastitog zdravlja.	Provodi mjere prevencije od bakterijskih, virusnih i gljivičnih bolesti u cilju očuvanja vlastitog zdravlja. Prosuduje o važnosti zdrave ishrane u cilju očuvanja vlastitog zdravlja..
BIO-4.3.1	
A.D.7.5 Istražuje o biosistematici.	Koristi više relevantnih izvora podataka za istraživanje biosistematike (npr. o značajnim otkrićima biologije, broju endemskih biljaka u BiH, penicilinu, o značaju i mjerama zaštite biljaka....). Prikazuje rezultate istraživanja o biosistematici tabelarno, grafički ili shematski. Izveštava o rezultatima istraživanja o biosistematici (npr. o broju vakcinisanih i nevakcinisanih učenika u odjeljenju, školi), u pisanoj formi i verbalno.
BIO-1.1.3	
A.D.7.6 Izvodi praktične vježbe iz biosistematike.	Izvodi jednostavne praktične radove i eksperimente iz biosistematike prema uputama nastavnika/ce, koristeći mikroskop i lupu. Primjenjuje mjere opreza prilikom izvođenja eksperimenta, praktičnih radova i prikupljanja materijala iz prirode (različitih listova, plodova, sjemenki, šišarki, ljekovitih biljaka, mahovina, lišajeva itd.) Crta i obilježava specifične karakteristike različitih predstavnika organizama, npr. virusa (bakteriofag), bakterija, gljiva (šampinjon), mahovina (vlasak)...
BIO-1.4.4	

KLJUČNI SADRŽAJI

Biološka raznolikost i uzroci biološke raznolikosti, pojam biosistematike, Karl Line, osnovne biosistematske kategorije, virusi, bakterije i modrozeleno alge, gljive, stieljnjače (alge i lišajevi), stablašice (mahovine, paprati), sjemenjače (golosjemenjače i skrivenosjemenjače), biodiverzitet skrivenosjemenjača u Bosni i Hercegovini, endemične i autohtone vrste - značaj i zaštita, ljekovite biljke u Bosni i Hercegovini.

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Iz oblasti biosistematike učenici treba da shvate smisao sistematike u sagledavanju raznovrsnosti živog svijeta, te da razumiju hijerarhijski odnos sistematskih kategorija. U okviru toga treba da usvoje pojmove: klasifikacija, evolutivna srodnost, sistematika, sistematske kategorije, takson, vrsta, binarna nomenklatura, filogenija i biodiverzitet. Realizacija rada učenika može se postići korištenjem adekvatnih primjera za razumijevanje hijerarhijske organizacije sistematskih kategorija i razlike između sistematske kategorije i taksona. Također, primjena ilustrativne metode u uporednom prikazu taksonomskog i filogenetskog aspekta sistematike može poslužiti u ostvarivanju ciljeva.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Gradivo iz biosistematike moguće je povezati sa sadržajima iz Matematike i Informatike kao što su npr. skupovi. Također, ovu oblast moguće je upoređivati sa svim segmentima i aktivnostima u kojima se vrši plansko i hijerarhijsko razvrstavanje (npr. raspored knjiga u biblioteci)..

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji biosistematike pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

B

Povezanost, struktura i funkcija živih bića (Citologija i histologija životinja)

B.8.1

Procjenjuje organizaciju i nivoe organizacije životinjskog organizma.

Razlikuje nivoe organizacije životinjskog organizma (ćelija, tkivo, organ, organski sistem, organizam) s ciljem razumijevanja njihove međusobne povezanosti.

Objašnjava da su tkiva, organi i sistem organa životinja formirani iz grupa ćelija sa specijaliziranim strukturama i funkcijama.

Razlikuje morfološku i anatomsku građu životinjskog organizma, objašnjavajući funkciju i važnost organa i organskih sistema životinja.

[BIO-2.1.1](#)

B.8.2

Istražuje građu i funkciju životinjske ćelije i tkiva i razlikuje ćelijske diobe.

Istražuje osnovne tipove i građu životinjskih ćelija, vrste životinjskih tkiva i njihove funkcije kod višćelijskih životinja i jednoćelijske organizme.

Upoređuje prokariotske i eukariotske ćelije, objašnjavajući njihove razlike.

Opisuje načine razmnožavanja životinjskih ćelija diobom, prepoznavajući pojedine faze ćelijskih dioba pomoću slike, sheme, modela....

[BIO-2.1.2](#)

B.8.3

Istražuje o citologiji i histologiji životinja..

Koristi više relevantnih izvora podataka za istraživanje o citologiji i histologiji životinja.

Prikazuje rezultate istraživanja o citologiji i histologiji životinja tabelarno, grafički ili shematski.

Izveštava o rezultatima istraživanja o citologiji i histologiji životinja, u pisanoj formi i verbalno.

[BIO-2.4.2](#)

B.8.4

Izvodi praktične vježbe iz citologije i histologije životinja.

Izvodi praktične vježbe o strukturi životinjskih ćelija i tkiva koristeći optički mikroskop.

Crta i obilježava životinjske ćelije i tkiva vidljiva pod mikroskopom, primjenjujući pravila mikroskopiranja.

Izvodi praktične radove i eksperimente iz citologije i histologije životinja, primjenjujući mjere opreza.

[BIO-2.4.4](#)

KLJUČNI SADRŽAJI

Raznovrsnost i klasifikacija živog svijeta, osnovne razlike između biljaka, životinja i gljiva, životinjska ćelija: građa, funkcija i ćelijske diobe, životinjska tkiva (epitelno, potpuno, mišićno i nervno).

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Naglasiti razlike između biljne i životinjske ćelije, koristeći se mikroskopskim preparatima, modelima ćelija, grafičkim i videoprikazima. Istaći osnovne dijelove životinjske ćelije i uporediti je sa biljnom. Principe građe ćelije povezati sa ekonomičnim funkcioniranjem, provodeći aktivnosti posmatranja ćelija na preparatima i kroz videoprikaze. Povezati građu ćelije s njenom ulogom u organizmu, te objasniti usložnjavanje organizma od nivoa ćelije do tkiva. Provesti aktivnosti posmatranja mikroskopskih preparata osnovnih tipova tkiva, te istaći njihove razlike u građi.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

U okviru citologije i histologije učenici aktivno mikroskopiraju i izrađuju modele ćelije i tkiva, koristeći se obnovljivim materijalima. Ove aktivnosti moguće je povezati s Fizikom iz oblasti optike, te s Tehničkim odgojem, iz oblasti materijala. Značajna je i korelacija sa dijelom nastave iz Informatike u okviru kojeg učenici/ce uče crtati i praviti 3D prikaze.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji citologije i histologije životinja pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

A

Zemlja - prostor života.

C

Struktura i fiziologija organizama, pretvaranje materije i energije (Biosistematika životinja sa općom evolucijom)

A.C.8.1

Razvrstava po kategorijama predstavnike životinjskih organizama.

Razlikuje osnovne biosistematske kategorije prepoznavajući predstavnike životinjskih organizama.

Svrstava u određene grupe predstavnike carstva životinja - od praživotinja, preko niza grupa beskičmenjaka i kičmenjaka, na osnovu vanjske sličnosti i razlika.

Opisuje citološke, histološke, morfološke i anatomske osobine životinja prema stepenu složenosti i na taj način razlikuje biosistematske kategorije.

[BIO-1.1.3](#)

A.C.8.2

Povezuje građu i funkciju organa i organskih sistema kod životinja.

Povezuje funkciju organa i organskih sistema kod životinja posmatrajući slike, sheme, modele.

Objašnjava spolni dimorfizam, na osnovu morfologije, anatomije i fiziologije, koristeći slike, panoe kod specifičnih grupa životinja.

[BIO-3.1.3](#)

A.C.8.3 Procjenjuje važnost ugroženih, endemičnih i rijetkih životinjskih organizama u BiH u cilju njihove zaštite.	Upoređuje endemske, rijetke i ugrožene vrste životinja na primjerima u Bosni i Hercegovini da bi procijenio/la njihovu važnost. Istražuje i objašnjava važnost životinjskih vrsta i njihov broj u Crvenoj knjizi.
A.C.8.4 Istražuje evolutivne procese u promjenjivim životnim uvjetima Zemlje, od njenog nastanka do danas.	Istražuje evolucijski razvoj živog svijeta na Zemlji zasnovan na naučnim dokazima (paleontologija i fosili). Objašnjava promjenljivost prostora i jedinki kao osnov evolutivnih promjena (dokazi i faktori evolucije). Prepoznaje razlike u fizičkim osobinama i ponašanju među jedinkama u populaciji koje imaju prednost u preživljavanju i prenošenju svojih osobina za njihovo potomstvo (borba za opstanak). Povezuje sposobnost preživljavanja ili istrebljenja vrste s reproduktivnim uspjehom u promjenjivom okruženju (prirodna selekcija). Opisuje kako sličnosti i razlike između živih vrsta i fosila pružaju dokaze promjena koje se događaju živim bićima tokom vremena. Prepoznaje da je stepen sličnosti karakteristika koja služi kao dokaz zajedničkog porijekla (evolutivni nizovi, prelazni oblici i uporedni - anatomske dokazi).
<u>BIO-1.2.4</u>	
A.C.8.5 Provodi mjere prevencije u cilju očuvanja vlastitog zdravlja.	Istražuje o važnosti hrane životinjskog porijekla u balansiranoj ishrani za održavanje zdravog načina života. Prosuđuje o značaju odgovornog ponašanja čovjeka prema životinjama i mjerama njihove zaštite. Provodi mjere prevencije od zaraznih bolesti koje izazivaju i prenose životinje u cilju očuvanja vlastitog zdravlja.
<u>BIO-4.3.1</u>	
A.C.8.6 Istražuje o biosistematici životinja i evoluciji.	Prikuplja podatke iz pouzdanih izvora informacija za istraživanje biosistematici životinja i evoluciji (npr. o fosilima, faktorima i dokazima evolucije). Prikazuje rezultate istraživanja o biosistematici životinja i evoluciji tabelarno, grafički ili shematski. Izveštava o rezultatima istraživanja o biosistematici životinja i evoluciji, u pisanoj formi i verbalno.
<u>BIO-1.4.3</u>	

A.C.8.7

Izvodi praktične vježbe o biosistematici životinja i evoluciji.

Izvodi praktične vježbe i eksperimente koje se odnose na biosistematiku životinja i evoluciju (npr. disekcija ribe) primjenjujući mjere opreza.

Crta i obilježava organe, organske sisteme i organizme različitih predstavnika životinja.

Izvodi praktične vježbe u pružanju prve pomoći kod ujeda otrovnih životinja.

BIO-1.4.4**KLJUČNI SADRŽAJI**

Praživotinje, dupljari, spužve, gliste, mekušci, zglavkari, bodljokošci, hordati, kičmenjaci (ribe, vodozemci, gmizavci, ptice, sisari), pojam evolucija, nastanak živog svijeta na planeti Zemlji, dokazi i faktori evolucije živog svijeta, nastanak i evolucija životinja, raznovrsnost životinja – pregled glavnih grupa.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA**1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice**

U okviru biosistematike učenicima/cama objasniti principe klasifikacije kroz prikaz srodnosti različitih organizama na različitim nivoima sistematskih kategorija. Naglasak staviti na razvrstavanje različitih životinjskih vrsta u više sistematske kategorije prema karakterističnim svojstvima. U ovom dijelu istaći i utjecaj čovjeka na bioraznolikost i uravnoteženo stanje u prirodi kroz diskusiju. Učenike potaći na izradu razvojnog stabla živog svijeta, te na njegovo razvrstavanje. Prilikom obrade evolucije slikovito prikazati srodnost različitih organizama. Aktivnosti provesti kroz izradu kladograma. Ukazati na zajedničko porijeklo svih živih bića.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Gradivo iz biosistematike i evolucije moguće je povezati sa sadržajima iz Matematike i Informatike, kao što su npr. skupovi. Također, ovu oblast moguće je upoređivati sa svim segmentima i aktivnostima kojima se vrši plansko i hijerarhijsko razvrstavanje (npr. raspored knjiga u biblioteci).

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji biosistematike pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja. Učenici uviđaju da su znanja iz biologije korisna i primjenljiva u svakodnevnom životu.

D

Čovjek, biološko i kulturno biće (Citologija i histologija čovjeka)

D.9.1

Istražuje građu i funkciju ljudskih ćelija i tkiva i razlikuje ćelijske diobe.

Objašnjava osnovne tipove ćelija (tjelesne i spolne), građu ćelije, vrste tkiva i njihove funkcije kod čovjeka.

Razlikuje osnovne tipove ćelijskih dioba na osnovu broja hromozoma (mitoza i mejoza).

Opisuje ćelijske diobe, prepoznajući pojedine faze mitoze i mejoze pomoću mikroskopskih preparata, slika, shema.

[BIO-4.1.1](#)

D.9.2

Istražuje o citologiji i histologiji čovjeka.

Prikuplja podatke iz više relevantnih izvora o građi i funkciji ćelija, ćelijskih organela i tkiva čovjeka.

Izrađuje protokol za prikupljanje podataka i tabelu za upis podataka dobijenih istraživanjem o citologiji i histologiji čovjeka.

Kreira grafikone i tabele za prikazivanje rezultata dobijenih istraživanjem o citologiji i histologiji čovjeka, prezentirajući ih u pisanom i verbalnom obliku.

[BIO-4.4.1](#)

D.9.3

Izvodi praktične vježbe iz citologije i histologije čovjeka.

Prilikom izvođenja praktičnih vježbi iz citologije i histologije čovjeka, razlikuje kontrolni i probni uzorak, postavljaću hipotezu i donoseći zaključak.

Izrađuje preparate za posmatranje različitih vrsta ćelija (npr. bukalna sluznica).

Posmatra privremene i trajne preparate ćelija i ćelijskih dioba pomoću mikroskopa.

[BIO-4.4.4](#)

KLJUČNI SADRŽAJI

Ćelija, dioba ćelije, od ćelije do organizma.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

U ovoj tematskoj oblasti istaći opis ćelijskog ciklusa uz tumačenje interfaze i diobe. Naglasak staviti na razumijevanje ćelijskog ciklusa i njegovog utjecaja na život cjelokupnog organizma. Ove preporuke moguće je provesti kroz posmatranje gotovih ili samostalno pripremljenih preparata pod mikroskopom, kao što su faze ćelijske diobe ili pupanje kvasca. Preporučuje se korištenje videopriloga, simulacija i animacija ćelijskog ciklusa, izrada modela ćelija i faza ćelijske diobe, te istraživanje literature. U ovoj tematskoj cjelini učenici bi kroz mikroskopiranje preparata tkiva trebali uočiti različitost ćelija i kako istovrsne ćelije grade tkiva.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

U okviru citologije i histologije učenici aktivno mikroskopiraju i izrađuju modele ćelije i tkiva, koristeći se obnovljivim materijalima. Ove aktivnosti moguće je povezati s Fizikom iz oblasti optike, te s Tehničkim odgojem, iz oblasti materijala. Značajna je i korelacija sa dijelom nastave Informatike u okviru kojeg učenici uče crtati i praviti 3D prikaze.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji citologije i histologije pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

D

Čovjek, biološko i društveno biće (Genetika)

D.9.1

Objašnjava građu i funkciju nasljednog materijala (DNK, RNK, hromozom, gen), objašnjavajući zakonitosti nasljeđivanja osobina.

Objašnjava građu, ulogu i značaj hromozoma i nukleinskih kiselina (DNK i RNK).

Razlikuje dominantne i recesivne gene na primjerima Mendelovih zakona, u cilju praćenja nasljeđivanja osobina (npr. kod graška).

Povezuje građu DNK sa procesom biosinteze proteina i nastankom osobina.

BIO-4.2.2

D.9.2

Razlikuje mutacije od modifikacija, procjenjujući značaj genetike za ljudski život.

Razlikuje mutacije od modifikacija, navodeći primjere kod biljaka, životinja i čovjeka iz svog okruženja u kojem živi i ličnog života.

Povezuje mutacije i modifikacije sa nastankom novih osobina.

Opisuje značaj i dostignuća genetike, genetičkog inženjeringa i biotehnologije s drugim naukama, biotehnologijom i društvom (npr. DNK identifikacija).

BIO-4.2.3

D.9.3

Provodi mjere prevencije u cilju očuvanja vlastitog zdravlja.

Identificira mutagene faktore (npr. sunčevo zračenje, aditivi, konzervansi...) u cilju očuvanja vlastitog zdravlja.

Objašnjava primjenu znanja i otkrića iz genetičkog inženjeringa i biotehnologije u cilju unapređenja kvaliteta života (npr. proizvodnja hrane, lijekova, nastanak mnogih sorti i pasmina biljaka i životinja).

BIO-4.3.1

D.9.4 Istražuje o genetici, genetičkom inženjeringu i biotehnologiji. BIO-4.4.2	Prikuplja podatke iz više izvora o genetici, genetičkom inženjeringu i biotehnologiji. Izrađuje protokol za prikupljanje podataka i formular za upis tih podataka za istraživanje o genetici, genetičkom inženjeringu i biotehnologiji. Izrađuje grafikone i tabele za prikazivanje rezultata dobijenih istraživanjem o genetici i genetičkom inženjeringu uz pomoć nastavnika, prezentirajući rezultate u pisanoj formi i verbalno.
D.9.5 Izvodi praktične vježbe iz genetike i genetičkog inženjeringa i biotehnologije. BIO-4.4.4	Izrađuje modele nukleinskih kiselina koristeći reciklirane materijale. Izvodi samostalno praktične vježbe i eksperimente iz genetike i genetičkog inženjeringa (npr. proizvodnja jogurta) primjenjujući mjere opreza prilikom izvođenja eksperimenta.

KLJUČNI SADRŽAJI

Genetika, hromozomi, nukleinske kiseline (nasljedna tvar - DNK i RNK), gen. Mendelovi zakoni, mutacije i modifikacije, značaj genetike, genetički inženjering i biotehnologija.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Nastavni sadržaji iz tematske cjeline "Genetika" trebaju omogućiti razumijevanje principa nasljeđivanja. Naglasiti razumijevanje životnih procesa na molekularnom nivou bez suvišnih opisa procesa i pojmova. Također, potrebno je istaći pojam varijabilnosti i zakone nasljeđivanja. Obradu ovih sadržaja provesti kroz aktivnosti samostalnog ili grupnog istraživanja varijabilnosti, izrade modela koji prikazuju mutacije DNK, te prikazivanje ukrštanja izradom aplikacija ili grafičkih prikaza.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Sadržaje genetike moguće je povezati sa nastavom Hemije i Fizike, u dijelovima koji se odnose na građu nukleinskih kiselina, te faktorima koji utječu na pojavu mutacija. Značajna je i korelacija sa dijelom nastave Informatike u okviru kojeg učenici/ce mogu praviti aplikacije ili grafičke prikaze ukrštanja.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji genetike pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

D

Čovjek, biološko i društveno biće (Sastav čovječijeg tijela sa antropogenezom)

D.9.1

Povezuje građu sa funkcijom organa i organskih sistema čovjeka.

Razlikuje organe i organske sisteme, određujući njihov položaj na modelu čovjeka (torzo).

Povezuje građu sa funkcijom organa i organskih sistema kod čovjeka.

Istražuje najčešća oboljenja organa i sistema organa (načine oboljevanja, uzročnika, simptome i mjere zaštite).

BIO-4.1.2

D.9.2

Istražuje filogeniju razvoja čovjeka.

Prepoznaje ključne faze razvoja čovjeka kroz epohe.

Istražuje različite predstavnike evolucijske linije čovjeka.

BIO-4.2.5

D.9.3

Provodi mjere prevencije u cilju očuvanja vlastitog zdravlja.

Primjenjuje znanja i postupke o mjerama zaštite od različitih vrsta toksikomanija.

Istražuje o važnosti odgovornog spolnog ponašanja i zaštite koja smanjuje rizik od prenošenja spolnih bolesti i neželjene trudnoće.

BIO-4.3.2

D.9.4

Istražuje o sastavu ljudskog tijela i antropogenezi.

Prikuplja podatke iz više relevantnih izvora o sastavu ljudskog tijela i antropogenezi.

Izrađuje protokol za prikupljanje podataka i tabelu o sastavu ljudskog tijela i antropogenezi za upis tih podataka.

Kreira grafikone i tabele za prikazivanje rezultata dobijenih istraživanjem o sastavu ljudskog tijela i antropogenezi, uz pomoć nastavnika, prezentirajući rezultate u pisanom i verbalnom obliku.

BIO-4.4.2

D.9.5

Izvodi praktične vježbe o sastavu ljudskog tijela i antropogenezi.

Izvodi eksperiment o sastavu ljudskog tijela i antropogenezi, uz navođenje nastavnika.

Razlikuje kontrolni i probni uzorak, postavlja hipotezu i donosi zaključak prilikom izvođenja eksperimenta o sastavu ljudskog tijela i antropogenezi.

Izvodi praktične vježbe iz pružanja prve pomoći kod različitih povreda i stanja.

BIO-4.4.4

KLJUČNI SADRŽAJI

Ljudska tkiva, organi i organski sistemi (reproduktivni, koštano-mišićni, probavni, krvni, disajni, kožni, ekskretorni, nervni, čulni i endokrini), antropogeneza.

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

U ovoj tematskoj cjelini naglasak staviti na usložnjavanje organizma od nivoa ćelije do sistema organa. Povezati rad organa u okvirima sistema organa s ciljem održavanja stalnih uvjeta u tijelu, te učenicima opisati građu i ulogu sistema organa i vitalnih organa u cilju održavanja života. U okviru antropogeneze uporediti razvojnu liniju čovjeka s pripadnicima grupe primata, te povezati ključne prilagodbe i aktivnosti s precima kroz razvojnu liniju ljudske vrste i napraviti korelaciju s nastavnim predmetom Historija. Istaći prilagodbe i razvoj vještina koji su doveli do razvoja ljudske vrste.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Sadržaje ove tematske cjeline moguće je povezati sa nastavom Hemije, Fizike i drugih predmeta koji u svom programskom sadržaju imaju poveznice sa zdravljem. Kroz proučavanje različitih organskih sistema, povezivati nastavne sadržaje iz predmeta Hemija, kada je u pitanju npr. hemijski sastav hrane, filtriranje urina... i predmeta Fizika, kada je u pitanju povezanost građe oka i optike, krvni pritisak... Moguća je i korelacija sa dijelom nastave Informatike u okviru kojeg se učenici mogu služiti animacijama i aplikacijama za proučavanje različitih organskih sistema.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji genetike pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

► Srednje ► I.

Godine učenja i podučavanja predmeta: 5

B

Povezanost struktura i funkcija živih bića.

C

Struktura i fiziologija organizama, pretvaranje materije i energije.

D

Čovjek, biološko i društveno biće (Molekularna biologija)

B.C.D.I.1

Procjenjuje fizičke i hemijske promjene tvari u organizmu.

Istražuje tvari na osnovu fizičkih i hemijskih osobina.

Povezuje funkciju organskih i anorganskih molekula u živim sistemima.

Razlikuje fizičke i hemijske promjene tvari u organizmu na nivou ćelije.

[BIO-3.1.2](#)

B.C.D.I.2

Povezuje otkriće, građu DNK-a i RNK-a sa procesom autoreplikacije molekule DNK.

Istražuje otkriće nukleinskih kiselina i njihov doprinos nauci i svakodnevnom životu.

Upoređuje građu nukleotida DNK-a i RNK-a molekula na osnovu komplementarnosti vezivanja azotnih baza.

Procjenjuje značaj procesa autoreplikacije DNK-a molekule u živim sistemima.

[BIO-3.1.1](#)

B.C.D.I.3

Prosudjuje o pojavama, procesima i međuodnosima na temelju posmatranja i istraživanja.

Povezuje građu i funkciju molekula DNK-a i RNK-a u procesu biosinteze bjelančevina.

Prosudjuje važnost procesa transkripcije i translacije u procesu biosinteze bjelančevina, uz identifikaciju mjesta odvijanja u ćeliji.

Objašnjava razliku između egzona i introna, kao dijelova nekodirajuće DNK-a molekule.

[BIO-3.1.1](#)

B.C.D.I.4 Prikuplja i sistematizira podatke iz različitih relevantnih izvora o fizičko-hemijskim osobinama ćelije na molekularnom nivou.	Koristi podatke iz različitih izvora o fizičko-hemijskim osobinama ćelije (naučni časopisi, naučni radovi, udžbenici). Prepoznaje da naučne teorije objašnjavaju prirodne pojave i procese na temelju činjenica koje su prošle brojne provjere. Procjenjuje različite naučne izvore, raspravlja o dobijenim rezultatima, pravilno ih citira. Analizira grafikone, dijagrame i sheme iz oblasti molekularne biologije.
BIO-4.4.2	Raspravlja o etičkim pitanjima u biološkim istraživanjima i primjeni bioloških otkrića, te donosi odluke o vlastitim postupanjima.
B.C.D.I.5 Izvodi praktične radove za stjecanje informacija i predstava o molekularnoj biologiji.	Koristi laboratorijsku opremu i izvodi eksperimente u laboratoriji u cilju istraživanja molekularne biologije. Primjenjuje pravila korištenja opreme i mjere opreza u laboratoriji u cilju istraživanja u molekularnoj biologiji. Crta i obilježava dijagrame organskih materija.
BIO-4.4.4	Koristi molekularne vizuelizacijske softvere za analizu građe organskih i neorganskih materija.

KLJUČNI SADRŽAJI

Bioelementi, anorganske materije, organske materije: proteini, masti, bjelančevine, nukleinske kiseline, enzimi, autoreplikacija DNK-a, biosinteza bjelančevina.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Za što kvalitetnije usvajanje i razumijevanje pojmova i procesa povezanih sa hemijskom osnovom života preporučuju se aktivnosti izvođenja laboratorijskih radova služeći se identifikiranjem organske materije sa molekularnih dijagrama i upoređivanja sličnih organskih molekula služeći se molekularnim vizuelizacijskim kompjuterskim programima. Uz navedeno moguće je izvođenje laboratorijskih vježbi dokazivanja organskih materija, ekstrakcija DNK-a iz banana, špinata, jagoda, te eksperiment za dokazivanje osmoze. Za pravilno razumijevanje funkcije pojedinih organskih i anorganskih molekula moguće je realizirati dizajniranjem eksperimenata kako bi se npr., testirao utjecaj temperature, pH i koncentracije supstrata na aktivnost enzima. Također, učenike/ce je potrebno potaknuti na demonstraciju praktičnih radova u laboratoriji služeći se mjernim i optičkim instrumentima, laboratorijskom opremom i IKT-om za proučavanje hemijske osnove života.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

U okviru izučavanja molekularne biologije učenici prikupljaju informacije o hemijskoj osnovi života, te se ti sadržaji direktno mogu povezati sa gradivom iz nastave Hemije - opća i organska hemija, kao i sa Fizikom - energija. Neophodna je i veza sa Informatikom u cilju provedbi vježbi korištenjem vizuelizacijskih softverskih programa.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Oblast molekularne biologije pogodna je za razvoj sposobnosti kritike i samokritike, zatim sposobnosti analize, te sposobnosti stvaranja novih rješenja. Učenici mogu stvarati nova rješenja korištenjem psihomotoričkih kompetencija, kao što je korištenje instrumenata i laboratorijske opreme, kao i vještinom pisanja laboratorijskih vježbi iz oblasti molekularne biologije. Također, u okviru ove oblasti moguć je razvoj saradnje, kreativnog učenja; samostalnog rada i metakognicije. Metakognitivno znanje je omogućeno strateškim znanjem, kao i samospoznajom o ulozi i važnosti anorganskih i organskih materija u ljudskom tijelu. Kompetencije koje se mogu razvijati iz ovih oblasti je korištenje informacijsko-komunikacijskih tehnologija, te komunikacijske kompetencije.

B

Povezanost struktura i funkcija živih bića.

C

Struktura i fiziologija organizama, pretvaranje materije i energije (Citologija)

B.C.1.1

Upoređuje građu i funkciju ćelijskih struktura (ćelijska membrana, citoplazma i jedro) prisutnih u eukariotskim i prokariotskim ćelijama.

Objašnjava da se naučne teorije mogu mijenjati otkrićem novih činjenica na historijskim primjerima (ćelijska teorija, Pasterov eksperiment, endosimbiontska teorija).

Povezuje građu i funkciju organela prokariotske i eukariotske ćelije na (vlastitim) primjerima.

Raspoređuje zadate primjere ćelija pripadajućim tipovima ćelijske organizacije, eukariotskim i prokariotskim ćelijama, na osnovu njihove građe.

Kreira dijagram složenosti ćelijske građe i funkcije ćelijskih organela.

Procjenjuje koji su faktori doveli do usložnjavanja ćelijske građe i funkcije ćelijskih organela od prokariotskih do eukariotskih organizama.

BIO-2.1.2

B.C.1.2

Procjenjuje razliku između tipova ćelijskih dioba na osnovu promjena u nasljednom materijalu (DNK-a, geni, hromozomi).

Identificira faze mitoze i mejoze koristeći mikroskop i računa mitotički indeks na fotografijama elektronskog mikroskopa.

Razlikuje mitozu kao diobu tjelesnih (somatskih ćelija) od mejoze kao redukcione diobe kojom nastaju spolne ćelije (gamete).

Argumentira razliku pojedinih faza ćelijskih dioba na osnovu promjena nasljednog materijala (crossing-over, hromosomi, aleli).

Upoređuje faze i podfaze ćelijskih dioba na nivou hromozoma koristeći sheme, slike, modele i ostala vizuelna pomagala.

BIO-2.1.3

B.C.1.3

Analizira primjenu, diferencijaciju i specijalizaciju matičnih ćelija u obnovi tkiva i organa.

Objašnjava pojam i mehanizam diferenciranja ćelija kao i kapacitet matičnih ćelija u diferencijaciji.

Istražuje pojam, ulogu i primjenu diferenciranja matičnih ćelija u terapijske svrhe.

Zastupa (vlastito) mišljenje o upotrebi matičnih ćelija korištenjem naučne literature.

BIO-3.1.2

B.C.I.4 Prikuplja i sistematizira podatke iz različitih relevantnih izvora o fizičko-hemijskim osobinama ćelije.	Koristi podatke iz različitih izvora o fizičko-hemijskim osobinama ćelije (naučni časopisi, naučni radovi, udžbenici). Prepoznaje da naučne teorije objašnjavaju prirodne pojave i procese na temelju činjenica koje su prošle brojne provjere. Procjenjuje različite naučne izvore, raspravlja o dobijenim rezultatima i pravilno ih citirajući. Analizira grafikone, dijagrame i sheme iz oblasti citologije. Raspravlja o etičkim pitanjima u biološkim istraživanjima i primjeni bioloških otkrića, te donosi odluke o vlastitim postupanjima.
<u>BIO-2.4.2</u>	
B.C.I.5 Izvodi praktične radove za stjecanje informacija i predstava o strukturama, funkcijama i građi živih bića.	Demonstrira vještine korištenja mikroskopa u citologiji. Koristi laboratorijsku opremu u cilju istraživanja ćelijskih struktura i tkiva, primjenjujući pravila korištenja. Primjenjuje mjere opreza prilikom izvođenja praktičnih radova iz oblasti citologije, prema uputama nastavnika. Crta i obilježava ćelijske strukture vidljive pod mikroskopom. Kreira dijagram složenosti ćelijske građe i funkcije ćelijskih organela. Koristi vizuelizacijske softvere za istraživanje iz oblasti citologije.
<u>BIO-2.4.4</u>	

KLJUČNI SADRŽAJI

Prokariotska ćelija, eukariotska ćelija (biljna i životinjska), strukture ćelije (ćelijska membrana, citoplazma, jedro i organele), mitozu i mejozu, matične ćelije (stem cells), endoplazmatski retikulum, mitohondrije, Goldžijev aparat, plastidi, ćelijska teorija, pasivni transport (difuzija, olakšana difuzija, osmoza), aktivni transport, koloidi.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Najčešće poteškoće kod učenika koji jesu susreću sa građom i funkcijom ćelije su razlika između ćelijskog zida i membrane, te uloga organela u ćeliji. Radi što kvalitetnijeg usvajanja ovih znanja preporučuje se pažljivo posmatranje ćelije na shematskim prikazima i samostalno napravljenim preparatima. Ove aktivnosti mogu se provoditi korištenjem videoanimacija i mikroskopiranjem preparata. Učenike treba poticati na izradu modela biljne i životinjske ćelije od recikliranih materijala, te analizu njenih dijelova. Od dodatnih aktivnosti mogu se izdvojiti laboratorijska vježba difuzija i osmoza, posmatranje na preparatima različitih faza mitoze i mejoze, zatim analiza upotrebe matičnih ćelija kroz različite studije.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

U okviru citologije učenici aktivno mikroskopiraju i izrađuju modele ćelija, koristeći se obnovljivim materijalima. Ove aktivnosti moguće je povezati sa Fizikom, oblasti optike. Značajna je i korelacija sa dijelom nastave iz Informatike u okviru kojeg učenici uče crtati i praviti 3D prikaze.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji citologije pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

D

Čovjek, biološko i društveno biće (Genetika)

D.I.1

Argumentira razliku između genotipa i fenotipa na nivou nukleinskih kiselina, gena, hromozoma i genoma.

Upoređuje osnovne tipove spiralizacije hromozoma, gena, genskog lokusa i alela.

Povezuje pojmove: strukturni gen, gen regulator, operator, promotor i induktor u procesu mehanizma regulacije gena.

Istražuje genotip i fenotip na primjerima u svom okruženju (krvne grupe i Rh faktor).

Razlikuje autosomalno i spolno vezano nasljeđivanje kod monogenskih i poligenih osobina.

Primjenjuje zakone nasljeđivanja i mehanizme izražavanja genotipa, fenotipa i nasljednih bolesti pomoću Mendelovih zakona.

BIO-4.2.2

D.I.2

Prosudjuje o izvorima genske varijabilnosti (mutacije i rekombinacije) i mehanizme nastajanja genskih anomalija na temelju posmatranja i istraživanja.

Klasificira mutacije na osnovu količine zahvaćenog nasljednog materijala (genske, genomske i hromozomske).

Objašnjava mehanizme nastajanja genskih anomalija.

Istražuje utjecaj okoline na manifestaciju genotipa na nivou fenotipskih osobina (modifikacije).

BIO-4.2.1

D.I.3 Prikuplja i sistematizira podatke iz različitih relevantnih izvora o genetici.	Koristi podatke iz različitih izvora o genetici (naučni časopisi, naučni radovi, udžbenici). Istražuje značajna otkrića iz oblasti genetike i stavlja ih u kontekst, ističući posljedice otkrića koja su promijenila nauku. Procjenjuje različite naučne izvore iz genetike, raspravlja o dobijenim rezultatima i pravilno ih citira.
<u>BIO-4.4.2</u>	
D.I.4 Izvodi praktične radove za stjecanje informacija i predstava o genetici.	Koristi laboratorijsku opremu primjenjujući pravila korištenja opreme u laboratoriji u cilju istraživanja genetike. Izvodi praktične radove iz oblasti genetike, prema uputama nastavnika/ce (npr. crossing-over). Analizira rodoslove i konstruira Panetove križaljke za predviđanja ishoda monohibridnog i dihibridnog ukrštanja. Analizira i rješava zadatke iz genetike. Koristi simulacijske softvere za istraživanje iz oblasti genetike.
<u>BIO-4.4.4</u>	
D.I.5 Argumentira svoje zaključke o strukturnim i funkcionalnim svojstvima žive i nežive prirode na osnovu rezultata istraživanja.	Postavlja hipotezu (alternativnu i nultu) o strukturnim i funkcionalnim osobinama žive i nežive prirode. Kreira istraživačko pitanje stavljajući u kontekst nezavisne, zavisne i kontrolne varijable. Formulira ciljeve istraživanja o strukturnim i funkcionalnim osobinama organskih materija prema obrascu, koristeći se odgovarajućim metodama za prikupljanje i prikaz dobijenih podataka. Odabire metode istraživanja o strukturnim i funkcionalnim osobinama žive i nežive prirode koje će koristiti u eksperimentu. Diskutira o dobivenim rezultatima eksperimenta (istraživanja), prezentirajući ih pomoću odgovarajućih (digitalnih) alata.
KLJUČNI SADRŽAJI	

DNK, RNK, gen, genotip, fenotip, hromozomi (autosomi, heterosomi), mutacije, modifikacije, Mendelovi zakoni, matične ćelije (stem cells), rodoslovi.

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Nastavni sadržaji iz tematske cjeline "Genetika" trebaju omogućiti razumijevanje principa nasljeđivanja. Naglasiti razumijevanje životnih procesa na molekularnom nivou, uz opis procesa i pojmova. Također, potrebno je istaći pojam varijabilnosti i zakone nasljeđivanja, te razlike između genotipa i fenotipa. Obradu ovih sadržaja provesti kroz aktivnosti samostalnog ili grupnog istraživanja varijabilnosti, izrade modela koji prikazuju mutacije DNK, te prikazivanje ukrštanja, izradom aplikacija ili grafičkih prikaza.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Sadržaje genetike moguće je povezati sa nastavom Hemije i Fizike, u dijelovima koji se odnose na građu nukleinskih kiselina, te faktorima koji utječu na pojavu mutacija. Značajna je i korelacija sa dijelom nastave Informatike u okviru kojeg učenici/ce mogu praviti aplikacije ili grafičke prikaze ukrštanja.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji genetike pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

B

Povezanost struktura i funkcija živih bića.

C

Struktura i fiziologija organizama, pretvaranje materije i energije (Anatomija, morfologija, histologija i fiziologija biljaka)

B.C.II.1

Povezuje pojavu novih osobina sa promjenom složenosti organizacijskih nivoa u biljnom organizmu.

Organizira biljne organizme po nivoima složenosti (od ćelijskih struktura do biljnog organizma).

Povezuje anatomske građu biljnih organa i organskih sistema sa njihovom morfološkom i fiziološkom funkcijom.

Objašnjava građu i funkciju biljne ćelije, biljnih tkiva i organa.

Analizira anatomske i morfološke građu, funkciju i važnost organa i organskih sistema kod biljaka (vegetativni i reproduktivni organ kod biljaka).

BIO-2.1.1

B.C.II.2

Prosudjuje o pojavama, procesima i međuosobnim odnosima biljnih organizama na temelju posmatranja i istraživanja.

Povezuje značaj vode i njenu ulogu u fiziološkim procesima koji se odvijaju u biljkama.

Upoređuje fiziološke procese između autotrofnih i heterotrofnih organizama.

Argumentira značaj fizioloških procesa za autotrofne i heterotrofne organizme.

Povezuje značaj fizioloških procesa u biljkama sa svakodnevnim potrebama živih bića.

BIO-3.1.2

B.C.II.3

Upoređuje energetske potrebe organizama u različitim stanjima.

Povezuje građu hloroplasta i mitohondrija sa njihovom funkcijom u procesima fotosinteze i ćelijskog disanja.

Procjenjuje ulogu ATP-a i ADP-a u metaboličkim procesima sa aspekta energetskog učinka u fiziološkim procesima.

Objašnjava fotosintezu i faktore koji utiču na fotosintezu.

Upoređuje fotosintezu, aerobno i anaerobno disanje na molekularnom na osnovu energetskog bilansa.

BIO-3.2.2

B.C.II.4 Prikuplja i sistematizira podatke iz različitih relevantnih izvora o morfologiji, anatomiji i fiziologiji biljaka.	Koristi podatke iz različitih izvora za istraživanje morfologije, anatomije i fiziologije biljaka (naučni časopisi, naučni radovi, udžbenici). Istražuje značajna otkrića iz oblasti morfologije, anatomije i fiziologije, ističući posljedice otkrića koja su promijenila nauku. Procjenjuje različite naučne izvore, raspravlja o dobivenim rezultatima istraživanja o morfologiji, anatomiji i fiziologiji biljaka, pravilno ih citirajući.
<u>BIO-2.4.1</u>	
B.C.II.5 Izvodi praktične radove za stjecanje informacija o fiziologiji, histologiji, anatomiji i morfologiji biljaka.	Izvodi eksperimente primjenjujući mjere opreza prilikom izvođenja praktičnih radova iz oblasti fiziologije, histologije, anatomije i morfologije biljaka prema uputama nastavnika. Crta i označava građu biljne ćelije, biljnih tkiva, vegetativnih, generativnih organa, mitohondrija i hloroplasta. Koristi simulacijske softvere za istraživanje iz oblasti anatomije, histologije i fiziologije biljaka.
<u>BIO-2.4.4</u>	

KLJUČNI SADRŽAJI

Biljna ćelija, tvorna i trajna tkiva, vegetativni organi biljke, generativni organi, vodeni režim, transpiracija, fotosinteza, hloroplast, ćelijsko disanje, aerobno i anaerobno ćelijsko disanje, apsorpcija, transport i distribucija vode, rast, razmnožavanje, oplodnja.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Naglasiti razlike između biljne i životinjske ćelije, koristeći se mikroskopskim preparatima, modelima ćelija, grafičkim i videoprikazima. Istaći osnovne dijelove biljne ćelije. Principe građe ćelije povezati sa ekonomičnim funkcioniranjem provodeći aktivnosti posmatranja ćelija na preparatima i kroz video prikaze. Povezati građu ćelije s njenom ulogom u organizmu, te objasniti uslozljavanje organizma od nivoa ćelije do tkiva. Provesti aktivnosti posmatranja mikroskopskih preparata osnovnih tipova tkiva, te istaći njihove razlike u građi. Pri opisu procesa fotosinteze i ćelijskog disanja učenik/ca treba naučiti koji su reaktanti i produkti tih procesa, te u kojim se uvjetima navedeni procesi odvijaju. Kroz ovu temu povezati procese fotosinteze i ćelijskog disanja s kruženjem materije u prirodi, a jednostavnost građe anaeroba s manjim iskorištavanjem energije tokom procesa vrenja. Ove aktivnosti mogu se ostvariti kroz izvođenje eksperimenata: fotosinteza i alkoholno i mliječno kiselo vrenje, te korištenjem videoisječaka, animacija i simulacija ćelijskog disanja i fotosinteze. Aktivnosti provesti kroz laboratorijske vježbe posmatranja biljne ćelije pod mikroskopom, posmatranje biljnih tkiva pod mikroskopom, dokazivanje fotosinteze, dokazivanje transpiracije, vodni režim biljaka i ćelijsko disanje.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Fotosintezu i ćelijsko disanje povezati sa sadržajima iz Hemije, kao što su poznavanje najvažnijih hemijskih procesa kruženja ugljika u prirodi (spaljivanje fosilnih goriva, požari, razgradnja organskih materija, otapanje krečnjačkih stijena, vulkanske erupcije) te sa povećanjem emisije ugljikovog dioksida u atmosferu što uzrokuje promjene klimatskih uvjeta gdje je neophodna korelacija sa nastavnim predmetom Geografija. Kroz analizu različitih grafikona i zbog korištenja različitih softvera ostvaruje se korelacija s nastavnim predmetom Informatika.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji građe i funkcije biljaka pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

A

Zemlja - prostor života.

D

Čovjek, biološko i društveno biće (Biosistematika mikroorganizama, gljiva i biljaka)

A.D.II.1

Povezuje pojavu novih osobina sa promjenom složenosti organizacijskih nivoa mikroorganizama, gljiva i biljaka.

Određuje biosistematsku pripadnost mikroorganizama, gljiva i biljaka primjenjujući načela klasifikacije živog svijeta (po dva primjera organizama iz pojedinih taksonomskih grupa na nivou vrste).

Istražuje endeme, autohtone i reliktnne vrste gljiva i biljaka u Bosni i Hercegovini na fotografijama i u prirodi, procjenjujući njihovu važnost (Crvena knjiga).

Raspravlja o uzrocima i posljedicama ugrožavanja biodiverziteta i predlaže mjere zaštite.

Primjenjuje inovativna i kreativna rješenja u cilju zaštite endemskih, autohtonih i reliktnih vrsta u Bosni i Hercegovini.

Argumentira svoj stav o antropogenom uticaju na živa bića.

BIO-1.3.4

A.D.II.2 Povezuje utjecaj patogenih predstavnika različitih taksonomskih kategorija na zdravlje ljudi.	Identificira patogene predstavnike različitih taksonomskih kategorija mikroorganizama i gljiva. Istražuje utjecaj patogenih predstavnika različitih taksonomskih kategorija na zdravlje čovjeka. Primjenjuje mjere zaštite od patogenih predstavnika različitih taksonomskih kategorija na zdravlje čovjeka, preporučenim od strane nadležnih organa. Uviđa posljedice svojih i tuđih stavova / postupaka / izbora. Prihvata društvenu odgovornost vezanu za mjere zaštite.
BIO-4.3.1	
A.D.II.3 Prikuplja i sistematizira podatke iz različitih relevantnih izvora o biosistematici mikroorganizama, gljiva i biljaka.	Koristi podatke iz različitih izvora za istraživanje biosistematike mikroorganizama, gljiva i biljaka. (naučni časopisi, naučni radovi, udžbenici...). Istražuje značajna otkrića iz oblasti biosistematike mikroorganizama, gljiva i biljaka i stavlja ih u kontekst, ističući posljedice otkrića koja su promijenila nauku. Procjenjuje različite naučne izvore, raspravlja o dobijenim rezultatima istraživanja o biosistematici mikroorganizama, gljiva i biljaka i pravilno ih citira. Raspravlja o etičkim pitanjima u biološkim istraživanjima i primjeni bioloških otkrića.
BIO-1.4.1	
A.D.II.4 Izvodi praktične radove za stjecanje informacija i predstava o biosistematici mikroorganizama, gljiva i biljaka.	Izrađuju tabelarni prikaz podataka dobijenih istraživanjem evolutivnog usložnjavanja plana građe biljaka. Samostalno identificira biljne organizme koristeći se ključem za identifikaciju. Izvodi praktične radove iz oblasti biosistematike biljaka, prema uputama nastavnika, primjenjujući mjere opreza.
BIO-1.4.4	Koristi odgovarajuće softvere za klasifikaciju biljaka.

A.D.II.5

Argumentira svoje zaključke o biosistematici, anatomiji, morfologiji i fiziologiji mikroorganizama, gljiva i biljaka.

Postavlja hipotezu (alternativnu i nultu) o anatomiji, morfologiji i fiziologiji mikroorganizama, gljiva i biljaka.

Kreira istraživačko pitanje stavljajući u kontekst nezavisne, zavisne i kontrolne varijable.

Formulira ciljeve istraživanja o anatomiji, morfologiji i fiziologiji mikroorganizama, gljiva i biljaka prema obrascu, koristeći se odgovarajućim metodama za prikupljanje i prikaz dobijenih podataka.

Odabire metode istraživanja o anatomiji, morfologiji i fiziologiji mikroorganizama, gljiva i biljaka koje će koristiti u eksperimentu.

Diskutira o dobivenim rezultatima eksperimenata (istraživanja), prezentujući ih pomoću odgovarajućih (digitalnih) alata.

KLJUČNI SADRŽAJI

Klasifikacija, taksonomija, endemi, kladogram, virusi, bakterije, alge, gljive, lišajevi, mahovine, papratnjače, golosjemenjače, skrivenosjemenjače, autohtone vrste, reliktna vrste, endemične vrste, patogeni organizmi, patogenost.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Iz oblasti biosistematike učenici/ce treba da shvate smisao sistematike u sagledavanju raznovrsnosti živog svijeta, te razumiju hijerarhijski odnos sistematskih kategorija. U okviru toga treba da usvoje principe klasifikacije, pojmove: evolutivna srodnost, sistematika, sistematske kategorije, takson, vrsta, binarna nomenklatura, filogenija i biodiverzitet. Realizacija rada učenika/ca može se postići korištenjem adekvatnih primjera za razumijevanje hijerarhijske organizacije sistematskih kategorija i razlike između sistematske kategorije i taksona. Također, primjena ilustrativne metode u uporednom prikazu taksonomskog i filogenetskog aspekta sistematike može poslužiti u ostvarivanju ciljeva. Ove aktivnosti moguće je dopuniti sa izradom jednostavnih kladograma.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Gradivo iz biosistematike moguće je povezati sa sadržajima iz Matematike, kao što su skupovi. Također, ovu oblast je moguće upoređivati sa svim segmentima i aktivnostima u kojima se vrši plansko i hijerarhijsko razvrstavanje. Oblast biosistematike ostvaruje korelaciju sa nastavnim predmetima Geografija i Informatika, koja će im pomoći u razumijevanju naseljenosti biljnih organizama na osnovu tipa zemljišta koje naseljavaju, klimatskih faktora koji vladaju u određenom području itd.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji biosistematike pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

B

Povezanost struktura i funkcija živih bića.

D

Čovjek, biološko i društveno biće (Fiziologija, histologija, morfologija i anatomija životinja i čovjeka)

B.D.III.1

Povezuje pojavu novih osobina sa promjenom složenosti organizacijskih nivoa kod životinjskih organizama i čovjeka.

Povezuje građu i funkciju životinjske ćelije, tkiva, organa i organskih sistema na anatomsom i fiziološkom nivou.

Upoređuje usložnjavanje građe organa i organskih sistema životinjskih organizama.

Povezuje anatomsku građu svih nivoa složenosti životinjskog organizma sa njihovom morfologijom i fiziologijom.

Istražuje funkciju različitih životinjskih tkiva na konkretnim primjerima (npr. nervno-mišićna ploča, sinapsa).

Objašnjava dokaze koji potkrepljuju naučne tvrdnje o povezanosti anatomije i morfologije živih bića.

BIO-2.1.2

B.D.III.2

Procjenjuje značaj održavanja mehanizma regulacije homeostaze na nivou ćelije i organizma, kao i posljedice njegovog narušavanja.

Analizira regulacijske mehanizme povratne sprege održavanja homeostaze na nivou ćelija, organa i organskih sistema.

Povezuje mehanizam homeostaze na nivou ćelija i organa sa organskim sistemima.

Prosudjuje o mogućim posljedicama narušavanja homeostaze na nivou ćelije, organa i organizma, na temelju posmatranja i istraživanja.

Istražuje poremećaje homeostaza na primjerima.

BIO-2.1.4

B.D.III.3

Upoređuje vlastite stavove i stavove drugih o zdravlju, spolnosti i humanom odnosu među spolovima.

Istražuje utjecaj metala, antibiotika, GMO i aditiva na život čovjeka, biljaka i životinja.

Raspravlja o odgovornom spolnom ponašanju partnera.

Predlaže i provodi preventivne mjere higijene za očuvanje zdravlja čovjeka.

BIO-4.3.2

B.D.III.4 Prikuplja i sistematizira podatke iz različitih relevantnih izvora o anatomiji, fiziologiji i morfologiji čovjeka i životinja.	Koristi podatke iz različitih izvora za istraživanja anatomije, fiziologije i morfologije životinja (naučni časopisi, načni radovi, udžbenici...). Istražuje značajna otkrića iz oblasti anatomije, fiziologije i morfologije životinja, stavlja ih u kontekst ističući posljedice otkrića koja su promijenila nauku. Procjenjuje različite naučne izvore za istraživanje anatomije, fiziologije i morfologije životinja, raspravlja o dobivenim rezultatima i pravilno ih citira.
BIO-2.4.1	
B.D.III.5 Izvodi praktične radove za stjecanje predstava o anatomiji, fiziologiji i morfologiji čovjeka i životinja.	Izvodi praktične radove iz oblasti fiziologije, histologije, anatomije i morfologije životinja primjenjujući mjere opreza. Crti i obilježava dijagrame organskih sistema (probavni, sistem organa za cirkulaciju, srce, endokrini sistem, respiratorni sistem...). Identificira i označava dijelove tkiva i organa na fotografijama elektronskog mikroskopa. Koristi odgovarajuće softvere za virtuelnu disekciju organa.
BIO-2.4.4	

KLJUČNI SADRŽAJI

Organ, organski sistem, organizam, homeostaza, kožni sistem, nervni sistem, endokrini sistem, skeletni sistem, mišićni sistem, probavni sistem, cirkulatorni sistem, respiratorni sistem, reproduktivni sistem, bolesti i zaštita organskih sistema.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

U ovoj tematskoj cjelini naglasak staviti na usložnjavanje organizma od nivoa ćelije do sistema organa. Povezati rad organa u okvirima sistema organa s ciljem održavanja stalnih uslova u tijelu, te opisati građu i ulogu sistema organa i vitalnih organa u cilju održavanja života. Preporučuje se korištenje videopriloga, simulacija i animacija ćelijskog ciklusa, izrada modela ćelija i faza ćelijske diobe, te istraživanje literature. U ovoj tematskoj cjelini učenici bi kroz mikroskopiranje preparata tkiva trebali uočiti različitost ćelija i kako istovrsne ćelije grade tkiva. Aktivnosti treba provesti kroz praktični rad, kao što su: mikroskopiranje životinjskih tkiva, analiziranje vlastitih energetske tablica koje predstavljaju njihov dnevni unos hrane, dokazivanje hemijskog sastava kosti, pravljenje i posmatranje preparata krvnog razmaza, disekcija srca, određivanje vitalnog kapaciteta pluća, izrada modela pluća i simulacija mehanizma disanja, mjerenje refleksa, disekcija bubrega, disekcija oka.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Sadržaje ove tematske cjeline moguće je povezati sa nastavom Hemije, Fizike i drugih predmeta koji u svom programskom sadržaju imaju poveznice sa zdravljem. Kroz proučavanje različitih organskih sistema povezivati gradiva iz nastavnog predmeta Hemija, kada je u pitanju hemijski sastav, i nastavnog predmeta Fizika kada su u pitanju određeni procesi u organizmu (krvni pritisak, održavanje homeostaze). Moguća je i korelacija sa dijelom nastave iz Informatike u okviru kojeg se učenici mogu služiti animacijama i aplikacijama za proučavanje različitih organskih sistema. Povezana je i sa Latinskim jezikom, u svrhu razumijevanja latinskih naziva za pojmove u oblasti fiziologije i anatomije čovjeka.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji ove tematske cjeline pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

A

Zemlja - prostor života.

D

Čovjek, biološko i društveno biće (Biosistematika životinja)

A.D.III.1

Povezuje pojavu novih osobina sa promjenom složenosti organizacijskih nivoa kod životinjskih organizama.

Određuje biosistematsku pripadnost životinja, primjenjujući načela klasifikacije živog svijeta (po dva primjera organizama iz pojedinih taksonomskih grupa na nivou vrste).

Istražuje endeme, autohtone i reliktnne vrste životinja u Bosni i Hercegovini, na fotografijama i u prirodi, procjenjujući njihovu važnost (Crvena knjiga).

Raspravlja o uzrocima i posljedicama ugrožavanja biodiverziteta i predlaže mjere zaštite.

Primjenjuje inovativna i kreativna rješenja u cilju zaštite endemskih, autohtonih i reliktnih vrsta u Bosni i Hercegovini.

Argumentira svoj stav o antropogenom uticaju na živa bića.

BIO-1.3.4

A.D.III.2

Objašnjava utjecaj patogenih predstavnika različitih taksonomskih kategorija na čovjeka.

Identificira patogene predstavnike različitih taksonomskih kategorija životinja.

Istražuje patogene predstavnike različitih taksonomskih kategorija životinja i njihov utjecaj na zdravlje čovjeka.

Primjenjuje mjere zaštite od utjecaja patogenih predstavnika različitih taksonomskih kategorija na zdravlje čovjeka, predloženim od nadležnih organa.

Uviđa posljedice svojih i tuđih stavova / postupaka / izbora.

BIO-4.3.1

A.D.III.3 Prikuplja i sistematizira podatke iz različitih relevantnih izvora o biosistematici životinja.	Koristi podatke iz različitih izvora za istraživanje biosistematike životinja (naučni časopisi, naučni radovi, udžbenici). Istražuje značajna otkrića iz oblasti biosistematike životinja, stavlja ih u kontekst ističući posljedice otkrića koja su promijenila nauku. Procjenjuje različite naučne izvore za istraživanje biosistematike životinja, raspravlja o dobijenim rezultatima i pravilno ih citira. Raspravlja o mjerama zaštite i konzervaciji prirode.
<u>BIO-1.4.1</u>	
A.D.III.4 Izvodi praktične radove za stjecanje informacija o biosistematici životinja.	Izvodi eksperimente primjenjujući mjere opreza prilikom izvođenja praktičnih radova iz oblasti biosistematike životinja. Kreira tabelarni prikaz evolutivnog usložnjavanja plana građe životinja na osnovu prikupljenih podataka. Identificira organizme, na fotografijama ili u prirodi, koristeći se ključem za determinaciju.
<u>BIO-1.4.4</u>	
A.D.III.5 Argumentira svoje zaključke o biosistematici, anatomiji, morfologiji i fiziologiji životinja.	Postavlja hipotezu (alternativnu i nultu) za istraživanja iz oblasti biosistematike, anatomije, morfologije i fiziologije životinja. Kreira istraživačko pitanje stavljajući u kontekst nezavisne, zavisne i kontrolne varijable. Formulira ciljeve istraživanja u biosistematici, anatomiji, morfologiji i fiziologiji životinja prema obrascu, koristeći se odgovarajućim metodama za prikupljanje i prikaz dobivenih podataka. Odabire metode istraživanja u biosistematici, anatomiji, morfologiji i fiziologiji životinja koje će koristiti u eksperimentu.
	Diskutuje o dobivenim rezultatima eksperimenata (istraživanja), prezentujući ih pomoću odgovarajućih (digitalnih) alata.
KLJUČNI SADRŽAJI	

Klasifikacija, taksonomija, binarna nomenklatura, taksonomske kategorije, praživotinje, spužve, dupljari, pljosnate gliste, oble gliste, člankovite gliste, mekušci, zglavkari, bodljokošci, hordati, kolouste, ribe, vodozemci, gmizavci, ptice i sisari.

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

U okviru biosistematike učenicima objasniti principe klasifikacije kroz prikaz srodnosti različitih organizama na različitim nivoima sistematskih kategorija. Naglasak staviti na razvrstavanje različitih životinjskih vrsta u više sistematske kategorije prema karakterističnim svojstvima. U ovom dijelu istaći i utjecaj čovjeka na bioraznolikost i uravnoteženo stanje u prirodi kroz diskusiju. Učenike potaći na izradu razvojnog stabla živog svijeta, te na njegovo razvrstavanje. Prilikom obrade evolucije slikovito prikazati srodnost različitih organizama. Aktivnosti provesti kroz izradu kladograma. Ukazati na zajedničko porijeklo svih živih bića. Učenici će raditi mnogobrojne disekcije koje budu dostupne nastavnicima, pri čemu će unaprijediti svoje vještine.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Gradivo iz biosistematike moguće je upoređivati sa svim segmentima i aktivnostima u kojima se vrši plansko i hijerarhijsko razvrstavanje organizama. Oblast biosistematike ostvaruje korelaciju sa Geografijom, koja će pomoći u razumijevanju naseljenosti životinjskih organizama na osnovu tipa zemljišta koje naseljavaju, klimatskih faktora koji vladaju u određenom području itd. Poveznica je i sa Latinskim jezikom, u svrhu razumijevanja latinskih naziva za pojmove iz oblasti biosistematike životinja.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji biosistematike pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

A

Zemlja - prostor života (Ekologija)

A.IV.1

Procjenjuje strukturnu i funkcionalnu povezanost organizama i sredine.

Istražuje utjecaje abiotičkih i biotičkih ekoloških faktora na funkcionalne i hijerarhijske veze između organizama.

Povezuje životne forme na Zemlji sa promjenama životne sredine.

Objašnjava položaj organizama u prometu materije i protoku energije u vodenim i zračnim ekosistemima (trofički nivoi).

Procjenjuje kako stanje ekosistema utječe na kvalitet života (zagađenost zraka, tla i vode).

[BIO-1.2.2](#)

A.IV.2

Analizira racionalno korištenje prirodnih energetske resursa u cilju njihovog očuvanja i unapređenja održivog razvoja.

Upoređuje obnovljive i neobnovljive izvore energije u prirodi, objašnjavajući značaj njihovog očuvanja.

Razlikuje zagađivače geobiosfere koji su važni za očuvanje životne sredine.

Raspravlja o štetnim antropogenim utjecajima na sve dijelove geobiosfere.

Raspravlja o značajnim otkrićima ekologije koja su unaprijedila održivi razvoj.

Prosudjuje o značaju održivog razvoja za opću dobrobit.

[BIO-1.3.5](#)

A.IV.3

Prikuplja podatke iz različitih relevantnih izvora o ekologiji.

Koristi podatke iz različitih izvora o održivom razvoju (naučni časopisi, naučni radovi, udžbenici).

Istražuje značajna otkrića iz oblasti ekologije, stavlja ih u kontekst ističući posljedice otkrića koja su promijenila nauku.

Procjenjuje različite naučne izvore za istraživanje ekologije, raspravlja o dobijenim rezultatima i pravilno ih citira.

Raspravlja o mjerama zaštite i konzervaciji prirode.

Istražuje područja u Bosni i Hercegovini koja bi trebala biti zaštićena.

[BIO-4.3.2](#)

A.IV.4

Izvodi praktične radove za stjecanje informacija i predstava o ekologiji i zaštiti okoliša.

Koristi zakonom definirane mjere zaštite u svojoj okolini, u okviru multidisciplinarnih projekata zaštite okoliša.

Koristi IKT za istraživanje bioarhitekture i prostornog planiranja.

Izvodi praktične radove iz oblasti ekologije primjenjujući mjere opreza.

[BIO-1.4.4](#)

KLJUČNI SADRŽAJI

Ekologija, biotop, biocenoza, ekosistem, biom, biosfera, ekološki faktori, zagađenje i degradacija životne sredine, mezokosmos, obnovljivi i neobnovljivi izvori energije, aerozagađenje, hidrozagađenje, polucija tla i mjere zaštite.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Za što kvalitetnije usvajanje i razumijevanje biodiverziteta, važnosti pojedinačnih vrsta u ekosistemima, kvalitativne i kvantitativne strukture životnih zajednica preporučuju se aktivnosti izvođenja terenske nastave u krugu škole i šire, posmatranje vrsta biljaka i životinja koje se tu nalaze, te njihovo bilježenje u posebno pripremljene formulare. Ove aktivnosti u slučaju nemogućnosti izvođenja učenika u prirodu mogu se provoditi i prikazivanjem odgovarajućih videosadržaja o biodiverzitetu. Ovime se treba razvijati bazično razumijevanje raznolikosti u životnoj sredini. Nastavne sadržaje vezane za ovu cjelinu moguće je realizirati kroz terensku nastavu u nekoj životnoj zajednici, a rezultati se mogu uporediti s primjerima iz drugih životnih zajednica. Do podataka se može doći na dodatnoj terenskoj nastavi ili pretraživanjem literature i pronalaženjem zanimljivosti o različitim organizmima. Aktivnosti provesti kroz istraživanje međusobne kompeticije organizama u zadovoljavanju osnovnih životnih potreba (biljke za svjetlost, prostor, vodu i materije iz tla, a životinje za stanište, hranu i partnere za razmnožavanje). Hranidbeni odnosi u životnoj zajednici mogu se obraditi na nekoliko primjera mreža ishrane. Primjere mutualizma različitih organizama obraditi bez uvođenja stručnih naziva (sa stajališta korisnosti - za oba organizma ili samo za jedan, odnosno korisnost jednomu znači štetu drugom), a principe parazitskog načina života objasniti na poznatim primjerima iz učeničke okoline, te povezati s pravilnim održavanjem higijene.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Sadržaje povezati sa nastavom Geografije, te realizirati terensku nastavu u koordinaciju sa ovim predmetom. U nekim slučajevima moguće je povezati sadržaje sa nastavom Hemije i Matematike, kroz aktivnosti prikupljanja i obrade podataka tokom izučavanja ekologije i zaštite životne sredine. Kroz sve teme iskoristiti povezanost sa Informatikom.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

A

Zemlja prostor života (Evolucija)

A.IV.1

Argumentira uvjete za postanak i razvoj života na Zemlji kroz evolutivne epohe.

Povezuje postanak svemira, Sunčevog sistema i planete Zemlje i nastanak života na Zemlji.

Objašnjava uvjete postanka planete Zemlje i života na njoj opisujući evolucijski razvoj živog svijeta (paleontologija).

Analizira historijski razvoj evolucionih ideja.

Istražuje filogeniju živih bića kroz evolutivne epohe, objašnjavajući tok evolucionih procesa u promjenjivim životnim uvjetima Zemlje.

Diskutira kako različiti evolucionni mehanizmi mijenjaju učestalost osobina u populaciji i utječu na evoluciju (genetički drift, selekcija, borba za opstanak).

BIO-1.1.4

A.IV.2

Istražuje varijabilnost prostora i jedinki kao osnov evolutivnih promjena.

Objašnjava usložnjavanje građe organizama na filogenetskom stablu.

Razlikuje faktore i dokaze evolucije u evolucionim procesima.

Upoređuje konvergentnu i divergentnu evoluciju.

Upoređuje uzroke nastanka: analognih, homolognih organa, atavizama i rudimentiranih organa.

Istražuje o uvjetima za postanak roda hominida, kreirajući sliku procesa hominizacije sa osvrtom na postanak ljudskih rasa.

Objašnjava procese evolucije služeći se primjerima prelaznih oblika i evolutivnih nizova.

Analizira tehnike molekularne biologije i genetike koje se koriste za dokazivanje evolucije (adaptibilnost bazirana na promjeni fenotipa i genotipa, kladogrami).

BIO-1.2.4

A.IV.3

Prikuplja i sistematizira podatke iz različitih relevantnih izvora o evoluciji.

Istražuje značajna otkrića iz oblasti evolucije, stavlja ih u kontekst ističući posljedice otkrića koja su promijenila nauku (evolucija antibiotske rezistencije kod bakterija, molekularni dokazi).

Procjenjuje različite naučne izvore za istraživanje evolucije, raspravlja o dobijenim rezultatima i pravilno ih citira.

Upoređuje relevantne rezultate različitih istraživanja i prikupljenih dokaza u svrhu boljeg razumjevanja filogenije živih bića i čovjeka.

Analizira grafikone evolutivnog razvoja na primjerima.

BIO-1.4.2

A.IV.4

Izvodi praktične radove za stjecanje predstava o evoluciji.

Koristi IKT za istraživanje prirodne selekcije kako bi stekao predstavu o evoluciji.

Koristi IKT za istraživanje eksperimenta koji se odnosi na industrijski melanizam sa leptirima na tamnoj i svijetloj podlozi.

BIO-1.4.4

KLJUČNI SADRŽAJI

Evolucija, filogenija, evolucija čovjeka (antropogeneza), dokazi evolucije (uporedni, paleontološki, morfološki, embrionalni, molekularni), faktori evolucije, specijacija, izolacija, prirodna selekcija, kreacionizam.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

U ovoj tematskoj cjelini naglasak staviti na opis postanka svemira i evoluciju života na Zemlji. Učenici trebaju razumjeti da je evolucija proces koji se događa i danas, te uočiti međuzavisnost organizama i životnih uvjeta pri nastanku novih vrsta. Aktivnosti provesti kroz prikaze brojnih fotografija i videozapisa na kojima će učenici moći pratiti razvoj svemira i Zemlje te promjenu životnih uvjeta na Zemlji. Učenici/ce mogu samostalno istražiti koji spojevi su morali nastati tokom hemijske evolucije da bi mogla započeti biološka evolucija. U dijelu koji se odnosi na prirodnu selekciju sažeti Darwinov rad i njegovu teoriju evolucije, te interpretirati primjere koji su pomogli Darwinu da dođe do svojih zaključaka. Staviti u odnos dokaze evolucije, faktore evolucije te razvoj i raznolikost života svijeta. Učenike potaći na razmišljanje o tome na koje načine čovjek utječe na evolucijske promjene.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Gradivo iz evolucije moguće je povezati sa sadržajima iz Historije, Geografije i Hemije. Također, ovu oblast moguće je upoređivati sa svim segmentima i aktivnostima u kojima se vrši plansko i hijerarhijsko razvrstavanje.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji evolucije pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

D

Čovjek, biološko i društveno biće (Genetički inženjering i biotehnologija)

D.IV.1

Raspravlja o osnovnim metodama klasične i moderne biotehnologije i genetičkog inženjeringa.

Istražuje tipove i područja primjene genetičkog inženjeringa i biotehnologije i njihov značaj za čovjeka.

Razlikuje tipove kloniranja na različitim nivoima građe organizma (gen, hromozom, genom).

Povezuje biotehnološke postupke u kružni tok energije u privredi koristeći principe održivog razvoja.

Povezuje biotehnologiju sa dobrobitima za čovječanstvo i održivi razvoj.

Raspravlja o mogućim negativnim posljedicama biotehnologije (kloniranje, genetski inženjering) na prirodu.

D.IV.2

Prikuplja i sistematizira podatke iz različitih relevantnih izvora o genetičkom inženjeringu i biotehnologiji.

Koristi podatke iz različitih izvora za istraživanje genetičkog inženjeringa i biotehnologije (naučni časopisi, naučni radovi, udžbenici....).

Istražuje značajna otkrića iz oblasti genetičkog inženjeringa i biotehnologije, stavlja ih u kontekst ističući posljedice otkrića koja su promijenila nauku (E. coli se koristi za proizvodnju humanog inzulina)

Procjenjuje različite naučne izvore za istraživanje genetičkog inženjerstva i biotehnologije, raspravlja o dobivenim rezultatima i pravilno ih citira.

D.IV.3

Izvodi praktične radove iz genetičkog inženjeringa i biotehnologije.

Izvodi eksperimente u cilju istraživanja genetičkog inženjeringa i biotehnologije.

Kreira mapu uma za postupke i metode biotehnologije u svrhu dobijanje novih osobina (rekombinantna DNK).

Koristi simulacijske softvere za istraživanje genetičkog inženjerstva i biotehnologije.

D.IV.4

Argumentira svoje zaključke o ekologiji, evoluciji, genetičkom inženjeringu i biotehnologiji.

Postavlja hipotezu (alternativnu i nultu) za istraživanja iz oblasti ekologije, evolucije, genetičkog inženjeringa i biotehnologije.

Kreira istraživačko pitanje stavljajući u kontekst nezavisne, zavisne i kontrolne varijable.

Formulira ciljeve istraživanja u ekologiji, evoluciji, genetičkom inženjeringu i biotehnologiji prema obrascu, koristeći se odgovarajućim metodama za prikupljanje i prikaz dobijenih podataka.

Odabire metode istraživanja u ekologiji, evoluciji, genetičkom inženjerstvu i biotehnologiji organizama koje će koristiti u eksperimentu.

Diskutira o dobijenim rezultatima eksperimenta (istraživanja), prezentirajući ih pomoću odgovarajućih (digitalnih) alata

KLJUČNI SADRŽAJI

Genetički inženjering, biotehnologija, kloniranje DNK-a, vektori, hromozomski inženjering.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

U ovoj tematskoj cjelini prvo je potrebno provesti diskusiju sa učenicima o historiji naučnih otkrića, a podložnost naučnih objašnjenja, teorija i modela objasniti na primjeru centralne dogme. Važno je naglasiti značaj naučnih dostignuća i njihovu primjenu u različitim oblastima. Istovremeno je potrebno diskutirati o opravdanosti istraživanja na različitim organizmima, korištenju matičnih ćelija, genetičkom inženjeringu, liječenju genskom terapijom, korištenju virusa u biotehnologiji, te mogućnostima biotehnologije za povećanje ekonomičnosti (povećanje prinosa u poljoprivredi).

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Nastavne sadržaje iz cjeline "Genetički inženjering i biotehnologija" moguće je povezati sa gradivom iz ostalih prirodnih predmeta, kao što je Hemija (proces fermentacije).

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji genetike i genetičkog inženjeringa pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

► Srednje ► I.

Godine učenja i podučavanja predmeta: 5

B

Povezanost struktura i funkcija živih bića.

C

Struktura i fiziologija organizama, pretvaranje materije i energije.

D

Čovjek, biološko i društveno biće (Molekularna biologija i osnove citologije)

B.C.D.I.1

Procjenjuje fizičke i hemijske promjene tvari u organizmu.

Identificira svrhu proučavanja biologije i njenih područja pravilno koristeći stručnu terminologiju.

Povezuje funkciju organskih i anorganskih molekula u živim sistemima.

Razlikuje fizičke i hemijske promjene tvari u organizmu na nivou ćelije.

Povezuje građu i funkciju molekula DNK-a i RNK-a u procesu biosinteze bjelančevina.

[BIO-3.1.2](#)

B.C.D.I.2

Upoređuje građu i funkciju ćelijskih struktura (ćelijska membrana, citoplazma i jedro) prisutnih u eukariotskim i prokariotskim ćelijama.

Povezuje građu i funkciju organela prokariotske i eukariotske ćelije.

Procjenjuje koji su faktori doveli do usložnjavanja ćelijske građe i funkcije ćelijskih organela od prokariotskih do eukariotskih organizama.

Povezuje građu hloroplasta i mitohondrija sa njihovom funkcijom u procesima fotosinteze i ćelijskog disanja.

Objašnjava građu i ulogu jedra i jedrovih komponenti.

Upoređuje osnovne tipove spiralizacije hromosoma, gena, genskog lokusa i alele.

[BIO-2.1.2](#)

B.C.D.I.3 Analiziraju metaboličke procese na osnovu energetskog bilansa u ćeliji.	Objašnjava da su metabolički procesi u ćeliji skup hemijskih reakcija u kojima pretvaraju energiju u materiju. Prepoznaje vrste enzima kao biokatalizatora metaboličkih reakcija u živim organizmima. Povezuje tipove transporta kroz ćelijsku membranu i njihov energetski bilans na primjerima živih organizama. Procjenjuje ulogu ATP-a i ADP-a u metaboličkim procesima sa aspekta energetskog učinka u fiziološkim procesima. Upoređuje fotosintezu, aerobno i anaerobno disanje na molekularnom na nivou osnovu energetskog bilansa.
BIO-3.2.2	
B.C.D.I.4 Procjenjuje razliku između tipova ćelijskih dioba na osnovu promjena u nasljednom materijalu (DNK-a, geni, hromosomi).	Identificira faze mitoze i mejoze koristeći dostupna vizuelna pomagala i računa mitotički index na fotografijama elektronskog mikroskopa. Razlikuje mitozu kao diobu tjelesnih (somatskih ćelija) od mejoze kao redukcione diobe kojom nastaju spolne ćelije (gamete). Upoređuje faze i podfaze ćelijskih dioba na osnovu promjena nasljednog materijala (crossing-over, hromosomi, aleli) koristeći sheme, slike, modele i ostala vizuelna pomagala.
BIO-2.1.3	
B.C.D.I.5 Razlikuje nespolni i spolni način razmnožavanja kod biljaka, životinja i čovjeka.	Objašnjava nespolni način razmnožavanja biljaka i životinja sa stanovišta nasljednog materijala. Upoređuje nespolni i spolni način razmnožavanja živih organizama. Objašnjava faze embrionalnog razvoja živih organizama.
BIO-2.1.3 BIO-4.1.2	Identificira primjenu spolnog i nespornog razmnožavanja u industriji.
B.C.D.I.6 Analizira primjenu, diferencijaciju i specijalizaciju matičnih ćelija u obnovi tkiva i organa.	Objašnjava pojam i mehanizam diferenciranja ćelija kao i kapacitet matičnih ćelija u diferencijaciji. Istražuje pojam, ulogu i primjenu diferenciranja matičnih ćelija u terapijske svrhe . Zastupa (vlastito) mišljenje o upotrebi matičnih ćelija korištenjem naučne literature.
BIO-3.1.2	

KLJUČNI SADRŽAJI

bioelementi, anorganske materije, organske materije: proteini, masti, bjelančevine, nukleinske kiseline, enzimi, autoreplikacija DNK-a, biosinteza bjelančevina. prokariotska ćelija, eukariotska ćelija (biljna i životinjska), strukture ćelije (ćelijska membrana, citoplazma, jedro i organele), mitozu i mejozu, matične ćelije (stem cells), endoplazmatski retikulum, mitohondrije, Golđijev aparat, plastidi, ćelijska teorija, pasivni transport (difuzija, olakšana difuzija, osmoza), aktivni transport, koloidi, fotosinteza, hloroplast, ćelijsko disanje, aerobno i anaerobno ćelijsko

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Za što kvalitetnije usvajanje i razumijevanje nastavnog gradiva preporučljivo je redovito izvođenje laboratorijskih vježbi. Iz oblasti molekularne biologije moguće je vršiti dokazivanja organskih materija, ekstrakcija DNK-a iz banana, špinata, jagoda, te eksperimente za dokazivanje difuzije i osmoze. Pravilno razumijevanje funkcije pojedinih organskih i anorganskih molekula moguće je postići dizajniranjem eksperimenata kako bi se testirao uticaj temperature, pH i koncentracije supstrata na aktivnost enzima. Iz oblasti citologije se preporučuje pažljivo posmatranje ćelije na shematskim prikazima i na samostalno napravljenim preparatima. Ove aktivnosti se mogu provoditi korištenjem videoanimacija, mikroskopiranjem preparata, kao i putem virtualnih alata za mikroskopiranje. Na isti način je moguće posmatrati različite faze mitoze i mejoze. Učenike/ce je potrebno potaknuti na demonstraciju praktičnih radova u laboratoriji služeći se mjernim i optičkim instrumentima, laboratorijskom opremom i IKT-om.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

U okviru izučavanja molekularne biologije učenici prikupljaju informacije o hemijskoj osnovi života, te se ti sadržaji direktno mogu povezati sa gradivom iz nastave Hemije - opšta i organska hemija, kao i sa Fizikom - energija. Neophodna je i veza sa Informatikom u cilju provedbi vježbi korištenjem vizualizacijskih softverskih programa. U okviru citologije učenici aktivno mikroskopiraju i izrađuju modele ćelija koristeći se obnovljivim materijalima. Ove aktivnosti moguće je povezati sa nastavom Fizike iz oblasti optike. Značajna je i korelacija sa dijelom nastave iz Informatike u okviru kojeg učenici uče crtati i praviti 3D prikaze.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Oblast molekularne biologije pogodna je za razvoj sposobnosti kritike i samokritike, zatim sposobnosti analize, te sposobnosti stvaranja novih rješenja. Učenici mogu stvarati nova rješenja korištenjem psihomotoričkih kompetencija, kao što je korištenje instrumenata i laboratorijske opreme, kao i vještinom pisanja laboratorijskih vježbi iz oblasti molekularne biologije. Također, u okviru ove oblasti moguć je razvoj saradnje, kreativnog učenja; samostalnog rada i metakognicije. Metakognitivno znanje je omogućeno strateškim znanjem, kao i samospoznajom o ulozi i važnosti anorganskih i organskih materija u ljudskom tijelu. Kompetencije koje se mogu razvijati iz ovih oblasti su korištenje informacijsko-komunikacijskih tehnologija, te komunikacijske kompetencije.

Nastavni sadržaji citologije pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

D

Čovjek, biološko i društveno biće (Genetika)

D.I.1

Razlikuje genotip i fenotip na nivou nukleinskih kiselina, gena, hromosoma i genoma.

Identificira glavna pitanja iz oblasti genetike.

Istražuje genotip i fenotip na primjerima u svom okruženju.

Razlikuje autosomalno i spolno vezano nasljeđivanje kod monogenskih osobina biljaka, životinja i čovjeka.

Objašnjava zakone nasljeđivanja i mehanizme izražavanja genotipa, fenotipa i nasljednih osobina pomoću Mendelovih zakona.

BIO-4.2.2

D.I.2

Prosudjuje o izvorima genske varijabilnosti (mutacije i rekombinacije) i mehanizme nastajanja genskih anomalija na temelju posmatranja i istraživanja.

Klasificira mutacije na osnovu količine zahvaćenog nasljednog materijala (genske, genske i hromosomske).

Objašnjava mehanizme nastajanja genskih anomalija i uticaj okoline na manifestaciju genotipa na nivou fenotipskih osobina (modifikacije).

Objašnjava da rekombinacije i mutacije doprinose biodiverzitetu.

Istražuje primjenu genetički modificiranih organizama i biotehnologije u svakodnevnim situacijama.

BIO-4.2.1

KLJUČNI SADRŽAJI

DNK-a, RNK-a, gen, genotip, fenotip, hromosomi (autosomi, heterosomi), mutacije, modifikacije, Mendelovi zakoni, Matične ćelije (stem cells) i rodoslovi.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Nastavni sadržaji iz tematske cjeline genetika trebaju omogućiti razumijevanje osnovnih zakonitosti nasljeđivanja. Uz zakone nasljeđivanja potrebno je istaći pojmove varijabilnost, genotip i fenotip. Aktivnosti se u tom cilju realizuju samostalnim ili grupnim istraživanjem varijabilnosti, izradom modela koji prikazuju mutacije DNK, te prikazivanje ukrštanja izradom aplikacija ili grafičkih prikaza. Ukrštanja na ovoj razini se odnose isključivo na monohibridne Panetove križaljke. Dihibridna ukrštanja, kao i zadaci iz populacione genetike su predviđeni u sklopu tematske cjeline humana genetika u četvrtom razredu prirodnog izbornog područja.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Sadržaje genetike moguće je povezati sa nastavom Hemije i Fizike u dijelovima koji se odnose na građu nukleinskih kiselina, te faktorima koji utječu na pojavu mutacija. Značajna je i korelacija sa predmetom Matematika iz oblasti vjerovatnoće, te Informatike u okviru kojeg učenici/ce mogu praviti aplikacije ili grafičke prikaze ukrštanja.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji genetike pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

A

Zemlja prostor života (Evolucija)

A.I.1

Objašnjava uslove za postanak i razvoj života na planeti Zemlji kroz evolutivne epohe.

Identificira glavna pitanja iz oblasti evolucije.

Povezuje postanak Svemira, Sunčevog Sistema i planete Zemlje i nastanak života na Zemlji.

Objašnjava uslove postanka planete Zemlje i života na njoj opisujući evolucijski razvoj živog svijeta (paleontologija), kroz historijski razvoj evolucionih ideja.

Istražuje filogeniju živih bića kroz evolutivne epohe objašnjavajući tok evolucionih procesa u promjenjivim životnim uslovima Zemlje.

Diskutuje kako različiti evolucionari mehanizmi mijenjaju učestalost osobina u populaciji i utiču na evoluciju (genetički drift, selekcija, borba za opstanak).

[BIO-1.1.4](#)

A.I.2

Istražuje varijabilnost prostora i jedinki kao osnov evolutivnih promjena.

Objašnjava usloženjavanje građe organizama na filogenetskom stablu.

Razlikuje faktore i dokaze evolucije u evolucionim procesima.

Uspoređuje konvergentnu i divergentnu evoluciju.

[BIO-1.2.4](#)

A.I.3

Prikuplja i sistematizuje podatke iz različitih relevantnih izvora o biologiji.

Procjenjuje različite naučne izvore za istraživanje, raspravlja o dobivenim rezultatima i pravilno ih citira.

Upoređuje relevantne rezultate različitih istraživanja i prikupljenih dokaza u svrhu boljeg razumjevanja biologije kao nauke.

Argumentuje na primjerima prednosti i nedostatke naučnih rješenja u ekonomskom sektoru.

[BIO-3.4.1](#) [BIO-4.4.2](#)

Kritikuje upotrebu i zloupotrebu nauke.

A.I.4 Argumentuje svoje zaključke o biologiji na osnovu rezultata istraživanja.	Postavlja hipotezu u cilju istraživanja o biologiji. Kreira istraživačko pitanje stavljajući u kontekst nezavisne, zavisne i kontrolne varijable. Formuliše ciljeve istraživanja o strukturnim i funkcionalnim osobinama organskih materija prema obrascu, koristeći se odgovarajućim metodama za prikupljanje i prikaz dobivenih podataka. Odabire metode istraživanja o biologiji koje će koristiti u eksperimentu. Diskutuje o dobivenim rezultatima eksperimenta (istraživanja), grafički prezentujući ih pomoću odgovarajućih (digitalnih) alata. Predlaže poboljšanja u dizajnu eksperimenta.
BIO-4.2.1	
A.I.5 Primjenjuje komunikacijske vještine u kontekstu biologije.	Objašnjava prirodne pojave, međudjelovanja i procese koristeći stručnu terminologiju. Koristi dostupne tehnologije u sakupljanju, obradi i predstavljanju informacija. Tumači i koristi raznovrsna vizualna i opšta pomagala) riječi, grafikoni, tabele, simulacije, modele i video-snimke).
BIO-1.4.4	
A.I.6 Izvodi praktične radove za sticanje informacija i predstava o biologiji.	Koristi laboratorijsku opremu i izvodi eksperimente u laboratoriju u cilju istraživanja biologije. Primjenjuje pravila korištenja opreme i mjere opreza u laboratoriji u cilju istraživanja u biologiji. Koristi IKT za istraživanja u biologiji. Crta i obilježava dijagrame prema uputama nastavnika. Rješava zadatke iz genetike.

KLJUČNI SADRŽAJI

evolucija, filogenija, evolucija čovjeka (antropogeneza), dokazi evolucije (uporedni, paleontološki, morfološki, embrionalni, molekularni), faktori evolucije, specijacija, izolacija, prirodna selekcija i kreacionizam.

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline– metodičke smjernice

U ovoj tematskoj cjelini naglasak staviti na opis postanka svemira i evoluciju života na Zemlji. Učenici trebaju razumjeti da je evolucija proces koji se događa i danas, te uočiti međuzavisnost organizama i životnih uslova pri nastanku novih vrsta. Aktivnosti provesti kroz prikaze brojnih fotografija i videozapisa na kojima će učenici moći pratiti razvoj svemira i Zemlje te promjenu životnih uslova na Zemlji. Učenici/ce mogu samostalno istražiti koji spojevi su morali nastati tokom hemijske evolucije da bi mogla započeti biološka evolucija. U dijelu koji se odnosi na prirodnu selekciju sažeti Darwinov rad i njegovu teoriju evolucije, te interpretirati primjere koji su pomogli Darwinu da dođe do svojih zaključaka. Staviti u odnos dokaze evolucije, faktore evolucije te razvoj i raznolikost živoga svijeta. Učenike potaći na razmišljanje o tome na koje načine čovjek utječe na evolucijske promjene.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Gradivo iz evolucije moguće je povezati sa sadržajima iz Historije, Geografije i Hemije. Također, ovu oblast je moguće upoređivati sa svim segmentima i aktivnostima u kojima se vrši plansko i hijerarhijsko razvrstavanje.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji evolucije pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

B

Povezanost struktura i funkcija živih bića.

C

Struktura i fiziologija organizama, pretvaranje materije i energije (Anatomija, morfologija, histologija i fiziologija biljaka)

B.C.II.1

Povezuje pojavu novih osobina sa promjenom složenosti organizacijskih nivoa u biljnom organizmu.

Identificira glavna pitanja iz oblasti anatomije, morfologije, histologije i fiziologije biljaka.

Organizira biljne organizme po nivoima složenosti (od ćelijskih struktura do biljnog organizma).

Povezuje anatomsku građu biljnih organa i organskih sistema sa njihovom morfološkom i fiziološkom funkcijom.

Analizira anatomsku i morfološku građu, funkciju i važnost organa i organskih sistema kod biljaka (vegetativni i reproduktivni organ kod biljaka).

BIO-2.1.1

B.C.II.2

Prosudjuje o pojavama, procesima i međuodnosima biljnih organizama na temelju posmatranja i istraživanja.

Povezuje značaj vode i njenu ulogu u fiziološkim procesima koji se odvijaju u biljkama.

Argumentuje značaj fizioloških procesa za autotrofne i heterotrofne organizme.

Povezuje značaj fizioloških procesa u biljkama sa svakodnevnim potrebama živih bića.

BIO-3.1.2

B.C.II.3

Argumentuje svoje zaključke o anatomiji, morfologiji, histologiji i fiziologiji biljaka na osnovu rezultata istraživanja.

Postavlja hipotezu za istraživanja iz oblasti anatomije, morfologije, histologije i fiziologije biljaka.

Kreira istraživačko pitanje stavljajući u kontekst nezavisne, zavisne i kontrolne varijable.

Formuliše ciljeve istraživanja iz oblasti anatomije, morfologije, histologije i fiziologije biljaka prema obrascu, koristeći se odgovarajućim metodama za prikupljanje i prikaz dobivenih podataka.

Odabire metode istraživanja u anatomiji, morfologiji, histologiji, fiziologiji biljaka koje će koristiti u eksperimentu.

Diskutuje o dobivenim rezultatima eksperimenta (istraživanja), grafički prezentujući ih pomoću odgovarajućih (digitalnih) alata.

Predlaže poboljšanja u dizajnu eksperimenta.

B.C.II.4

Izvodi praktične radove za sticanje informacija o fiziologiji, histologiji, anatomiji i morfologiji biljaka.

Koristi laboratorijsku opremu primjenjujući pravila korištenja opreme u laboratoriji u cilju istraživanja fiziologije, histologije, anatomije i morfologije biljaka.

Izvodi eksperimente primjenjujući mjere opreza prilikom izvođenja praktičnih radova iz oblasti fiziologije, histologije, anatomije i morfologije biljaka prema uputama nastavnika.

Crta i označava građu biljne ćelije, biljnih tkiva, vegetativnih, generativnih organa, mitohondrija i hloroplasta.

Koristi simulacijske softvere za istraživanje iz oblasti anatomije, histologije i fiziologije biljaka.

BIO-2.4.4

KLJUČNI SADRŽAJI

biljna ćelija, tvorna i trajna tkiva, vegetativni organi biljke, generativni organi, vođeni režim, transpiracija, fotosinteza, hloroplast, ćelijsko disanje, aerobno i anaerobno ćelijsko disanje, apsorpcija, transport i distribuciju vode, rast, razmnožavanje i oplodnja.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

U ovoj tematskoj cjelini je neophodno naglasiti razlike između biljne i životinjske ćelije koristeći se mikroskopskim preparatima, modelima ćelija, grafičkim i video prikazima. Strukturalne razlike je neophodno povezati sa fiziologijom. Budući da su učenici ranije upoznati sa osnovama fotosinteze, ovdje je neophodno istaći tok fotohemijskih reakcija sa aspekta reakcija ovisnih i neovisnih o svjetlu. Uz ranije istaknutu mikroskopiju, preporučljivo je redovito izvođenje laboratorijskih vježbi kao što su dokazivanje fotosinteze, dokazivanje transpiracije, vodni režim biljaka i ćelijsko disanje. Učenike je potrebno potaknuti na samostalan rad.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Fotosintezu i ćelijsko disanje povezati sa sadržajima iz Hemije kao što su poznavanje najvažnijih hemijskih procesa kruženja ugljika u prirodi (spaljivanje fosilnih goriva, požari, razgradnja organskih materija, otapanje krečnjačkih stijena, vulkanske erupcije) te sa povećanjem emisije ugljikovog dioksida u atmosferu što uzrokuje promjene klimatskih uslova gdje je neophodna korelacija sa Geografijom.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji građe i funkcije biljaka pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

B

Povezanost struktura i funkcija živih bića.

D

Čovjek, biološko i društveno biće (Fiziologija, histologija, morfologija i anatomija životinja i čovjeka)

B.D.II.1

Povezuje pojavu novih osobina sa promjenom složenosti organizacijskih nivoa kod životinjskih organizama i čovjeka.

Identificira glavna pitanja iz oblasti anatomije, morfologije, histologije i fiziologije životinja i čovjeka.

Objašnjava organizacione nivoe shodno njihovoj složenost kod životinjskih organizama (ćelije, tkiva, organi, organski sistemi).

Povezuje anatomska građu svih nivoa složenosti životinjskog organizma sa njihovom morfologijom i fiziologijom.

Upoređuje organske sisteme kod različitih taksonomskih kategorija životinjskih organizama i čovjeka.

BIO-2.1.2

B.D.II.2

Procjenjuje stavove koji doprinose vlastitom zdravlju i stavove koji doprinose spolnosti i humanizaciji među polovima.

Istražuje uticaj štetnih materija na život čovjeka, biljaka i životinja.

Raspravlja o odgovornom spolnom ponašanju partnera.

Predlaže i provodi preventivne mjere higijene za očuvanje zdravlja čovjeka.

Primjenjuje znanja i postupke o mjerama zaštite od različitih vrsta toksikomanije.

Raspravlja o ravnopravnosti na tržištu rada bez obzira na spol, rasu ili religijsku pripadnost.

BIO-4.3.2

B.D.II.3

Argumentuje svoje zaključke o anatomiji, morfologiji, histologiji i fiziologiji životinja i čovjeka na osnovu rezultata istraživanja.

Postavlja hipotezu za istraživanja iz oblasti anatomije, morfologije, histologije i fiziologije životinja i čovjeka.

Kreira istraživačko pitanje stavljajući u kontekst nezavisne, zavisne i kontrolne varijable.

Formuliše ciljeve istraživanja iz oblasti anatomije, morfologije, histologije i fiziologije biljaka prema obrascu, koristeći se odgovarajućim metodama za prikupljanje i prikaz dobivenih podataka.

Odabire metode istraživanja u anatomiji, morfologiji, histologiji, fiziologiji životinja i čovjeka koje će koristiti u eksperimentu.

Diskutuje o dobivenim rezultatima eksperimenta (istraživanja), grafički prezentujući ih pomoću odgovarajućih (digitalnih) alata.

Predlaže poboljšanja u dizajnu eksperimenta.

B.D.II.4

Izvodi praktične radove za sticanje predstava o anatomiji, fiziologiji i morfologiji čovjeka i životinja.

Koristi laboratorijsku opremu primjenjujući pravila korištenja opreme u laboratoriji u cilju istraživanja fiziologije, histologije, anatomije i morfologije životinja.

Izvodi praktične radove iz oblasti fiziologije, histologije, anatomije i morfologije životinja primjenjujući mjere opreza.

Koristi odgovarajuće softvere za virtuelnu disekciju organa.

BIO-2.4.4

KLJUČNI SADRŽAJI

organ, organski sistem, organizam, kožni sistem, nervni sistem, endokrini sistem, skeletni sistem, mišićni sistem, probavni sistem, cirkulatorni sistem, respiratorni sistem, reproduktivni sistem, bolesti i zaštita organskih sistema.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

U ovoj tematskoj cjelini potrebno je naglasak staviti na usložnjavanje organizma od nivoa ćelije do sistema organa. Nadalje je neophodno povezati rad organa u okvirima sistema organa sa održavanjem stalnih uslova u tijelu, te opisati građu i ulogu sistema organa i vitalnih organa u cilju održavanja života. Preporučuje se izvođenja aktivnosti kao što su: mikroskopiranje životinjskih tkiva, disekcija životinjskih organizama itd. U navedenom kontekstu moguće je istraživati uticaj različitih faktora na zdravlje čovjeka i životinja. Određeni ishodi se mogu postići i uvježbavanjem osnovnih postupaka prve pomoći.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Sadržaje ove tematske cjeline moguće je povezati sa nastavom Hemije, Fizike i drugih predmeta koji u svom programskom sadržaju imaju poveznice sa zdravljem. Kroz proučavanje različitih organskih sistema povezivati gradiva iz nastavnog predmeta Hemija kada je u pitanju hemijski sastav i nastavnog predmeta Fizika kada su u pitanju određeni procesi u organizmu (krvni pritisak, održavanje homeostaze). Moguća je i korelacija sa dijelom nastave iz Informatike u okviru kojeg se učenici mogu služiti animacijama i aplikacijama za proučavanje različitih organskih sistema. Poveznica je i sa Latinskim jezikom u svrhu razumijevanja latinskih naziva za pojmove u oblasti fiziologije i anatomije životinjskih vrsta.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji ove tematske cjeline pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

A

Zemlja prostor života (Ekologija)

A.II.1

Procjenjuje strukturnu i funkcionalnu povezanost organizama i sredine.

Identificira glavna pitanja iz oblasti ekologije.

Istražuje uticaje abiotičkih i biotičkih ekoloških faktora na funkcionalne i hijerarhijske veze između organizama.

Povezuje životne forme na Zemlji sa promjenama životne sredine.

Objašnjava položaj organizama u prometu materije i protoku energije u vodenim i vazdušnim ekosistemima (trofički nivoi).

Analizira društveno i biološko ponašanje, kao i njihove veze, u okviru teritorijalnosti vrsta.

Procjenjuje kako stanje ekosistema utiče na kvalitet života (zagađenost zraka, tla i vode).

BIO-1.2.1

A.II.2

Izvodi praktične radove za sticanje informacija i predstava o ekologiji i zaštiti okoliša.

Koristi zakonom definisane mjere zaštite u svojoj okolini u okviru multidisciplinarnih projekata zaštite okoliša.

Koristi opremu u svrhu istraživanja ekologije, primjenjujući pravila i mjere opreza korištenja opreme, prema zadatom protokolu.

Izvodi praktične radove iz oblasti ekologije primjenjujući mjere opreza.

Raspravlja o mjerama zaštite i konzervaciji prirode.

Istražuje područja u Bosni i Hercegovini koja bi trebala biti zaštićena.

BIO-1.4.1 BIO-1.4.2

A.II.3

Prikuplja podatke iz različitih relevantnih izvora.

Koristi podatke iz različitih izvora o održivom razvoju (naučni časopisi, naučni radovi, udžbenici).

Istražuje značajna otkrića iz oblasti histologije, anatomije, morfologije, fiziologije biljaka, životinja i čovjeka, te ekologije i stavlja ih u kontekst ističući posljedice otkrića koja su promijenila nauku.

Procjenjuje različite naučne izvore za istraživanje, raspravlja o dobivenim rezultatima i pravilno ih citira.

Argumentuje na primjerima prednosti i nedostatke naučnih rješenja u ekonomskom sektoru.

A.II.4 Argumentuje svoje zaključke o ekologiji na osnovu rezultata istraživanja.	Postavlja hipotezu za istraživanja iz oblasti ekologije. Kreira istraživačko pitanje stavljajući u kontekst nezavisne, zavisne i kontrolne varijable. Formuliše ciljeve istraživanja iz oblasti ekologije prema obrascu, koristeći se odgovarajućim metodama za prikupljanje i prikaz dobivenih podataka. Odabire metode istraživanja u ekologiji koje će koristiti u eksperimentu. Diskutuje o dobivenim rezultatima eksperimenta (istraživanja), grafički prezentujući ih pomoću odgovarajućih (digitalnih) alata. Predlaže poboljšanja u dizajnu eksperimenta.
A.II.5 Primjenjuje komunikacijske vještine u kontekstu biologije.	Objašnjava prirodne pojave, međudjelovanja i biološke procese koristeći stručnu terminologiju. Koristi dostupne tehnologije u sakupljanju, obradi i predstavljanju informacija. Tumači i koristi raznovrsna vizualna i opšta pomagala) riječi, grafikoni, tabele, simulacije, modele i video-snimke).

KLJUČNI SADRŽAJI

ekologija, biotop, biocenoza, ekosistem, biom, biosfera, ekološki faktori, zagađenje i degradacija životne sredine, mezokosmos, obnovljivi i neobnovljivi izvori energije, aerozagađenje, hidrozagađenje, polucija tla i mjere zaštite.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Za što kvalitetnije usvajanje i razumijevanje biodiverziteta, važnosti pojedinačnih vrsta u ekosistemima, kvalitativne i kvantitativne strukture životnih zajednica preporučuju se aktivnosti izvođenja terenske nastave u krugu škole i šire, posmatranje vrsta biljaka i životinja koje se tu nalaze, te njihovo bilježenje u posebno pripremljene formulare. Ove aktivnosti u slučaju nemogućnosti izvođenja učenika u prirodu mogu se provoditi i prikazivanjem odgovarajućih video sadržaja na temu biodiverziteta. Ovime se treba razvijati bazično razumijevanje raznolikosti u životnoj sredini. Nastavne sadržaja vezane za ovu cjelinu moguće je realizirati kroz terensku nastavu u nekoj životnoj zajednici, a rezultati se mogu uporediti s primjerima iz drugih životnih zajednica. Do podataka se može doći na dodatnoj terenskoj nastavi ili pretraživanjem literature i pronalaženjem zanimljivosti o različitim organizmima. Aktivnosti provesti kroz istraživanje međusobne kompeticije organizama u zadovoljavanju osnovnih životnih potreba (biljke za svjetlost, prostor, vodu i materije iz tla, a životinje za stanište, hranu i partnera za razmnožavanje). Hranidbeni odnosi u životnoj zajednici mogu se obraditi na nekoliko primjera mreža ishrane. Primjere mutualizma različitih organizama obraditi bez uvođenja stručnih naziva (sa stajališta korisnosti - za oba organizma ili samo za jedan, odnosno korisnost jednomu znači štetu drugomu), a principe parazitskog načina života objasniti na poznatim primjerima iz učeničke okoline, te povezati s pravilnim održavanjem higijene. Moguće je koristiti i mezokozmički sistem sa ciljem simuliranja uvjeta stvarnog okoliša.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Sadržaje povezati sa nastavom Geografije, te realizirati terensku nastavu u koordinaciju sa ovim predmetom. U nekim slučajevima moguće je povezati sadržaje sa nastavom Hemije i Matematike kroz aktivnosti prikupljanja i obrade podataka tokom izučavanja ekologije i zaštite životne sredine. Kroz sve teme iskoristiti povezanost sa Informatikom.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

A

Zemlja prostor života.

D

Čovjek, biološko i društveno biće (Biosistematika mikroorganizama, gljiva i biljaka)

A.D.III.1

Analizira građu i patogenost mikroorganizama.

Identificira glavna pitanja iz oblasti mikrobiologije.

Objašnjava građu mikroorganizama.

Razlikuje osnovne kategorije mikroorganizama.

Objašnjava funkciju i sastav mikrobiološke flore pojedinih organskih sistema čovjeka.

Analizira mehanizme imunizacije protiv patogenih mikroorganizama.

Objašnjava položaj i ulogu mikroorganizama u biosferi, kruženju materije i protjecanju energije na Zemlji i njihovo značenje za čovjeka.

[BIO-4.3.1](#)

A.D.III.2

Povezuje pojavu novih osobina sa promjenom složenosti organizacijskih nivoa mikroorganizama, gljiva i biljaka.

Definiše biosistematiku, taksonomiju i klasifikaciju kao nauke i određuje njihovo područje istraživanja.

Određuje biosistematsku pripadnost mikroorganizama, gljiva i biljaka primjenjujući načela klasifikacije živog svijeta.

Istražuje endeme, autohtone i reliktnne vrste gljiva i biljaka u Bosni i Hercegovini na fotografijama i u prirodi procjenjujući njihovu važnost (Crvena knjiga).

Raspravlja o uzrocima i posljedicama ugrožavanja biodiverziteta i predlaže mjere zaštite.

[BIO-1.3.4](#)

A.D.III.3

Povezuje uticaj patogenih predstavnika različitih taksonomskih kategorija na zdravlje ljudi.

Identificira patogene predstavnike različitih taksonomskih kategorija.

Istražuje uticaj patogenih predstavnika različitih taksonomskih kategorija na zdravlje čovjeka.

Primjenjuje mjere zaštite od patogenih predstavnika različitih taksonomskih kategorija na zdravlje čovjeka, preporučenim od strane nadležnih organa.

Uviđa posljedice svojih i tuđih stavova/postupaka/izbora.

[BIO-4.3.1](#)

Prihvata društvenu odgovornost vezanu za mjere zaštite.

A.D.III.4 Argumentuje svoje zaključke o biosistematici mikroorganizama, gljiva i biljaka.	Postavlja hipotezu za istraživanja iz oblasti biosistematike mikroorganizama, gljiva i biljaka. Kreira istraživačko pitanje stavljajući u kontekst nezavisne, zavisne i kontrolne varijable. Formuliše ciljeve istraživanja iz oblasti biosistematike mikroorganizama, gljiva i biljaka prema obrascu, koristeći se odgovarajućim metodama za prikupljanje i prikaz dobivenih podataka. Odabire metode istraživanja u biosistematici mikroorganizama, gljiva i biljaka koje će koristiti u eksperimentu. Diskutuje o dobivenim rezultatima eksperimenta (istraživanja), grafički prezentujući ih pomoću odgovarajućih (digitalnih) alata. Predlaže poboljšanja u dizajnu eksperimenta.
<u>BIO-1.4.1</u>	
A.D.III.5 Prikuplja i sistematizuje podatke iz različitih relevantnih izvora o biosistematici mikroorganizama, gljiva i biljaka.	Koristi podatke iz različitih izvora za istraživanje biosistematike mikroorganizama, gljiva i biljaka. (naučni časopisi, naučni radovi, udžbenici...). Istražuje značajna otkrića iz oblasti biosistematike mikroorganizama, gljiva i biljaka i stavlja ih u kontekst ističući posljedice otkrića koja su promijenila nauku. Procjenjuje različite naučne izvore, raspravlja o dobivenim rezultatima istraživanja o biosistematici mikroorganizama, gljiva i biljaka i pravilno ih citira. Raspravlja o etičkim pitanjima u biološkim istraživanjima i primjeni bioloških otkrića.
<u>BIO-1.4.4</u>	
A.D.III.6 Izводи praktične radove za sticanje informacija i predstava o biosistematici mikroorganizama, gljiva i biljaka.	Izrađuju tabelarni prikaz podataka dobivenih istraživanjem evolutivnog usložnjavanja plana građe biljaka. Samostalno identifikuje biljne organizme koristeći se ključem za identifikaciju. Koristi laboratorijsku opremu primjenjujući pravila korištenja opreme u laboratoriji u cilju istraživanja biosistematike biljaka. Izводи praktične radove iz oblasti biosistematike biljaka prema uputama nastavnika primjenjujući mjere opreza. Koristi odgovarajuće softvere za klasifikaciju biljaka.

KLJUČNI SADRŽAJI

klasifikacija, taksonomija, endemi, kladogram, virusi, bakterije, alge, gljive, lišajevi, mahovine, papratnjače, golosjemenjače, skrivenosjemenjače, autohtone vrste, reliktna vrsta, endemične vrste, patogeni organizmi, patogenost.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Iz oblasti biosistematike učenici/ce treba da shvate smisao sistematike u sagledavanju raznovrsnosti živog svijeta, te razumiju hijerarhijski odnos sistematskih kategorija. U okviru toga treba da usvoje principe klasifikacije, pojmove: evolutivna srodnost, sistematika, sistematske kategorije, takson, vrsta, binarna nomenklatura, filogenija i biodiverzitet. Realizacija rada učenika/ca može se postići korištenjem adekvatnih primjera za razumijevanje hijerarhijske organizacije sistematskih kategorija i razlike između sistematske kategorije i taksona. Također, primjena ilustrativne metode u uporednom prikazu taksonomskog i filogenetskog aspekta sistematike može poslužiti u ostvarivanju ciljeva. Ove aktivnosti je moguće dopuniti sa izradom jednostavnih kladograma. Određeni ishodi se mogu postići i izradom herbarijuma (od prirodnog materijala ili digitalni).

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Gradivo iz biosistematike moguće je povezati sa sadržajima iz Matematike kao što su skupovi. Također, ovu oblast je moguće upoređivati sa svim segmentima i aktivnostima u kojima se vrši plansko i hijerarhijsko razvrstavanje. Oblast biosistematike ostvaruje korelaciju sa nastavnim predmetom Geografija koja će im pomoći u razumijevanju naseljenosti biljnih organizama na osnovu tipa zemljišta koje naseljavaju, klimatskih faktora koji vladaju u određenom području itd.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji biosistematike pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

A

Zemlja prostor života.

D

Čovjek, biološko i društveno biće (Biosistematika životinja)

A.D.III.1

Povezuje pojavu novih osobina sa promjenom složenosti organizacijskih nivoa kod životinjskih organizama.

Identificira glavna pitanja iz oblasti biosistematike životinja.

Određuje biosistematsku pripadnost životinja primjenjujući načela klasifikacije živog svijeta.

Istražuje endeme, autohtone i reliktnne vrste životinja u Bosni i Hercegovini na fotografijama i u prirodi procjenjujući njihovu važnost (Crvena knjiga).

Raspravlja o uzrocima i posljedicama ugrožavanja biodiverziteta i predlaže mjere zaštite.

Primjenjuje inovativna i kreativna rješenja u cilju zaštite endemskih, autohtonih i reliktnih vrsta u Bosni i Hercegovini.

Argumentuje svoj stav o antropogenom uticaju na živa bića.

[BIO-1.3.4](#)

A.D.III.2

Objašnjava uticaj patogenih predstavnika različitih taksonomskih kategorija na čovjeka.

Identificira patogene predstavnike različitih taksonomskih kategorija životinja.

Istražuje patogene predstavnike različitih taksonomskih kategorija životinja i njihov uticaj na zdravlje čovjeka.

Primjenjuje mjere zaštite od patogenih predstavnika različitih taksonomskih kategorija na zdravlje čovjeka, predloženim od nadležnih organa.

Uviđa posljedice svojih i tuđih stavova/postupaka/izbora.

[BIO-4.3.1](#)

A.D.III.3

Prikuplja i sistematizuje podatke iz različitih relevantnih izvora o biosistematici životinja.

Koristi podatke iz različitih izvora za istraživanje biosistematike životinja (naučni časopisi, naučni radovi, udžbenici).

Istražuje značajna otkrića iz oblasti biosistematike životinja stavlja ih kontekst ističući posljedice otkrića koja su promijenila nauku.

Procjenjuje različite naučne izvore za istraživanje biosistematike životinja, raspravlja o dobivenim rezultatima i pravilno ih citira.

Raspravlja o mjerama zaštite i konzervaciji prirode.

Argumentuje na primjerima prednosti i nedostatke naučnih rješenja u ekonomskom sektoru.

[BIO-1.4.1](#)

A.D.III.4 Argumentuje svoje zaključke o biosistematici životinja.	Postavlja hipotezu za istraživanja iz oblasti biosistematike životinja. Kreira istraživačko pitanje stavljajući u kontekst nezavisne, zavisne i kontrolne varijable. Formuliše ciljeve istraživanja iz oblasti biosistematike životinja prema obrascu, koristeći se odgovarajućim metodama za prikupljanje i prikaz dobivenih podataka. Odabire metode istraživanja u biosistematici životinja koje će koristiti u eksperimentu. Diskutuje o dobivenim rezultatima eksperimenta (istraživanja), grafički prezentujući ih pomoću odgovarajućih (digitalnih) alata. Predlaže poboljšanja u dizajnu eksperimenta.
BIO-1.4.4 A.D.III.5 Analizira obrasce ponašanja različitih taksonomskih kategorija životinja.	Identificira glavna pitanja iz oblasti etologije. Razlikuje urođena od stečenih ponašanja. Opisuje prilagodbe u ponašanju životinja s obzirom na promjene životnih uslova.
A.D.III.6 Izvodi praktične radove za sticanje informacija o biosistematici životinja.	Koristi opremu u svrhu identifikacije životinjskih vrsta primjenjujući pravila i mjere opreza korištenja opreme, prema uputama nastavnika. Izvodi eksperimente primjenjujući mjere opreza prilikom izvođenja praktičnih radova iz oblasti biosistematike životinja. Kreira tabelarni prikaz evolutivnog usložnjavanja plana građe životinja na osnovu prikupljenih podataka. Identifikuje organizme na fotografijama ili u prirodi koristeći se ključem za determinaciju. Kreira etogram.

KLJUČNI SADRŽAJI

klasifikacija, taksonomija, binarna nomenklatura, taksonomske kategorije, praživotinje, spužve, dupljari, pljosnate gliste, oble gliste, člankovite gliste, mekušci, zglavkari, bodljokošci, hordati, kolouste, ribe, vodozemci, gmizavci, ptice i sisari.

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

U okviru biosistematike učenicima objasniti principe klasifikacije kroz prikaz srodnosti različitih organizama na različitim nivoima sistematskih kategorija. Naglasak staviti na razvrstavanje različitih životinjskih vrsta u više sistematske kategorije prema karakterističnim svojstvima. U ovom dijelu istaći i utjecaj čovjeka na bioraznolikost i uravnoteženo stanje u prirodi kroz diskusiju. Učenike potaći na izradu razvojnog stabla živog svijeta, te njihove razvrstavanje. Prilikom obrade evolucije slikovito prikazati srodnost različitih organizama. Aktivnosti provesti kroz izradu kladograma. Ukazati na zajedničko porijeklo svih živih bića. Učenici će raditi mnogobrojne disekcije koje budu dostupne nastavnicima pri čemu će unaprijediti svoje vještine.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Gradivo iz biosistematike moguće je upoređivati sa svim segmentima i aktivnostima u kojima se vrši plansko i hijerarhijsko razvrstavanje organizama. Oblast biosistematike ostvaruje korelaciju sa Geografijom koja će im pomoći u razumijevanju naseljenosti životinjskih organizama na osnovu tipa zemljišta koje naseljavaju, klimatske faktore koji vladaju u određenom području itd. Poveznica je i sa Latinskim jezikom u svrhu razumijevanja latinskih naziva za pojmove u oblasti biosistematike životinja.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji biosistematike pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

D

Čovjek, biološko i društveno biće (Genetičko inženjerstvo i biotehnologija)

D.III.1

Raspravlja o osnovnim metodama klasične i moderne biotehnologije i genetičkog inženjerstva.

Identificira glavna pitanja iz oblasti genetičkog inženjerstva i biotehnologije

Razlikuje tipove kloniranja na različitim nivoima građe organizma (gen, hromosom, genom).

Povezuje biotehnološke postupke u kružni tok energije u privredi koristeći principe održivog razvoja.

Povezuje biotehnologiju sa dobrobitima za čovječanstvo i održivi razvoj.

Raspravlja o mogućim negativnim posljedicama biotehnologije (kloniranje, genetski inženjering) na prirodu.

D.III.2 Prikuplja i sistematizuje podatke iz različitih relevantnih izvora o genetičkom inženjerstvu i biotehnologiji.	Koristi podatke iz različitih izvora za istraživanje genetičkog inženjerstva i biotehnologije (naučni časopisi, naučni radovi, udžbenici.). Istražuje značajna otkrića iz oblasti genetičkog inženjerstva i biotehnologije, stavlja ih kontekst ističući posljedice otkrića koja su promijenila nauku (E.coli se koristi za proizvodnju humanog inzulina) Procjenjuje različite naučne izvore za istraživanje genetičkog inženjerstva i biotehnologije, raspravlja o dobivenim rezultatima i pravilno ih citira.
D.III.3 Izvodi praktične radove iz genetičkog inženjerstva i biotehnologije.	Izvodi eksperimente u cilju istraživanja genetičkog inženjerstva i biotehnologije. Samostalno koristi laboratorijsku opremu primjenjujući pravila korištenja opreme i mjera opreza u laboratoriji. Kreira mapu uma za postupke i metode biotehnologije u svrhu dobijanje novih osobina (rekombinantna DNK). Koristi simulacijske softvere za istraživanje genetičkog inženjerstva i biotehnologije. Kreira restrikcijsku mapu.
D.III.4 Argumentuje svoje zaključke o genetičkom inženjerstvu i biotehnologiji.	Postavlja hipotezu za istraživanja iz oblasti genetičkog inženjerstva i biotehnologije. Kreira istraživačko pitanje stavljajući u kontekst nezavisne, zavisne i kontrolne varijable. Formuliše ciljeve istraživanja u genetičkom inženjeringu i biotehnologiji prema obrascu, koristeći se odgovarajućim metodama za prikupljanje i prikaz dobivenih podataka. Odabire metode istraživanja evoluciji, genetičkom inženjerstvu i biotehnologiji organizama koje će koristiti u eksperimentu. Diskutuje o dobivenim rezultatima eksperimenta (istraživanja), prezentujući ih pomoću odgovarajućih (digitalnih) alata Identificira naučno-istraživačka dostignuća iz oblasti genetičkog inženjeringa i biotehnologije.
D.III.5 Definiše osnovne metode statističke analize u biologiji.	Definiše biostatistiku i određuje njeno područje istraživanja. Identificira osnovne metode deskriptivne i inferencijalne statistike. Prepoznaje primjere statističke analize.

D.III.6

Primjenjuje komunikacijske vještine u kontekstu biologije.

Objašnjava prirodne pojave, međudjelovanja i biološke procese koristeći stručnu terminologiju.

Koristi dostupne tehnologije u sakupljanju, obradi i predstavljanju informacija.

Tumači i koristi raznovrsna vizualna i opšta pomagala (riječi, grafikoni, tabele, simulacije, modele i video-snimke).

KLJUČNI SADRŽAJI

genetičko inženjerstvo, biotehnologija, gensko inženjerstvo, kloniranje DNK-a, vektori, hromosomsko inženjerstvo i gensko inženjerstvo.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

U ovoj tematskoj cjelini prvo je potrebno provesti diskusiju sa učenicima o historiji naučnih otkrića, a podložnost naučnih objašnjenja, teorija i modela objasniti na primjeru centralne dogme. Važno je naglasiti značaj naučnih dostignuća i njihovu primjenu u različitim oblastima. Istovremeno je potrebno diskutovati o opravdanosti istraživanja na različitim organizmima, korištenju matičnih ćelija, genetičkom inženjerstvu, liječenju genskom terapijom, korištenju virusa u biotehnologiji, te mogućnostima biotehnologije za povećanje ekonomičnosti (povećanje prinosa u poljoprivredi). Učenike je potrebno potaknuti na samostalan rad kroz laboratorijske vježbe na primjerima kao što su pravljenje hljeba ili dobivanje jogurta iz mlijeka.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Nastavne sadržaje iz cjeline Genetičko inženjerstvo i biotehnologija moguće je povezati sa gradivom iz ostalih prirodnih predmeta kao što je Hemija (proces fermentacije).

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji genetike i genetičkog inženjerstva pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

B

Povezanost struktura i funkcija živih bića.

D

Čovjek, biološko i društveno biće (Fiziologija, histologija, morfologija i anatomija čovjeka)

B.D.IV.1

Povezuje pojavu novih osobina sa promjenom složenosti organizacijskih nivoa čovjeka.

Povezuje građu i funkciju životinjske ćelije, tkiva, organa i organskih sistema na anatomsom i fiziološkom nivou.

Upoređuje usložnjavanje građe organa i organskih sistema kod čovjeka.

Istražuje funkciju različitih životinjskih tkiva i organa na konkretnim primjerima.

Istražuje o uslovima za postanak roda hominida, kreirajući sliku procesa hominizacije sa osvrtom na postanak ljudskih rasa.

[BIO-2.1.2](#)

B.D.IV.2

Procjenjuje značaj održavanja mehanizma regulacije homeostaze na nivou ćelije i organizma, kao i posljedice njegovog narušavanja.

Analizira regulacijske mehanizme povratne sprege održavanja homeostaze na nivou ćelija, organa i organskih sistema.

Povezuje mehanizam homeostaze na nivou ćelija i organa sa organskim sistemima.

Prosudjuje o mogućim posljedicama narušavanja homeostaze na nivou ćelije, organa i organizma, na temelju posmatranja i istraživanja.

Istražuje poremećaje homeostaza na primjerima.

[BIO-2.1.4](#)

B.D.IV.3

Procjenjuje stavove koji doprinose vlastitom zdravlju i stavove koji doprinose spolnosti i humanizaciji među polovima.

Istražuje uticaj metala, antibiotika, GMO i aditiva na život čovjeka, biljaka i životinja.

Raspravlja o odgovornom spolnom ponašanju partnera.

Predlaže i provodi preventivne mjere higijene za očuvanje zdravlja čovjeka.

Primjenjuje znanja i postupke o mjerama zaštite od različitih vrsta toksikomanije.

[BIO-4.3.2](#)

B.D.IV.4 Prikuplja i sistematizuje podatke iz različitih relevantnih izvora o anatomiji, fiziologiji i morfologiji čovjeka.	Koristi podatke iz različitih izvora za istraživanja anatomije, fiziologije i morfologije čovjeka (naučni časopisi, načni radovi, udžbenici...). Istražuje značajna otkrića iz oblasti anatomije, fiziologije i morfologije čovjeka, stavlja ih kontekst ističući posljedice otkrića koja su promijenila nauku. Procjenjuje različite naučne izvore za istraživanje anatomije, fiziologije i morfologije čovjeka raspravlja o dobivenim rezultatima i pravilno ih citira.
BIO-2.4.1	
B.D.IV.5 Argumentuje svoje zaključke o fiziologiji, histologiji, morfologiji i anatomiji čovjeka.	Postavlja hipotezu za istraživanja iz oblasti fiziologije, histologije, morfologije i anatomije čovjeka. Kreira istraživačko pitanje stavljajući u kontekst nezavisne, zavisne i kontrolne varijable. Formuliše ciljeve istraživanja iz oblasti fiziologije, histologije, morfologije i anatomije čovjeka prema obrascu, koristeći se odgovarajućim metodama za prikupljanje i prikaz dobivenih podataka. Odabire metode istraživanja u fiziologiji, histologiji, morfologiji i anatomiji čovjeka koje će koristiti u eksperimentu. Diskutuje o dobivenim rezultatima eksperimenta (istraživanja), grafički prezentujući ih pomoću odgovarajućih (digitalnih) alata. Predlaže poboljšanja u dizajnu eksperimenta.
BIO-4.4.4	
B.D.IV.6 Izvodi praktične radove za sticanje predstava o anatomiji, fiziologiji i morfologiji čovjeka.	Koristi laboratorijsku opremu primjenjujući pravila korištenja opreme u laboratoriji u cilju istraživanja fiziologije, histologije, anatomije i morfologije čovjeka. Izvodi praktične radove iz oblasti fiziologije, histologije, anatomije i morfologije čovjeka primjenjujući mjere opreza. Crta i obilježava diagrame organskih sistema. Identificira i označava dijelove tkiva i organa na fotografijama elektronskog mikroskopa. Koristi odgovarajuće softvere za virtuelnu disekciju organa.
BIO-4.4.4	

KLJUČNI SADRŽAJI

organ, organski sistem, organizam, homeostaza, kožni sistem, nervni sistem, endokrini sistem, skeletni sistem, mišićni sistem, probavni sistem, cirkulatorni sistem, respiratorni sistem, reproduktivni sistem, bolesti, zaštita organskih sistema, GMO i antibiotici.

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

U ovoj tematskoj cjelini naglasak staviti na usložnjavanje organizma od nivoa ćelije do sistema organa. Povezati rad organa u okvirima sistema organa s ciljem održavanja stalnih uslova u tijelu, te opisati građu i ulogu sistema organa i vitalnih organa u cilju održavanja života. Preporučuje se korištenje video priloga, simulacija i animacija ćelijskog ciklusa, izrada modela ćelija i faza ćelijske diobe, te istraživanje literature. U ovoj tematskoj cjelini učenici bi kroz mikroskopiranje preparata tkiva trebali uočiti različitost ćelija i kako istovrsne ćelije grade tkiva. Aktivnosti treba provesti kroz praktični rad kao što su: mikroskopiranje životinjskih tkiva, analiziranje vlastitih energetske tablica koje predstavljaju njihov dnevni unos hrane, dokazivanje hemijskog sastava kosti, pravljenje i posmatranje preparata krvnog razmaza, disekcija srca, određivanje vitalnog kapaciteta pluća, izrada modela pluća i simulacija mehanizma disanja, mjerenje refleksa, disekcija bubrega, disekcija oka. Određeni ishodi se mogu postići i uvježbavanjem osnovnih postupaka prve pomoći.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Sadržaje ove tematske cjeline moguće je povezati sa nastavom Hemije, Fizike i drugih predmeta koji u svom programskom sadržaju imaju poveznice sa zdravljem. Kroz proučavanje različitih organskih sistema povezivati gradiva iz nastavnog predmeta Hemija kada je u pitanju hemijski sastav i nastavnog predmeta Fizika kada su u pitanju određeni procesi u organizmu (krvni pritisak, održavanje homeostaze). Moguća je i korelacija sa dijelom nastave iz Informatike u okviru kojeg se učenici mogu služiti animacijama i aplikacijama za proučavanje različitih organskih sistema. Poveznica je i sa Latinskim jezikom u svrhu razumijevanja latinskih naziva za pojmove u oblasti fiziologije i anatomije čovjeka.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji ove tematske cjeline pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

D

Čovjek, biološko i društveno biće (Humana genetika)

D.IV.1

Argumentuje razliku između genotipa i fenotipa na nivou nukleinskih kiselina, gena, hromosoma i genoma.

Povezuje pojmove: strukturni gen, gen regulator, operator, promotor i induktor u procesu mehanizma regulacije gena.

Analizira genotip i fenotip na primjerima monohibridnog i dihibridnog ukrštanja.

Razlikuje autosomalno i spolno vezano nasljeđivanje kod monogenskih i poligenih osobina.

Primjenjuje zakone nasljeđivanja i mehanizme izražavanja genotipa, fenotipa i nasljednih bolesti pomoću Mendelovih zakona.

[BIO-4.2.2](#)

D.IV.2 Analizira izvore humanih genskih varijabilnosti (mutacije i rekombinacije) i mehanizme nastajanja genskih anomalija na temelju posmatranja i istraživanja.	Evaluiira humane mutacije na osnovu količine zahvaćenog nasljednog materijala (genske, genomske i hromosomske). Objašnjava mehanizme nastajanja humanih genskih anomalija Analizira mehanizme nastajanja najčešćih humanih hromosomskih mutacija.
BIO-4.2.1	
D.IV.3 Prikuplja i sistematizuje podatke iz različitih relevantnih izvora o humanoj genetici.	Koristi podatke iz različitih izvora o genetici (naučni časopisi, naučni radovi, udžbenici). Istražuje značajna otkrića iz oblasti genetike i stavlja ih u kontekst ističući posljedice otkrića koja su promijenila nauku. Procjenjuje različite naučne izvore iz genetike, raspravlja o dobivenim rezultatima i pravilno ih citira.
BIO-4.4.2	
D.IV.4 Izvodi praktične radove za sticanje informacija i predstava o humanoj genetici.	Postavlja hipotezu o za istraživanje iz oblasti humane genetike. Kreira istraživačko pitanje stavljajući u kontekst nezavisne, zavisne i kontrolne varijable. Formuliše ciljeve istraživanja iz oblasti humane genetike prema obrascu, koristeći se odgovarajućim metodama za prikupljanje i prikaz dobivenih podataka. Odabire metode istraživanja u humanoj genetici koje će koristiti u eksperimentu. Diskutuje o dobivenim rezultatima eksperimenta (istraživanja), prezentujući ih pomoću odgovarajućih (digitalnih) alata. Predlaže poboljšanja u dizajnu eksperimenta.
BIO-4.4.2	
D.IV.6 Primjenjuje osnovne metode statističke analize u biologiji.	Stavlja u odnos metodologiju istraživačkog rada i biostatistiku. Koristi metode deskriptivne i inferencijalne statistike. Prepoznaje primjere statističke analize.

D.IV.7

Primjenjuje komunikacijske vještine u kontekstu biologije.

Objašnjava prirodne pojave, međudjelovanja i biološke procese koristeći stručnu terminologiju.

Koristi dostupne tehnologije u sakupljanju, obradi i predstavljanju informacija.

Tumači i koristi raznovrsna vizualna i opšta pomagala (riječi, grafikoni, tabele, simulacije, modele i video-snimke).

KLJUČNI SADRŽAJI

DNK-a, RNK-a, gen, genotip, fenotip, hromosomi (autosomi, heterosomi), mutacije, modifikacije, Mendelovi zakoni, Matične ćelije (stem cells) i rodoslovi.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Nastavni sadržaj iz oblasti humane genetike treba upoznati učenike sa osnovnim procesima i mehanizmima nasljeđivanja kod čovjeka. Važno je utvrditi vezu između genotipa i fenotipa, te učenici u tu svrhu mogu određivati kvalitativna nasljedna svojstva (boja očiju, boja kose, pigmentacija lica, dlakavost srednje falange prstenjaka, forma kose, ušne resice, brade dužina prstiju itd). Variranje fenotipa se može povezati sa Mendelovim pravilima i populacionom genetikom. Za razliku od tematske cjeline genetika, ovdje je potrebno objasniti dihibridna Panetova križanja. Analize rodoslova se mogu koristiti u cilju praćenja autosomalnih i spolno vezanih oboljenja. Pored navedenog, preporučuje se upotreba video priloga, simulacija, modela i istraživanja literature.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Sadržaje humane genetike moguće je povezati sa nastavom Hemije i Fizike u dijelovima koji se odnose na građu nukleinskih kiselina, te faktorima koji utječu na pojavu mutacija. Značajna je i korelacija sa predmetom Matematika iz oblasti vjerovatnoće, te Informatike u okviru kojeg učenici/ce mogu praviti aplikacije ili grafičke prikaze ukrštanja.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji genetike pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

► Srednje ► I.

Godine učenja i podučavanja predmeta: 5

B

Povezanost struktura i funkcija živih bića.

C

Struktura i fiziologija organizama, pretvaranje materije i energije.

D

Čovjek, biološko i društveno biće (Molekularna biologija i osnove citologije)

B.C.D.I.1

Povezuje građu i funkciju ćelijskih struktura (ćelijska membrana, citoplazma i jedro) prisutnim u eukariotskim i prokariotskim ćelijama.

Identificira svrhu proučavanja biologije i njenih područja pravilno koristeći stručnu terminologiju.

Objašnjava građu i funkciju organela prokariotske i eukariotske ćelije.

Objašnjava tipove transporta kroz ćelijsku membranu i njihov energetske bilans na primjerima živih organizama.

Povezuje građu hloroplasta i mitohondrija sa njihovom funkcijom u procesima fotosinteze i ćelijskog disanja.

Identificira građu i ulogu jedra i jedrovih komponenti.

Objašnjava osnovne tipove spiralizacije hromosoma, gena, genskog lokusa i alele.

Objašnjava funkciju organskih i anorganskih molekula u živim sistemima.

[BIO-2.1.2](#)

B.C.D.I.2

Analizira razliku između tipova ćelijskih dioba na osnovu promjena u nasljednom materijalu (DNK-a, geni, hromosomi).

Identificira faze mitoze i mejoze koristeći dostupna vizuelna pomagala.

Razlikuje mitozu kao diobu tjelesnih (somatskih ćelija) od mejoze kao redukcione diobe kojom nastaju spolne ćelije (gamete).

Upoređuje faze i podfaze ćelijskih dioba na nivou hromosoma, koristeći sheme, slike, modele i ostala vizuelna pomagala.

[BIO-2.1.3](#)

B.C.D.I.3

Razlikuje nespolni i spolni način razmnožavanja kod biljaka i životinja.

Objašnjava spolni i nespolni način razmnožavanja biljaka i životinja sa stanovišta nasljednog materijala.

Upoređuje spolni i nespolni način razmnožavanja živih organizama.

Objašnjava faze embrionalnog razvoja živih organizama

KLJUČNI SADRŽAJI

Bioelementi, anorganske materije, organske materije: proteini, masti, bjelančevine, nukleinske kiseline, enzimi, autoreplikacija DNK-a, biosinteza bjelančevina. prokariotska ćelija, eukariotska ćelija (biljna i životinjska), strukture ćelije (ćelijska membrana, citoplazma, jedro i organele), mitoza i mejoza, matične ćelije (stem cells), endoplazmatski retikulum, mitohondrije, Goldžijev aparat, plastidi, ćelijska teorija, pasivni transport (difuzija, olakšana difuzija, osmoza), aktivni transport, koloidi, fotosinteza, kloroplast, ćelijsko disanje, aerobno i anaerobno ćelijsko disanje.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Za što kvalitetnije usvajanje i razumijevanje nastavnog gradiva preporučljivo je redovito izvođenje laboratorijskih vježbi. Iz oblasti molekularne biologije moguće je vršiti dokazivanja organskih materija, ekstrakcija DNK-a iz banana, špinata, jagoda, te eksperiment za dokazivanje difuzije i osmoze. Pravilno razumijevanje funkcije pojedinih organskih i anorganskih molekula moguće je postići dizajniranjem eksperimenata kako bi se testirao uticaj temperature, pH i koncentracije supstrata na aktivnost enzima. Iz oblasti citologije se preporučuje pažljivo posmatranje ćelije na shematskim prikazima ili na samostalno napravljenim preparatima. Ove aktivnosti se mogu provoditi korištenjem videoanimacija, mikroskopiranjem preparata, kao i putem virtualnih alata za mikroskopiranje. Na isti način je moguće posmatrati različite faze mitoze i mejoze. Učenike/ce je potrebno potaknuti na demonstraciju praktičnih radova u laboratoriji služeći se mjernim i optičkim instrumentima, laboratorijskom opremom i IKT-om.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

U okviru izučavanja molekularne biologije učenici prikupljaju informacije o hemijskoj osnovi života, te se ti sadržaji direktno mogu povezati sa gradivom iz nastave Hemije - opšta i organska hemija, kao i sa Fizikom - energija. Neophodna je i veza sa Informatikom u cilju provedbi vježbi korištenjem vizualizacijskih softverskih programa. U okviru citologije učenici aktivno mikroskopiraju i izrađuju modele ćelija koristeći se obnovljivim materijalima. Ove aktivnosti moguće je povezati sa nastavom Fizike iz oblasti optike. Značajna je i korelacija sa dijelom nastave iz Informatike u okviru kojeg učenici uče crtati i praviti 3D prikaze.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Oblast molekularne biologije pogodna je za razvoj sposobnosti kritike i samokritike, zatim sposobnosti analize, te sposobnosti stvaranja novih rješenja. Učenici mogu stvarati nova rješenja korištenjem psihomotoričkih kompetencija, kao što je korištenje instrumenata i laboratorijske opreme, kao i vještinom pisanja laboratorijskih vježbi iz oblasti molekularne biologije. Također, u okviru ove oblasti moguć je razvoj saradnje, kreativnog učenja; samostalnog rada i metakognicije. Metakognitivno znanje je omogućeno strateškim znanjem, kao i samospoznajom o ulozi i važnosti anorganskih i organskih materija u ljudskom tijelu. Kompetencije koje se mogu razvijati iz ovih oblasti su korištenje informacijsko-komunikacijskih tehnologija, te komunikacijske kompetencije.

Nastavni sadržaji citologije pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

D

Čovjek, biološko i društveno biće (Genetika)

D.I.1

Razlikuje genotip i fenotip na nivou nukleinskih kiselina, gena, hromosoma i genoma.

Identificira glavna pitanja iz oblasti genetike.

Istražuje genotip i fenotip na primjerima u svom okruženju.

Razlikuje autosomalno i spolno vezano nasljeđivanje kod monogenetskih osobina biljaka, životinja i čovjeka.

Objašnjava zakone nasljeđivanja i mehanizme izražavanja genotipa, fenotipa i nasljednih osobina pomoću Mendelovih zakona.

[BIO-4.2.2](#)

D.I.2

Objašnjava izvore genske varijabilnosti (mutacije i rekombinacije) i mehanizme nastajanja genskih anomalija na temelju posmatranja i istraživanja.

Klasificira mutacije na osnovu količine zahvaćenog nasljednog materijala (genske, genomske i hromosomske).

Objašnjava mehanizme nastajanja genskih anomalija i uticaj okoline na manifestaciju genotipa na nivou fenotipskih osobina (modifikacije).

[BIO-4.2.1](#)

KLJUČNI SADRŽAJI

DNK-a, RNK-a, gen, genotip, fenotip, hromosomi (autosomi, heterosomi), mutacije, modifikacije, Mendelovi zakoni, monohibridno i dihibridno ukrštanje, Matične ćelije (stem cells) i rodoslovi.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Nastavni sadržaji iz tematske cjeline genetika trebaju omogućiti razumijevanje principa nasljeđivanja. Naglasiti razumijevanje životnih procesa na molekularnom nivou uz opis procesa i pojmova. Također, potrebno je istaći pojam varijabilnosti i zakone nasljeđivanja, te razlike između genotipa i fenotipa. Obradu ovih sadržaja provesti kroz aktivnosti samostalnog ili grupnog istraživanja varijabilnosti, izrade modela koji prikazuju mutacije DNK, te prikazivanje ukrštanja izradom aplikacija ili grafičkih prikaza.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Sadržaje genetike moguće je povezati sa nastavom Hemije i Fizike u dijelovima koji se odnose na građu nukleinskih kiselina, te faktorima koji utječu na pojavu mutacija. Značajna je i korelacija sa dijelom nastave iz Informatike u okviru kojeg učenici/ce mogu praviti aplikacije ili grafičke prikaze ukrštanja.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji genetike pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

B

Povezanost struktura i funkcija živih bića.

D

Čovjek, biološko i društveno biće ()Fiziologija čovjeka

B.D.I.1

Povezuje pojavu novih osobina sa promjenom složenosti organizacijskih nivoa čovjeka.

Identificira glavna pitanja iz oblasti fiziologije čovjeka.

Objašnjava građu i funkciju životinjske ćelije, tkiva, organa i organskih sistema na anatomskom i fiziološkom nivou.

Upoređuje usložnjavanje građe organa i organskih sistema kod čovjeka.

Istražuje funkciju različitih životinjskih tkiva na konkretnim primjerima.

Povezuje mehanizam homeostaze na nivou ćelija i organa sa organskim sistemima.

Istražuje poremećaje homeostaza na primjerima.

BIO-2.1.2

B.D.I.2

Procjenjuje stavove koji doprinose vlastitom zdravlju i stavove koji doprinose spolnosti i humanizaciji među polovima.

Istražuje uticaj metala, antibiotika, GMO i aditiva na život čovjeka, biljaka i životinja.

Raspravlja o odgovornom spolnom ponašanju partnera.

Predlaže i provodi preventivne mjere higijene za očuvanje zdravlja čovjeka.

Primjenjuje znanja i postupke o mjerama zaštite od različitih vrsta toksikomanije.

Raspravlja o ravnopravnosti na tržištu rada bez obzira na spol, rasu ili religijsku pripadnost.

BIO-4.3.2

KLJUČNI SADRŽAJI

Organ, organski sistem, organizam, homeostaza, kožni sistem, nervni sistem, endokrini sistem, skeletni sistem, mišićni sistem, probavni sistem, cirkulatorni sistem, respiratorni sistem, reproduktivni sistem, bolesti, zaštita organskih sistema, GMO i antibiotici.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

U ovoj tematskoj cjelini potrebno je naglasak staviti na usložnjavanje organizma od nivoa ćelije do sistema organa. Nadalje je neophodno povezati rad organa u okvirima sistema organa sa održavanjem stalnih uslova u tijelu, te opisati građu i ulogu sistema organa i vitalnih organa u cilju održavanja života. Preporučuje se izvođenja aktivnosti kao što su: mikroskopiranje životinjskih tkiva, disekcija životinjskih organizama itd. U navedenom kontekstu moguće je istraživati uticaj različitih faktora na zdravlje čovjeka i životinja. Određeni ishodi se mogu postići i uvježbavanjem osnovnih postupaka prve pomoći.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Sadržaje ove tematske cjeline moguće je povezati sa nastavom Hemije, Fizike i drugih predmeta koji u svom programskom sadržaju imaju poveznice sa zdravljem. Kroz proučavanje različitih organskih sistema povezivati gradiva iz nastavnog predmeta Hemija kada je u pitanju hemijski sastav i nastavnog predmeta Fizika kada su u pitanju određeni procesi u organizmu (krvni pritisak, održavanje homeostaze). Moguća je i korelacija sa dijelom nastave iz Informatike u okviru kojeg se učenici mogu služiti animacijama i aplikacijama za proučavanje različitih organskih sistema. Poveznica je i sa Latinskim jezikom u svrhu razumijevanja latinskih naziva za pojmove u oblasti fiziologije i anatomije čovjeka.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji ove tematske cjeline pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

A

Zemlja prostor života (Ekologija i zaštita životne sredine)

A.I.1

Analizira strukturnu i funkcionalnu povezanost organizama i sredine.

Identificira glavna pitanja iz oblasti ekologija i zaštite životne sredine.

Istražuje uticaje abiotičkih i biotičkih ekoloških faktora na funkcionalne i hijerarhijske veze između organizama.

Povezuje životne forme na Zemlji sa promjenama životne sredine.

Objašnjava položaj organizama u prometu materije i protoku energije u vodenim i vazдушnim ekosistemima (trofički nivoi).

Procjenjuje kako stanje ekosistema utiče na kvalitet života (zagađenost zraka, tla i vode).

Raspravlja o uzrocima i posljedicama ugrožavanja biodiverziteta i predlaže mjere zaštite.

BIO-1.2.2

A.I.2

Analizira racionalno korištenje prirodnih energetske resursa u cilju njihovog očuvanja i unapređenja održivog razvoja.

Upoređuje obnovljive i neobnovljive izvore energije u prirodi objašnjavajući značaj njihovog očuvanja.

Razlikuje zagađivače geobiosfere koji su važni za očuvanje životne sredine.

Raspravlja o štetnim antropogenim uticajima na sve dijelove geobiosfere.

Prosudjuje o značaju održivog razvoja za opštu dobrobit.

BIO-1.3.5

A.I.3 Prikuplja podatke iz različitih relevantnih izvora o ekologiji.	Koristi podatke iz različitih izvora o održivom razvoju (naučni časopisi, naučni radovi, udžbenici). Istražuje značajna otkrića iz oblasti ekologije, stavlja ih u kontekst ističući posljedice otkrića koja su promijenila nauku. Procjenjuje različite naučne izvore za istraživanje ekologije raspravlja o dobivenim rezultatima i pravilno ih citira. Raspravlja o mjerama zaštite i konzervaciji prirode. Istražuje područja u Bosni i Hercegovini koja bi trebala biti zaštićena.
A.I.4 Izvodi praktične radove za sticanje informacija i predstava o biologiji.	Koristi laboratorijsku opremu i izvodi eksperimente u laboratoriju u cilju istraživanja biologije. Primjenjuje pravila korištenja opreme i mjere opreza u laboratoriji u cilju istraživanja u biologiji. Koristi IKT za istraživanja u biologiji. Crta i obilježava biološke dijagrame. Rješava zadatke iz genetike.
BIO-1.4.4	
A.I.5 Primjenjuje komunikacijske vještine u kontekstu biologije.	Objašnjava prirodne pojave, međudjelovanja i biološke procese koristeći stručnu terminologiju. Koristi dostupne tehnologije u sakupljanju, obradi i predstavljanju informacija. Tumači i koristi raznovrsna vizualna i opšta pomagala (riječi, grafikoni, tabele, simulacije, modele i video-snimke).
KLJUČNI SADRŽAJI	

Ekologija, populacija, biotop, biocenoza, ekosistem, biom, biosfera, ekološki faktori, biogeohemijski ciklusi, zagađenje i degradacija životne sredine, mezokosmos, obnovljivi i neobnovljivi izvori energije, aerozagađenje, hidrozagađenje, polucija tla i mjere zaštite.

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Za što kvalitetnije usvajanje i razumijevanje biodiverziteta, važnosti pojedinačnih vrsta u ekosistemima, kvalitativne i kvantitativne strukture životnih zajednica preporučuju se aktivnosti izvođenja terenske nastave u krugu škole i šire, posmatranje vrsta biljaka i životinja koje se tu nalaze, te njihovo bilježenje u posebno pripremljene formulare. Ove aktivnosti u slučaju nemogućnosti izvođenja učenika u prirodu mogu se provoditi i prikazivanjem odgovarajućih video sadržaja na temu biodiverziteta. Ovime se treba razvijati bazično razumijevanje raznolikosti u životnoj sredini. Nastavne sadržaja vezane za ovu cjelinu moguće je realizirati kroz terensku nastavu u nekoj životnoj zajednici, a rezultati se mogu uporediti s primjerima iz drugih životnih zajednica. Do podataka se može doći na dodatnoj terenskoj nastavi ili pretraživanjem literature i pronalaženjem zanimljivosti o različitim organizmima. Aktivnosti provesti kroz istraživanje međusobne kompeticije organizama u zadovoljavanju osnovnih životnih potreba (biljke za svjetlost, prostor, vodu i materije iz tla, a životinje za stanište, hranu i partnere za razmnožavanje). Hranidbeni odnosi u životnoj zajednici mogu se obraditi na nekoliko primjera mreža ishrane. Primjere mutualizma različitih organizama obraditi bez uvođenja stručnih naziva (sa stajališta korisnosti - za oba organizma ili samo za jedan, odnosno korisnost jednomu znači štetu drugomu), a principe parazitskog načina života objasniti na poznatim primjerima iz učeničke okoline, te povezati s pravilnim održavanjem higijene. Moguće je koristiti i mezokozmički sistem sa ciljem simuliranja uvjeta stvarnog okoliša.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Sadržaje povezati sa nastavom Geografije, te realizirati terensku nastavu u koordinaciji sa ovim predmetom. U nekim slučajevima moguće je povezati sadržaje sa nastavom Hemije i Matematike kroz aktivnosti prikupljanja i obrade podataka tokom izučavanja ekologije i zaštite životne sredine. Kroz sve teme iskoristiti povezanost sa Informatikom.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

► Srednje ► I.

Godine učenja i podučavanja predmeta: 5

B

Povezanost struktura i funkcija živih bića.

C

Struktura i fiziologija organizama, pretvaranje materije i energije.

D

Čovjek, biološko i društveno biće (Molekularna biologija i osnove citologije)

B.C.D.I.1

Procjenjuje fizičke i hemijske promjene tvari u organizmu.

Identificira svrhu proučavanja biologije i njenih područja pravilno koristeći stručnu terminologiju.

Povezuje funkciju organskih i anorganskih molekula u živim sistemima.

Razlikuje fizičke i hemijske promjene tvari u organizmu na nivou ćelije.

Povezuje građu i funkciju molekula DNK-a i RNK-a u procesu biosinteze bjelančevina.

[BIO-3.1.2](#)

B.C.D.I.2

Upoređuje građu i funkciju ćelijskih struktura (ćelijska membrana, citoplazma i jedro) prisutnih u eukariotskim i prokariotskim ćelijama.

Povezuje građu i funkciju organela prokariotske i eukariotske ćelije.

Procjenjuje koji su faktori doveli do usložnjavanja ćelijske građe i funkcije ćelijskih organela od prokariotskih do eukariotskih organizama.

Povezuje građu hloroplasta i mitohondrija sa njihovom funkcijom u procesima fotosinteze i ćelijskog disanja.

Objašnjava građu i ulogu jedra i jedrovih komponenti.

Upoređuje osnovne tipove spiralizacije hromosoma, gena, genskog lokusa i alele.

[BIO-2.1.2](#)

B.C.D.I.3 Analiziraju metaboličke procese na osnovu energetskog bilansa u ćeliji.	Objašnjava da su metabolički procesi u ćeliji skup hemijskih reakcija u kojima pretvaraju energiju u materiju. Prepoznaje vrste enzima kao biokatalizatora metaboličkih reakcija u živim organizmima. Povezuje tipove transporta kroz ćelijsku membranu i njihov energetski bilans na primjerima živih organizama. Procjenjuje ulogu ATP-a i ADP-a u metaboličkim procesima sa aspekta energetskog učinka u fiziološkim procesima. Upoređuje fotosintezu, aerobno i anaerobno disanje na molekularnom na nivou osnovu energetskog bilansa.
BIO-3.2.2	
B.C.D.I.4 Procjenjuje razliku između tipova ćelijskih dioba na osnovu promjena u nasljednom materijalu (DNK-a, geni, hromosomi).	Identificira faze mitoze i mejoze koristeći dostupna vizuelna pomagala i računa mitotički index na fotografijama elektronskog mikroskopa Razlikuje mitozu kao diobu tjelesnih (somatskih ćelija) od mejoze kao redukcione diobe kojom nastaju spolne ćelije (gamete). Upoređuje faze i podfaze ćelijskih dioba na osnovu promjena nasljednog materijala (crossing-over, hromosomi, aleli) koristeći sheme, slike, modele i ostala vizuelna pomagala.
BIO-2.1.3	
B.C.D.I.5 Razlikuje nespolni i spolni način razmnožavanja kod biljaka, životinja i čovjeka.	Objašnjava nespolni način razmnožavanja biljaka i životinja sa stanovišta nasljednog materijala. Upoređuje nespolni i spolni način razmnožavanja živih organizama. Objašnjava faze embrionalnog razvoja živih organizama. Identificira primjenu spolnog i nespolnog razmnožavanja u industriji.
BIO-2.1.3 BIO-4.1.2	
B.C.D.I.6 Analizira primjenu, diferencijaciju i specijalizaciju matičnih ćelija u obnovi tkiva i organa.	Objašnjava pojam i mehanizam diferenciranja ćelija kao i kapacitet matičnih ćelija u diferencijaciji. Istražuje pojam, ulogu i primjenu diferenciranja matičnih ćelija u terapijske svrhe . Zastupa (vlastito) mišljenje o upotrebi matičnih ćelija korištenjem naučne literature.
BIO-3.1.2	

KLJUČNI SADRŽAJI

Bioelementi, anorganske materije, organske materije: proteini, masti, bjelančevine, nukleinske kiseline, enzimi, autoreplikacija DNK-a, biosinteza bjelančevina. prokariotska ćelija, eukariotska ćelija (biljna i životinjska), strukture ćelije (ćelijska membrana, citoplazma, jedro i organele), mitoza i mejoza, matične ćelije (stem cells), endoplazmatski retikulum, mitohondrije, Golđijev aparat, plastidi, ćelijska teorija, pasivni transport (difuzija, olakšana difuzija, osmoza), aktivni transport, koloidi, fotosinteza, hloroplast, ćelijsko disanje, aerobno i anaerobno ćelijsko.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Za što kvalitetnije usvajanje i razumijevanje nastavnog gradiva preporučljivo je redovito izvođenje laboratorijskih vježbi. Iz oblasti molekularne biologije moguće je vršiti dokazivanja organskih materija, ekstrakcija DNK-a iz banana, špinata, jagoda, te eksperimente za dokazivanje difuzije i osmoze. Pravilno razumijevanje funkcije pojedinih organskih i anorganskih molekula moguće je postići dizajniranjem eksperimenata kako bi se testirao uticaj temperature, pH i koncentracije supstrata na aktivnost enzima. Iz oblasti citologije se preporučuje pažljivo posmatranje ćelije na shematskim prikazima ili na samostalno napravljenim preparatima. Ove aktivnosti se mogu provoditi korištenjem videoanimacija, mikroskopiranjem preparata, kao i putem virtualnih alata za mikroskopiranje. Na isti način je moguće posmatrati različite faze mitoze i mejoze. Učenike/ce je potrebno potaknuti na demonstraciju praktičnih radova u laboratoriji služeći se mjernim i optičkim instrumentima, laboratorijskom opremom i IKT-om.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

U okviru izučavanja molekularne biologije učenici prikupljaju informacije o hemijskoj osnovi života, te se ti sadržaji mogu direktno povezati sa gradivom iz nastave Hemije, Kliničke biohemije, Bromatologije, kao i sa Fizikom u oblasti energija. Osnove citologije moguće je povezati sa nastavom Fizike iz oblasti optike, kao i predmeta Hematologija. Značajna je i korelacija sa dijelom nastave iz Informatike u okviru kojeg učenici uče crtati i praviti 3D prikaze.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Tematska cjelina molekularna biologija i osnove citologije pogodna je za razvoj sposobnosti kritike i samokritike, zatim sposobnosti analize, te sposobnosti stvaranja novih rješenja. Učenici mogu stvarati nova rješenja korištenjem psihomotoričkih kompetencija, kao što je korištenje instrumenata i laboratorijske opreme, kao i vještinom pisanja laboratorijskih vježbi. Također, u okviru ove oblasti moguć je razvoj saradnje, kreativnog učenja; samostalnog rada i metakognicije. Metakognitivno znanje je omogućeno strateškim znanjem, kao i samospoznajom o ulozi i važnosti anorganskih i organskih materija u ljudskom tijelu. Kompetencije koje se mogu razvijati iz ovih oblasti su korištenje informacijsko-komunikacijskih tehnologija, te komunikacijske kompetencije.

D

Čovjek, biološko i društveno biće (Genetika)

D.I.1

Razlikuje genotip i fenotip na nivou nukleinskih kiselina, gena, hromosoma i genoma.

Identificira glavna pitanja iz oblasti genetike.

Istražuje genotip i fenotip na primjerima u svom okruženju.

Razlikuje autosomalno i spolno vezano nasljeđivanje kod monogenskih osobina biljaka, životinja i čovjeka.

Objašnjava zakone nasljeđivanja i mehanizme izražavanja genotipa, fenotipa i nasljednih osobina pomoću Mendelovih zakona.

[BIO-4.2.2](#)

D.I.2

Prosudjuje o izvorima genske varijabilnosti (mutacije i rekombinacije) i mehanizme nastajanja genskih anomalija na temelju posmatranja i istraživanja.

Klasificira mutacije na osnovu količine zahvaćenog nasljednog materijala (genske, genomske i hromosomske).

Objašnjava mehanizme nastajanja genskih anomalija i uticaj okoline na manifestaciju genotipa na nivou fenotipskih osobina (modifikacije).

Objašnjava da rekombinacije i mutacije doprinose biodiverzitetu

Istražuje primjenu genetički modificiranih organizama i biotehnologije u svakodnevnim situacijama.

[BIO-4.2.1](#)

KLJUČNI SADRŽAJI

DNK-a, RNK-a, gen, genotip, fenotip, hromosomi (autosomi, heterosomi), mutacije, modifikacije, Mendelovi zakoni, Matične ćelije (stem cells) i rodoslovi.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Nastavni sadržaji iz tematske cjeline genetika trebaju omogućiti razumijevanje principa nasljeđivanja. Naglasiti razumijevanje životnih procesa na molekularnom nivou uz opis procesa i pojmova. Također, potrebno je istaći pojam varijabilnosti i zakone nasljeđivanja, te razlike između genotipa i fenotipa. Obradu ovih sadržaja provesti kroz aktivnosti samostalnog ili grupnog istraživanja varijabilnosti, izrade modela koji prikazuju mutacije DNK, te prikazivanje ukrštanja izradom aplikacija ili grafičkih prikaza.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Sadržaje genetike moguće je povezati sa nastavom Hemije i Fizike u dijelovima koji se odnose na građu nukleinskih kiselina, te faktorima koji utječu na pojavu mutacija. Značajna je i korelacija sa predmetom Matematika iz oblasti vjerovatnoće, te Informatike u okviru kojeg učenici/ce mogu praviti aplikacije ili grafičke prikaze ukrštanja.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji genetike pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

A

Zemlja prostor života (Evolucija)

A.I.1

Objašnjava uslove za postanak i razvoj života na planeti Zemlji kroz evolutivne epohe.

Identificira glavna pitanja iz oblasti evolucije.

Povezuje postanak Svemira, Sunčevog Sistema i planete Zemlje i nastanak života na Zemlji.

Objašnjava uslove postanka planete Zemlje i života na njoj opisujući evolucijski razvoj živog svijeta (paleontologija), kroz historijski razvoj evolucionih ideja.

Istražuje filogeniju živih bića kroz evolutivne epohe objašnjavajući tok evolucionih procesa u promjenjivim životnim uslovima Zemlje.

Diskutuje kako različiti evolucionni mehanizmi mijenjaju učestalost osobina u populaciji i utiču na evoluciju (genetički drift, selekcija, borba za opstanak).

BIO-1.1.4

A.I.2

Istražuje varijabilnost prostora i jedinki kao osnov evolutivnih promjena.

Objašnjava uslozljavanje građe organizama na filogenetskom stablu.

Razlikuje faktore i dokaze evolucije u evolucionim procesima.

Uspoređuje konvergentnu i divergentnu evoluciju.

BIO-1.2.4

A.I.3

Prikuplja i sistematizuje podatke iz različitih relevantnih izvora o biologiji.

Procjenjuje različite naučne izvore za istraživanje, raspravlja o dobivenim rezultatima i pravilno ih citira.

Upoređuje relevantne rezultate različitih istraživanja i prikupljenih dokaza u svrhu boljeg razumjevanja biologije kao nauke.

Argumentuje na primjerima prednosti i nedostatke naučnih rješenja u ekonomskom sektoru.

Kritikuje upotrebu i zloupotrebu nauke.

BIO-1.4.2

A.I.4 Argumentuje svoje zaključke o biologiji na osnovu rezultata istraživanja.	Postavlja hipotezu u cilju istraživanja o biologiji. Kreira istraživačko pitanje stavljajući u kontekst nezavisne, zavisne i kontrolne varijable. Formuliše ciljeve istraživanja o strukturnim i funkcionalnim osobinama organskih materija prema obrascu, koristeći se odgovarajućim metodama za prikupljanje i prikaz dobivenih podataka. Odabire metode istraživanja o biologiji koje će koristiti u eksperimentu. Diskutuje o dobivenim rezultatima eksperimenta (istraživanja), grafički prezentujući ih pomoću odgovarajućih (digitalnih) alata. Predlaže poboljšanja u dizajnu eksperimenta.
BIO-4.2.1	
A.I.5 Primjenjuje komunikacijske vještine u kontekstu biologije.	Objašnjava prirodne pojave, međudjelovanja i biološke procese koristeći stručnu terminologiju. Koristi dostupne tehnologije u sakupljanju, obradi i predstavljanju informacija. Tumači i koristi raznovrsna vizualna i opšta pomagala) riječi, grafikoni, tabele, simulacije, modele i video-snimke).
BIO-1.4.4	
A.I.6 Izvodi praktične radove za sticanje informacija i predstava o biologiji.	Koristi laboratorijsku opremu i izvodi eksperimente u laboratoriju u cilju istraživanja biologije. Primjenjuje pravila korištenja opreme i mjere opreza u laboratoriji u cilju istraživanja u biologiji. Koristi IKT za istraživanja u biologiji. Crta i obilježava dijagrame prema uputama nastavnika. Rješava zadatke iz genetike.
BIO-1.4.4	
KLJUČNI SADRŽAJI	

Evolucija, filogenija, evolucija čovjeka (antropogeneza), dokazi evolucije (uporedni, paleontološki, morfološki, embrionalni, molekularni), faktori evolucije, specijacija, izolacija, prirodna selekcija i kreacionizam.

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline– metodičke smjernice

U ovoj tematskoj cjelini naglasak staviti na opis postanka svemira i evoluciju života na Zemlji. Učenici trebaju razumjeti da je evolucija proces koji se događa i danas, te uočiti međuzavisnost organizama i životnih uslova pri nastanku novih vrsta. Aktivnosti provesti kroz prikaze brojnih fotografija i videozapisa na kojima će učenici moći pratiti razvoj svemira i Zemlje te promjenu životnih uslova na Zemlji. Učenici/ce mogu samostalno istražiti koji spojevi su morali nastati tokom hemijske evolucije da bi mogla započeti biološka evolucija. U dijelu koji se odnosi na prirodnu selekciju sažeti Darwinov rad i njegovu teoriju evolucije, te interpretirati primjere koji su pomogli Darwinu da dođe do svojih zaključaka. Staviti u odnos dokaze evolucije, faktore evolucije te razvoj i raznolikost živoga svijeta. Učenike potaći na razmišljanje o tome na koje načine čovjek utječe na evolucijske promjene.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Gradivo iz evolucije moguće je povezati sa sadržajima iz Historije, Geografije i Hemije. Također, ovu oblast je moguće upoređivati sa svim segmentima i aktivnostima u kojima se vrši plansko i hijerarhijsko razvrstavanje.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji evolucije pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

B

Povezanost struktura i funkcija živih bića.

C

Struktura i fiziologija organizama, pretvaranje materije i energije (Anatomija, morfologija, histologija i fiziologija biljaka)

B.C.II.1

Povezuje pojavu novih osobina sa promjenom složenosti organizacijskih nivoa u biljnom organizmu.

Identificira glavna pitanja iz oblasti anatomije, morfologije, histologije i fiziologije biljaka.

Organizira biljne organizme po nivoima složenosti (od ćelijskih struktura do biljnog organizma) .

Povezuje anatomsku građu biljnih organa i organskih sistema sa njihovom morfološkom i fiziološkom funkcijom.

Analizira anatomsku i morfološku građu, funkciju i važnost organa i organskih sistema kod biljaka (vegetativni i reproduktivni organ kod biljaka).

BIO-2.1.1

B.C.II.2

Prosudjuje o pojavama, procesima i međuodnosima biljnih organizama na temelju posmatranja i istraživanja.

Povezuje značaj vode i njenu ulogu u fiziološkim procesima koji se odvijaju u biljkama.

Argumentuje značaj fizioloških procesa za autotrofne i heterotrofne organizme.

Povezuje značaj fizioloških procesa u biljkama sa svakodnevnim potrebama živih bića.

BIO-3.1.2

B.C.II.3

Izvodi praktične radove za sticanje informacija o fiziologiji, histologiji, anatomiji i morfologiji biljaka.

Koristi laboratorijsku opremu primjenjujući pravila korištenja opreme u laboratoriji u cilju istraživanja fiziologije, histologije, anatomije i morfologije biljaka.

Izvodi eksperimente primjenjujući mjere opreza prilikom izvođenja praktičnih radova iz oblasti fiziologije, histologije, anatomije i morfologije biljaka prema uputama nastavnika.

Crta i označava građu biljne ćelije, biljnih tkiva, vegetativnih, generativnih organa, mitohondrija i hloroplasta.

Koristi simulacijske softvere za istraživanje iz oblasti anatomije, histologije i fiziologije biljaka.

BIO-2.4.4

KLJUČNI SADRŽAJI

Biljna ćelija, tvorna i trajna tkiva, vegetativni organi biljke, generativni organi, vodeni režim, transpiracija, fotosinteza, hloroplast, ćelijsko disanje, aerobno i anaerobno ćelijsko disanje, apsorpcija, transport i distribuciju vode, rast, razmnožavanje i oplodnja.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

U ovoj tematskoj cjelini je neophodno naglasiti razlike između biljne i životinjske ćelije koristeći se mikroskopskim preparatima, modelima ćelija, grafičkim i video prikazima. Strukturalne razlike je neophodno povezati sa fiziologijom. Budući da su učenici ranije upoznati sa osnovama fotosinteze, ovdje je neophodno istaći tok fotohemijskih reakcija sa aspekta reakcija ovisnih i neovisnih o svjetlu. Uz ranije istaknutu mikroskopiju, preporučljivo je redovito izvođenje laboratorijskih vježbi kao što su dokazivanje fotosinteze, dokazivanje transpiracije, vodni režim biljaka i ćelijsko disanje. Učenike je potrebno potaknuti na samostalan rad.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Fotosintezu i ćelijsko disanje povezati sa sadržajima iz Hemije kao što su poznavanje najvažnijih hemijskih procesa kruženja ugljika u prirodi (spaljivanje fosilnih goriva, požari, razgradnja organskih materija, otapanje krečnjačkih stijena, vulkanske erupcije) te sa povećanjem emisije ugljikovog dioksida u atmosferu što uzrokuje promjene klimatskih uslova gdje je neophodna korelacija sa Geografijom. Sadržaj je moguće povezati i sa predmetima Bromatologija, Klinička biohemija, Farmakognozija itd.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji građe i funkcije biljaka pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

B

Povezanost struktura i funkcija živih bića.

C

Struktura i fiziologija organizama, pretvaranje materije i energije.

D

Čovjek, biološko i društveno biće (Fiziologija, histologija, morfologija i anatomija životinja i čovjeka)

B.C.D.II.1

Povezuje pojavu novih osobina sa promjenom složenosti organizacijskih nivoa kod životinjskih organizama.

Identificira glavna pitanja iz oblasti anatomije, morfologije, histologije i fiziologije životinja i čovjeka.

Objašnjava organizacione nivoe shodno njihovoj složenost kod životinjskih organizama (ćelije, tkiva, organi, organski sistemi).

Povezuje anatomsku građu svih nivoa složenosti životinjskog organizma sa njihovom morfologijom i fiziologijom.

Upoređuje organske sisteme kod različitih taksonomskih kategorija životinjskih organizama.

[BIO-2.1.2](#)

B.C.D.II.2

Analizira složenost organizacijskih nivoa čovjeka.

Povezuje građu i funkciju životinjske ćelije, tkiva, organa i organskih sistema na anatomskom i fiziološkom nivou.

Upoređuje usložnjavanje građe organa i organskih sistema kod čovjeka.

Istražuje funkciju različitih životinjskih tkiva i organa na konkretnim primjerima.

Istražuje značaj uzgajanja tkiva u laboratorijskim uslovima i njihove transplantacije

[BIO-2.1.1](#) [BIO-2.1.2](#)

B.C.D.II.3

Procjenjuje značaj održavanja mehanizma regulacije homeostaze na nivou ćelije i organizma, kao i posljedice njegovog narušavanja.

Objašnjava regulacijske mehanizme povratne sprege održavanja homeostaze na nivou ćelija, organa i organskih sistema.

Povezuje mehanizam homeostaze na nivou ćelija i organa sa organskim sistemima.

Istražuje poremećaje homeostaza na primjerima.

[BIO-2.1.4](#)

B.C.D.II.4 Procjenjuje stavove koji doprinose vlastitom zdravlju i stavove koji doprinose spolnosti i humanizaciji među polovima.	Istražuje uticaj štetnih materija na život čovjeka, biljaka i životinja. Raspravlja o odgovornom spolnom ponašanju partnera. Predlaže i provodi preventivne mjere higijene za očuvanje zdravlja čovjeka. Primjenjuje znanja i postupke o mjerama zaštite od različitih vrsta toksikomanije. Raspravlja o ravnopravnosti na tržištu rada bez obzira na spol, rasu ili religijsku pripadnost.
BIO-4.3.2	
B.C.D.II.5 Izvodi praktične radove za sticanje predstava o anatomiji, fiziologiji i morfologiji čovjeka i životinja.	Koristi laboratorijsku opremu primjenjujući pravila korištenja opreme u laboratoriji u cilju istraživanja fiziologije, histologije, anatomije i morfologije životinja. Izvodi praktične radove iz oblasti fiziologije, histologije, anatomije i morfologije životinja primjenjujući mjere opreza. Koristi odgovarajuće softvere za virtuelnu disekciju organa.
BIO-2.4.4	

KLJUČNI SADRŽAJI

Organ, organski sistem, organizam, kožni sistem, nervni sistem, endokrini sistem, skeletni sistem, mišićni sistem, probavni sistem, cirkulatorni sistem, respiratorni sistem, reproduktivni sistem, bolesti i zaštita organskih sistema.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

U ovoj tematskoj cjelini potrebno je naglasak staviti na usložnjavanje organizma od nivoa ćelije do sistema organa. Nadalje je neophodno povezati rad organa u okvirima sistema organa sa održavanjem stalnih uslova u tijelu, te opisati građu i ulogu sistema organa i vitalnih organa u cilju održavanja života. Preporučuje se izvođenja aktivnosti kao što su: mikroskopiranje životinjskih tkiva, disekcija životinjskih organizama itd. U navedenom kontekstu moguće je istraživati uticaj različitih faktora na zdravlje čovjeka i životinja. Određeni ishodi se mogu postići i uvježbavanjem osnovnih postupaka prve pomoći.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacij

Najviši stepen korelacije ove tematske cjeline ogleda se vezi sa predmetom Anatomija i fiziologija čovjeka. Značajne su i veze sa nastavom Hemije, Fizike i drugih predmeta koji u svom programskom sadržaju imaju poveznice sa zdravljem. Moguća je i korelacija sa dijelom nastave iz Informatike u okviru kojeg se učenici mogu služiti animacijama i aplikacijama za proučavanje različitih organskih sistema. Poveznica je i sa Latinskim jezikom u svrhu razumijevanja latinskih naziva.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji ove tematske cjeline pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

A

Zemlja prostor života (Ekologija)

A.II.1

Procjenjuje strukturnu i funkcionalnu povezanost organizama i sredine.

Identificira glavna pitanja iz oblasti ekologije.

Istražuje uticaje abiotičkih i biotičkih ekoloških faktora na funkcionalne i hijerarhijske veze između organizama.

Povezuje životne forme na Zemlji sa promjenama životne sredine.

Objašnjava položaj organizama u prometu materije i protoku energije u vodenim i vazдушnim ekosistemima (trofički nivoi).

Analizira društveno i biološko ponašanje, kao i njihove veze, u okviru teritorijalnosti vrsta.

Procjenjuje kako stanje ekosistema utiče na kvalitet života (zagađenost zraka, tla i vode).

BIO-1.2.2

A.II.2

Analizira racionalno korištenje prirodnih energetske resursa u cilju njihovog očuvanja i unapređenja održivog razvoja.

Upoređuje obnovljive i neobnovljive izvore energije u prirodi objašnjavajući značaj njihovog očuvanja.

Razlikuje zagađivače geobiosfere koji su važni za očuvanje životne sredine.

Raspravlja o štetnim antropogenim uticajima na sve dijelove geobiosfere.

Raspravlja o značajnim otkrićima ekologije koja su unaprijedila održivi razvoj.

Prosudjuje o značaju održivog razvoja za opštu dobrobit.

BIO-1.3.5

A.II.3 Izvodi praktične radove za sticanje informacija i predstava o ekologiji i zaštiti okoliša.	Koristi zakonom definisane mjere zaštite u svojoj okolini u okviru multidisciplinarnih projekata zaštite okoliša. Koristi opremu u svrhu istraživanja ekologije, primjenjujući pravila i mjere opreza korištenja opreme, prema zadatom protokolu. Izvodi praktične radove iz oblasti ekologije primjenjujući mjere opreza. Raspravlja o mjerama zaštite i konzervaciji prirode.
BIO-1.4.4	Istražuje područja u Bosni i Hercegovini koja bi trebala biti zaštićena.
A.II.4 Prikuplja podatke iz različitih relevantnih izvora.	Koristi podatke iz različitih izvora o održivom razvoju (naučni časopisi, naučni radovi, udžbenici). Istražuje značajna otkrića iz oblasti histologije, anatomije, morfologije, fiziologije biljaka, životinja i čovjeka, te ekologije i stavlja ih u kontekst ističući posljedice otkrića koja su promijenila nauku. Procjenjuje različite naučne izvore za istraživanje, raspravlja o dobivenim rezultatima i pravilno ih citira.
BIO-1.4.1 BIO-1.4.2 BIO-1.4.3	Argumentuje na primjerima prednosti i nedostatke naučnih rješenja u ekonomskom sektoru.
A.II.5 Argumentuje svoje zaključke o biologiji na osnovu rezultata istraživanja.	Postavlja hipotezu u cilju istraživanja o biologiji. Kreira istraživačko pitanje stavljajući u kontekst nezavisne, zavisne i kontrolne varijable. Formuliše ciljeve istraživanja o strukturnim i funkcionalnim osobinama organskih materija prema obrascu, koristeći se odgovarajućim metodama za prikupljanje i prikaz dobivenih podataka. Odabire metode istraživanja o strukturnim i funkcionalnim osobinama žive i nežive prirode koje će koristiti u eksperimentu. Diskutuje o dobivenim rezultatima eksperimenta (istraživanja), prezentujući ih pomoću odgovarajućih (digitalnih) alata. Predlaže poboljšanja u dizajnu eksperimenta.
A.II.6 Primjenjuje komunikacijske vještine u kontekstu biologije.	Objašnjava prirodne pojave, međudjelovanja i procese koristeći stručnu terminologiju. Koristi dostupne tehnologije u sakupljanju, obradi i predstavljanju informacija. Tumači i koristi raznovrsna vizualna i opšta pomagala) riječi, grafikoni, tabele, simulacije, modele i video-snimke).
BIO-1.4.4	

KLJUČNI SADRŽAJI

Ekologija, biotop, biocenoza, ekosistem, biom, biosfera, ekološki faktori, zagađenje i degradacija životne sredine, mezokosmos, obnovljivi i neobnovljivi izvori energije, aerozagađenje, hidrozagađanje, polucija tla i mjere zaštite.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Za što kvalitetnije usvajanje i razumijevanje biodiverziteta, važnosti pojedinačnih vrsta u ekosistemima, kvalitativne i kvantitativne strukture životnih zajednica preporučuju se aktivnosti izvođenja terenske nastave u krugu škole i šire, posmatranje vrsta biljaka i životinja koje se tu nalaze, te njihovo bilježenje u posebno pripremljene formulare. Ove aktivnosti u slučaju nemogućnosti izvođenja učenika u prirodu mogu se provoditi i prikazivanjem odgovarajućih video sadržaja na temu biodiverziteta. Ovime se treba razvijati bazično razumijevanje raznolikosti u životnoj sredini. Nastavne sadržaja vezane za ovu cjelinu moguće je realizirati kroz terensku nastavu u nekoj životnoj zajednici, a rezultati se mogu uporediti s primjerima iz drugih životnih zajednica. Do podataka se može doći na dodatnoj terenskoj nastavi ili pretraživanjem literature i pronalaženjem zanimljivosti o različitim organizmima. Aktivnosti provesti kroz istraživanje međusobne kompeticije organizama u zadovoljavanju osnovnih životnih potreba (biljke za svjetlost, prostor, vodu i materije iz tla, a životinje za stanište, hranu i partnere za razmnožavanje). Hranidbeni odnosi u životnoj zajednici mogu se obraditi na nekoliko primjera mreža ishrane. Primjere mutualizma različitih organizama obraditi bez uvođenja stručnih naziva (sa stajališta korisnosti - za oba organizma ili samo za jedan, odnosno korisnost jednomu znači štetu drugomu), a principe parazitskog načina života objasniti na poznatim primjerima iz učeničke okoline, te povezati s pravilnim održavanjem higijene. Moguće je koristiti i mezokozmički sistem sa ciljem simuliranja uvjeta stvarnog okoliša.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Sadržaje povezati sa nastavom Geografije, te realizirati terensku nastavu u koordinaciju sa ovim predmetom. U nekim slučajevima moguće je povezati sadržaje sa nastavom Hemije, Matematike i Statistike kroz aktivnosti prikupljanja i obrade podataka tokom izučavanja ekologije i zaštite životne sredine. Kroz sve teme iskoristiti povezanost sa Informatikom.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

A

Zemlja prostor života.

D

Čovjek, biološko i društveno biće (Biosistematika mikroorganizama, gljiva i biljaka)

A.D.III.1

Analizira građu i patogenost mikroorganizama.

Identificira glavna pitanja iz oblasti mikrobiologije.

Objašnjava građu mikroorganizama.

Razlikuje osnovne kategorije mikroorganizama.

Objašnjava funkciju i sastav mikrobiološke flore pojedinih organskih sistema čovjeka.

Analizira mehanizme imunizacije protiv patogenih mikroorganizama.

Objašnjava položaj i ulogu mikroorganizama u biosferi, kruženju materije i protjecanju energije na Zemlji i njihovo značenje za čovjeka.

[BIO-4.3.1](#)

A.D.III.2

Povezuje pojavu novih osobina sa promjenom složenosti organizacijskih nivoa mikroorganizama, gljiva i biljaka.

Definiše biosistematiku, taksonomiju i klasifikaciju kao nauke i određuje njihovo područje istraživanja

Određuje biosistematsku pripadnost mikroorganizama, gljiva i biljaka primjenjujući načela klasifikacije živog svijeta

Istražuje endeme, autohtone i reliktnne vrste gljiva i biljaka u Bosni i Hercegovini na fotografijama i u prirodi procjenjujući njihovu važnost (Crvena knjiga).

Raspravlja o uzrocima i posljedicama ugrožavanja biodiverziteta i predlaže mjere zaštite.

[BIO-1.3.4](#)

A.D.III.3

Povezuje uticaj patogenih predstavnika različitih taksonomskih kategorija na zdravlje ljudi.

Identificira patogene predstavnike različitih taksonomskih kategorija.

Istražuje uticaj patogenih predstavnika različitih taksonomskih kategorija na zdravlje čovjeka.

Primjenjuje mjere zaštite od patogenih predstavnika različitih taksonomskih kategorija na zdravlje čovjeka, preporučenim od strane nadležnih organa.

Uviđa posljedice svojih i tuđih stavova/postupaka/izbora.

[BIO-4.3.1](#)

Prihvata društvenu odgovornost vezanu za mjere zaštite.

A.D.III.4 Izvodi praktične radove za sticanje informacija i predstava o biosistematici mikroorganizama, gljiva i biljaka.	Izrađuju tabelarni prikaz podataka dobivenih istraživanjem evolutivnog usložnjavanja plana građe biljaka. Samostalno identifikuje biljne organizme koristeći se ključem za identifikaciju. Koristi laboratorijsku opremu primjenjujući pravila korištenja opreme u laboratoriji u cilju istraživanja biosistematike mikroorganizama, gljiva i biljaka. Izvodi praktične radove iz oblasti biosistematike biljaka prema uputama nastavnika primjenjujući mjere opreza.
BIO-1.4.4	Koristi odgovarajuće softvere za klasifikaciju biljaka.

KLJUČNI SADRŽAJI

Klasifikacija, taksonomija, endemi, kladogram, virusi, bakterije, alge, gljive, lišajevi, mahovine, papratnjače, golosjemenjače, skrivenosjemenjače, autohtone vrste, reliktno vrste, endemične vrste, patogeni organizmi, patogenost.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Iz oblasti biosistematike učenici/ce treba da shvate smisao sistematike u sagledavanju raznovrsnosti živog svijeta, te razumiju hijerarhijski odnos sistematskih kategorija. U okviru toga treba da usvoje principe klasifikacije, pojmove: evolutivna srodnost, sistematika, sistematske kategorije, takson, vrsta, binarna nomenklatura, filogenija i biodiverzitet. Realizacija rada učenika/ca može se postići korištenjem adekvatnih primjera za razumijevanje hijerarhijske organizacije sistematskih kategorija i razlike između sistematske kategorije i taksona. Također, primjena ilustrativne metode u uporednom prikazu taksonomskog i filogenetskog aspekta sistematike može poslužiti u ostvarivanju ciljeva. Ove aktivnosti je moguće dopuniti sa izradom jednostavnih kladograma. Određeni ishodi se mogu postići i izradom herbarijuma (od prirodnog materijala ili digitalni).

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Gradivo iz biosistematike moguće je povezati sa sadržajima iz Matematike kao što su skupovi. Također, ovu oblast je moguće upoređivati sa svim segmentima i aktivnostima u kojima se vrši plansko i hijerarhijsko razvrstavanje. Makrokonceptijski ova tematska cjelina korelira i sa nizom stručnih predmeta kao što su: Zarazne bolesti, Osnove higijene i zdravstvene njege, Mikrobiologija i parazitologija, Farmakognozija itd.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji biosistematike pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

A

Zemlja prostor života.

D

Čovjek, biološko i društveno biće (Biosistematika životinja)

A.D.III.1

Povezuje pojavu novih osobina sa promjenom složenosti organizacijskih nivoa kod životinjskih organizama.

Identificira glavna pitanja iz oblasti biosistematike životinja.

Određuje biosistematsku pripadnost životinja primjenjujući načela klasifikacije živog svijeta.

Istražuje endeme, autohtone i reliktnne vrste životinja u Bosni i Hercegovini na fotografijama i u prirodi procjenjujući njihovu važnost (Crvena knjiga).

Raspravlja o uzrocima i posljedicama ugrožavanja biodiverziteta i predlaže mjere zaštite.

BIO-2.1.2

A.D.III.2

Objašnjava uticaj patogenih predstavnika različitih taksonomskih kategorija na čovjeka.

Identificira patogene predstavnike različitih taksonomskih kategorija životinja.

Istražuje patogene predstavnike različitih taksonomskih kategorija životinja i njihov uticaj na zdravlje čovjeka.

Primjenjuje mjere zaštite od patogenih predstavnika različitih taksonomskih kategorija na zdravlje čovjeka, predloženim od nadležnih organa.

BIO-1.2.1

A.D.III.3

Analizira obrasce ponašanja različitih taksonomskih kategorija životinja.

Identificira glavna pitanja iz oblasti etologije.

Razlikuje urođena od stečenih ponašanja.

Opisuje prilagodbe u ponašanju životinja s obzirom na promjene životnih uslova.

A.D.III.4

Izvodi praktične radove za sticanje informacija o biosistematici životinja.

Koristi opremu u svrhu identifikacije životinjskih vrsta primjenjujući pravila i mjere opreza korištenja opreme, prema uputama nastavnika.

Izvodi eksperimente primjenjujući mjere opreza prilikom izvođenja praktičnih radova iz oblasti biosistematike životinja.

Kreira tabelarni prikaz evolutivnog usložnjavanja plana građe životinja na osnovu prikupljenih podataka.

Identifikuje organizme na fotografijama ili u prirodi koristeći se ključem za determinaciju.

Kreira etogram.

KLJUČNI SADRŽAJI

Klasifikacija, taksonomija, binarna nomenklatura, taksonomske kategorije, praživotinje, spužve, dupljari, pljosnate gliste, oble gliste, člankovite gliste, mekušci, zglavkari, bodljokošci, hordati, kolouste, ribe, vodozemci, gmizavci, ptice i sisari.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

U okviru biosistematike životinja učenicima objasniti principe klasifikacije kroz prikaz srodnosti različitih organizama na različitim nivoima sistematskih kategorija. Naglasak staviti na razvrstavanje različitih životinjskih vrsta u više sistematske kategorije prema karakterističnim svojstvima. U ovom dijelu istaći i utjecaj čovjeka na bioraznolikost i uravnoteženo stanje u prirodi kroz diskusiju. Učenike potaći na izradu razvojnog stabla živog svijeta, te njihove razvrstavanje. Prilikom obrade evolucije slikovito prikazati srodnost različitih organizama. Aktivnosti provesti kroz izradu kladograma. Ukazati na zajedničko porijeklo svih živih bića. Učenici će raditi mnogobrojne disekcije koje budu dostupne nastavnicima pri čemu će unaprijedivati svoje vještine.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Gradivo iz biosistematike moguće je upoređivati sa svim segmentima i aktivnostima u kojima se vrši plansko i hijerarhijsko razvrstavanje organizama. Oblast biosistematike ostvaruje korelaciju sa Geografijom koja će im pomoći u razumijevanju naseljenosti životinjskih organizama na osnovu tipa zemljišta koje naseljavaju, klimatske faktore koji vladaju u određenom području itd. Poveznica je i sa Latinskim jezikom u svrhu razumijevanja latinskih naziva za pojmove u oblasti biosistematike životinja.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji biosistematike pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

D

Čovjek, biološko i društveno biće (Genetičko inženjerstvo i biotehnologija)

D.III.1

Raspravlja o osnovnim metodama klasične i moderne biotehnologije i genetičkog inženjerstva.

Identificira glavna pitanja iz oblasti genetičkog inženjerstva i biotehnologije.

Razlikuje tipove kloniranja na različitim nivoima građe organizma (gen, hromosom, genom).

Povezuje biotehnološke postupke u kružni tok energije u privredi koristeći principe održivog razvoja.

Povezuje biotehnologiju sa dobrobitima za čovječanstvo i održivi razvoj.

Raspravlja o mogućim negativnim posljedicama biotehnologije (kloniranje, genetski inženjering) na prirodu.

Objašnjava izučavanje i unapređenje bioetike.

D.III.2

Izvodi praktične radove iz genetičkog inženjerstva i biotehnologije.

Izvodi eksperimente u cilju istraživanja genetičkog inženjerstva i biotehnologije.

Samostalno koristi laboratorijsku opremu primjenjujući pravila korištenja opreme i mjera opreza u laboratoriji.

Kreira mapu uma za postupke i metode biotehnologije u svrhu dobijanje novih osobina (rekombinantna DNK).

Koristi simulacijske softvere za istraživanje genetičkog inženjerstva i biotehnologije.

Kreira restrikcijsku mapu.

D.III.3

Prikuplja i sistematizuje podatke iz različitih relevantnih izvora iz oblasti genetičkog inženjerstva i biotehnologije.

Koristi podatke iz različitih izvora za istraživanje iz oblasti biosistematike biljaka, životinja, genetičkog inženjerstva i biotehnologije (naučni časopisi, naučni radovi, udžbenici.).

Istražuje značajna otkrića iz oblasti biosistematike biljaka, životinja, genetičkog inženjerstva i biotehnologije, stavlja ih kontekst ističući posljedice otkrića koja su promijenila nauku (E.coli se koristi za proizvodnju humanog inzulina).

Procjenjuje različite naučne izvore za biosistematike biljaka, životinja istraživanje genetičkog inženjerstva i biotehnologije, raspravlja o dobivenim rezultatima i pravilno ih citira.

D.III.4 Argumentuje svoje zaključke o biologiji.	Postavlja hipotezu za istraživanja iz oblasti biologije. Kreira istraživačko pitanje stavljajući u kontekst nezavisne, zavisne i kontrolne varijable. Formuliše ciljeve istraživanja u biologiji prema obrascu, koristeći se odgovarajućim metodama za prikupljanje i prikaz dobivenih podataka. Odabire metode istraživanja u biologiji koje će koristiti u eksperimentu. Diskutuje o dobivenim rezultatima eksperimenta (istraživanja), prezentujući ih pomoću odgovarajućih (digitalnih) alata.
D.III.5 Primjenjuje osnovne metode statističke analize u biologiji.	Stavlja u odnos metodologiju istraživačkog rada i biostatistiku. Koristi metode deskriptivne i inferencijalne statistike. Prepoznaje primjere statističke analize.
D.III.6 Primjenjuje komunikacijske vještine u kontekstu biologije.	Objašnjava prirodne pojave, međudjelovanja i biološke procese koristeći stručnu terminologiju. Koristi dostupne tehnologije u sakupljanju, obradi i predstavljanju informacija. Tumači i koristi raznovrsna vizualna i opšta pomagala (riječi, grafikoni, tabele, simulacije, modele i video-snimke).

KLJUČNI SADRŽAJI

Genetičko inženjerstvo, biotehnologija, gensko inženjerstvo, kloniranje DNK-a, vektori, hromosomsko inženjerstvo, gensko inženjerstvo.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

U ovoj tematskoj cjelini prvo je potrebno provesti diskusiju sa učenicima o historiji naučnih otkrića, a podložnost naučnih objašnjenja, teorija i modela objasniti na primjeru centralne dogme. Važno je naglasiti značaj naučnih dostignuća i njihovu primjenu u različitim oblastima. Istovremeno je potrebno diskutovati o opravdanosti istraživanja na različitim organizmima, korištenju matičnih ćelija, genetičkom inženjerstvu, liječenju genskom terapijom, korištenju virusa u biotehnologiji, te mogućnostima biotehnologije za povećanje ekonomičnosti (povećanje prinosa u poljoprivredi). Učenike je potrebno potaknuti na samostalan rad kroz laboratorijske vježbe na primjerima kao što su pravljenje hljeba ili dobivanje jogurta iz mlijeka.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Nastavne sadržaje iz cjeline Genetičko inženjerstvo i biotehnologija moguće je povezati sa gradivom iz ostalih prirodnih predmeta kao što je Hemija (proces fermentacije). Značajna je i korelacija sa predmetom Informatika u dijelu koji se odnosi na bioinformatiku. Pored toga moguće je povezati sadržaj i sa predmetima Zdravstvena psihologija i etika, kao i Statistika.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji genetike i genetičkog inženjerstva pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

► Srednje ► IV.

Godine učenja i podučavanja predmeta: 8

A

Zemlja prostor života.

D

Čovjek, biološko i društveno biće (Antropologija)

A.D.IV.1

Kritikuje antropocentrični pogled na svijet.

Identificira glavna pitanja iz oblasti antropologije.

Raspravlja o relacijama antropologije u sistemu prirodnih i društvenih nauka.

Raspravlja o antropocentrizmu.

Argumentuje o rasizmu i drugim oblicima diskriminacije.

Identificira futurološka pitanja biologije čovjeka.

[BIO-1.3.2](#) [BIO-1.3.3](#)

A.D.IV.2

Prosudjuje o promjenljivosti savremenog čovjeka.

Objašnjava varijabilnost prostora i jedinki kao osnov antropogeneze.

Stavlja u odnos uzrok i nastanak novih osobina.

Analizira proces hominizacije.

Objašnjava biotipologiju čovjeka.

[BIO-1.2.4](#)

A.D.IV.3

Izvodi praktične radove za sticanje predstava o antropologiji.

Koristi opremu u svrhu istraživanja antropologije i evolucije, primjenjujući pravila i mjere opreza korištenja opreme, prema zadatom protokolu.

Izvodi antropometrijska mjerenja.

Koristi IKT za istraživanje prirodne selekcije kako bi stekao predstavu o antropologiji.

Koristi IKT za istraživanje eksperimenta koji se odnosi na industrijski melanizam sa leptirima na tamnoj i svijetloj podlozi.

[BIO-4.4.4](#)

A.D.IV.4 Prikuplja i sistematizuje podatke iz različitih relevantnih izvora.	Istražuje značajna otkrića iz oblasti, stavlja ih u kontekst ističući posljedice otkrića koja su promijenila nauku. Procjenjuje različite naučne izvore za istraživanje, raspravlja o dobivenim rezultatima i pravilno ih citira. Upoređuje relevantne rezultate različitih istraživanja i prikupljenih dokaza u svrhu boljeg razumjevanja filogenije živih bića i čovjeka. Argumentuje na primjerima prednosti i nedostatke naučnih rješenja u ekonomskom sektoru.
BIO-1.4.2	
A.D.IV.5 Argumentuje svoje zaključke o antropologiji.	Postavlja hipotezu za istraživanja iz oblasti antropologije. Kreira istraživačko pitanje stavljajući u kontekst nezavisne, zavisne i kontrolne varijable. Formuliše ciljeve istraživanja prema obrascu, koristeći se odgovarajućim metodama za prikupljanje i prikaz dobivenih podataka. Odabire metode istraživanja koje će koristiti u eksperimentu. Diskutuje o dobivenim rezultatima eksperimenta (istraživanja), prezentujući ih pomoću odgovarajućih (digitalnih) alata.
BIO-4.4.2	
A.D.IV.6 Primjenjuje komunikacijske vještine u kontekstu biologije.	Objašnjava prirodne pojave, međudjelovanja i biološke procese koristeći stručnu terminologiju. Koristi dostupne tehnologije u sakupljanju, obradi i predstavljanju informacija. Tumači i koristi raznovrsna vizualna i opšta pomagala) riječi, grafikoni, tabele, simulacije, modele i video-snimke).
KLJUČNI SADRŽAJI	

Antropologija, antropogeneza, antropocentrizam, mišljenje, svijest, inteligencija, varijabilnost, filogenija, ontogeneza, rast, razvoj i rasizam.

1. Mogućnost efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline - metodičke smjernice

Tematska cjelina antropologija treba da omogući bolje razumjevanje položaja čovjeka u prirodi. U dijelu koji se odnosi na proces hominizacije potrebno je naglasiti vezu između nervnog sistema i razvoja mišljenja i svijesti. Preporučljivo je sa učenicima provesti diskusiju na temu međupopulacijskih razlika i ljudske rase, te se u tom kontekstu referirati i na pojam diskriminacije. Za što kvalitetnije usvajanje i razumijevanje faktora promjenljivosti recentnog čovjeka, učenici mogu određivati kvalitativna nasljedna svojstva (boja očiju, boja kose, pigmentacija lica, dlakavost srednje falange prstenjaka, forma kose, ušne resice, brade dužina prstiju itd). Antropometrijska mjerenja se kroz vježbe mogu koristiti i za determinaciju biotipologije učenika. Pored navedenog, preporučuje se upotreba video priloga, simulacija, modela i istraživanja literature.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti - međupredmetne korelacije

Sadržaje antropologije moguće je povezati sa nastavom Matematike u dijelovima koji se odnose na konstitucijsku biotipologiju. Značajna je i korelacija sa sadržajima iz Sociologije i Zdravstvene psihologije i etike.

3. Mogućnost odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – pristup

Nastavni sadržaji antropologije pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

Srednja škola – dvije godine učenja

► Srednje ► I.

Godine učenja i podučavanja predmeta: 5

A

Zemlja prostor života (Ekologija i zaštita životne sredine)

A.I.1

Procjenjuje strukturnu i funkcionalnu povezanost organizama i sredine.

Identificira svrhu proučavanja biologije i njenih područja pravilno koristeći stručnu terminologiju.

Istražuje uticaje abiotičkih i biotičkih ekoloških faktora na funkcionalne i hijerarhijske veze između organizama.

Povezuje životne forme na Zemlji sa promjenama životne sredine.

Objašnjava položaj organizama u prometu materije i protoku energije u vodenim i vazdušnim ekosistemima (trofički nivoi).

Procjenjuje kako stanje ekosistema utiče na kvalitet života (zagađenost zraka, tla i vode).

Raspravlja o uzrocima i posljedicama ugrožavanja biodiverziteta i predlaže mjere zaštite.

BIO-1.2.2

A.I.2

Analizira racionalno korištenje prirodnih energetske resursa u cilju njihovog očuvanja i unapređenja održivog razvoja.

Upoređuje obnovljive i neobnovljive izvore energije u prirodi objašnjavajući značaj njihovog očuvanja.

Razlikuje zagađivače geobiosfere koji su važni za očuvanje životne sredine.

Raspravlja o štetnim antropogenim uticajima na sve dijelove geobiosfere.

Prosuđuje o značaju održivog razvoja za opštu dobrobit.

BIO-1.3.5

A.I.3

Izvodi praktične radove za sticanje informacija i predstava o organizmima i njihovoj sredini.

Koristi zakonom definisane mjere zaštite u svojoj okolini u okviru multidisciplinarnih projekata zaštite okoliša.

Koristi opremu u svrhu istraživanja ekologije, primjenjujući pravila i mjere opreza korištenja opreme, prema zadatom protokolu.

Izvodi praktične radove iz oblasti ekologije primjenjujući mjere opreza.

Raspravlja o mjerama zaštite i konzervaciji prirode.

Istražuje područja u Bosni i Hercegovini koja bi trebala biti zaštićena

KLJUČNI SADRŽAJI

Ekologija, populacija, biotop, biocenoza, ekosistem, biom, biosfera, ekološki faktori, biogeochemijski ciklusi, zagađenje i degradacija životne sredine, mezokosmos, obnovljivi i neobnovljivi izvori energije, aerozagađenje, hidrozagađenje, polucija tla i mjere zaštite.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Za što kvalitetnije usvajanje i razumijevanje biodiverziteta, važnosti pojedinačnih vrsta u ekosistemima, kvalitativne i kvantitativne strukture životnih zajednica preporučuju se aktivnosti izvođenja terenske nastave u krugu škole i šire, posmatranje vrsta biljaka i životinja koje se tu nalaze, te njihovo bilježenje u posebno pripremljene formulare. Ove aktivnosti u slučaju nemogućnosti izvođenja učenika u prirodu mogu se provoditi i prikazivanjem odgovarajućih video sadržaja na temu biodiverziteta. Ovime se treba razvijati bazično razumijevanje raznolikosti u životnoj sredini. Nastavne sadržaja vezane za ovu cjelinu moguće je realizirati kroz terensku nastavu u nekoj životnoj zajednici, a rezultati se mogu uporediti s primjerima iz drugih životnih zajednica. Do podataka se može doći na dodatnoj terenskoj nastavi ili pretraživanjem literature i pronalaženjem zanimljivosti o različitim organizmima. Aktivnosti provesti kroz istraživanje međusobne kompeticije organizama u zadovoljavanju osnovnih životnih potreba (biljke za svjetlost, prostor, vodu i materije iz tla, a životinje za stanište, hranu i partnere za razmnožavanje). Hranidbeni odnosi u životnoj zajednici mogu se obraditi na nekoliko primjera mreža ishrane. Primjere mutualizma različitih organizama obraditi bez uvođenja stručnih naziva (sa stajališta korisnosti - za oba organizma ili samo za jedan, odnosno korisnost jednomu znači štetu drugomu), a principe parazitskog načina života objasniti na poznatim primjerima iz učeničke okoline, te povezati s pravilnim održavanjem higijene. Moguće je koristiti i mezokozmički sistem sa ciljem simuliranja uvjeta stvarnog okoliša.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Sadržaje povezati sa nastavom Geografije, te realizirati terensku nastavu u koordinaciju sa ovim predmetom. U nekim slučajevima moguće je povezati sadržaje sa nastavom Hemije i Matematike kroz aktivnosti prikupljanja i obrade podataka tokom izučavanja ekologije i zaštite životne sredine. Kroz sve teme iskoristiti povezanost sa Informatikom.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

B

Povezanost struktura i funkcija živih bića.

D

Čovjek, biološko i društveno biće (Fiziologija rada)

B.D.I.1

Povezuje pojavu novih osobina sa promjenom složenosti organizacijskih nivoa čovjeka i ergonomske standards.

Identificira glavna pitanja iz oblasti fiziologija rada.

Povezuje građu i funkciju humane ćelije, tkiva, organa i organskih sistema na anatomskom i fiziološkom nivou.

Upoređuje usložnjavanje građe organa i organskih sistema kod čovjeka.

Istražuje funkciju različitih životinjskih tkiva i organa na konkretnim primjerima.

Objašnjava ergonomske standarde i prilagođavanje mašina (alata, pomagala u radu) čovjekovim ograničenjima i zahtjevima pri radu.

BIO-2.1.2

B.D.I.2

Procjenjuje značaj održavanja mehanizma regulacije homeostaze na nivou ćelije i organizma, kao i posljedice njegovog narušavanja.

Objašnjava regulacijske mehanizme povratne sprege održavanja homeostaze na nivou ćelija, organa i organskih sistema.

Povezuje mehanizam homeostaze na nivou ćelija i organa sa organskim sistemima.

Raspravlja o mogućim posljedicama narušavanja homeostaze na nivou ćelije, organa i organizma, na temelju posmatranja i istraživanja.

Istražuje profesionalne bolesti i poremećaje homeostaza na primjerima.

BIO-2.1.4

B.D.I.3

Procjenjuje stavove koji doprinose vlastitom zdravlju i stavove koji doprinose spolnosti i humanizaciji među polovima.

Istražuje uticaj metala, antibiotika, GMO i aditiva na život čovjeka, biljaka i životinja.

Raspravlja o odgovornom spolnom ponašanju partnera.

Predlaže i provodi preventivne mjere za očuvanje zdravlja čovjeka.

Primjenjuje znanja i postupke o mjerama zaštite od opterećenja na radu

Raspravlja o ravnopravnosti na tržištu rada bez obzira na spol, rasnu ili religijsku pripadnost.

BIO-4.3.2

B.D.I.4 Argumentuje svoje zaključke o biologiji na osnovu rezultata istraživanja.	Postavlja hipotezu u cilju istraživanja o biologiji. Kreira istraživačko pitanje stavljajući u kontekst nezavisne, zavisne i kontrolne varijable. Formuliše ciljeve istraživanja o strukturnim i funkcionalnim osobinama organskih materija prema obrascu, koristeći se odgovarajućim metodama za prikupljanje i prikaz dobivenih podataka. Odabire metode istraživanja o biologiji koje će koristiti u eksperimentu. Diskutuje o dobivenim rezultatima eksperimenta (istraživanja), grafički prezentujući ih pomoću odgovarajućih (digitalnih) alata. Predlaže poboljšanja u dizajnu eksperimenta.
<u>BIO-2.4.4</u>	
B.D.I.5 Izvodi praktične radove za sticanje predstava o fiziologiji rada.	Koristi laboratorijsku opremu i izvodi eksperimente u laboratoriju u cilju istraživanja fiziologije rada. Primjenjuje pravila korištenja opreme i mjere opreza u laboratoriji u cilju istraživanja u fiziologiji rada. Koristi IKT za istraživanja u fiziologiji rada. Crta i obilježava dijagrame organskih sistema. Izvodi antropometrijska mjerenja.
B.D.I.6 Primjenjuje komunikacijske vještine u kontekstu biologije	Objašnjava prirodne pojave, međudjelovanja i biološke procese koristeći stručnu terminologiju. Koristi dostupne tehnologije u sakupljanju, obradi i predstavljanju informacija. Tumači i koristi raznovrsna vizualna i opšta pomagala) riječi, grafikoni, tabele, simulacije, modele i video-snimke).

KLJUČNI SADRŽAJI

Organ, organski sistem, organizam, homeostaza, kožni sistem, nervni sistem, endokrini sistem, skeletni sistem, mišićni sistem, probavni sistem, cirkulatorni sistem, respiratorni sistem, reproduktivni sistem, bolesti, zaštita organskih sistema, profesionalne bolesti i ergonomski standardi.

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

U ovoj tematskoj cjelini naglasak staviti na usložnjavanje organizma od nivoa ćelije do sistema organa. Povezati rad organa u okvirima sistema organa s ciljem održavanja stalnih uslova u tijelu, te opisati građu i ulogu sistema organa i vitalnih organa u cilju održavanja života. Staviti naglasak na prevenciju mogućnosti povrede na radu te razvijanje profesionalnih bolesti. Preporučuje se korištenje video priloga, simulacija i animacija ćelijskog ciklusa, izrada modela ćelija i faza ćelijske diobe, te istraživanje literature. U ovoj tematskoj cjelini učenici bi kroz mikroskopiranje preparata tkiva trebali uočiti različitost ćelija i kako istovrsne ćelije grade tkiva. Aktivnosti treba provesti kroz praktični rad kao što su: mikroskopiranje životinjskih tkiva, analiziranje vlastitih energetske tablica koje predstavljaju njihov dnevni unos hrane, dokazivanje hemijskog sastava kosti, pravljenje i posmatranje preparata krvnog razmaza, disekcija srca, određivanje vitalnog kapaciteta pluća, izrada modela pluća i simulacija mehanizma disanja, mjerenje refleksa, disekcija bubrega, disekcija oka.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Sadržaje ove tematske cjeline moguće je povezati sa nastavom Hemije, Fizike i drugih predmeta koji u svom programskom sadržaju imaju poveznice sa zdravljem. Kroz proučavanje različitih organskih sistema povezivati gradiva iz nastavnog predmeta Hemija kada je u pitanju hemijski sastav i nastavnog predmeta Fizika kada su u pitanju određeni procesi u organizmu (krvni pritisak, održavanje homeostaze). Moguća je i korelacija sa dijelom nastave iz Informatike u okviru kojeg se učenici mogu služiti animacijama i aplikacijama za proučavanje različitih organskih sistema. Poveznica je i sa Latinskim jezikom u svrhu razumijevanja latinskih naziva za pojmove u oblasti fiziologije i anatomije čovjeka.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji ove tematske cjeline pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

► Srednje ► II.

Godine učenja i podučavanja predmeta: 6

B

Povezanost struktura i funkcija živih bića.

C

Struktura i fiziologija organizama, pretvaranje materije i energije.

D

Čovjek, biološko i društveno biće (Molekularna biologija i osnove citologije)

B.C.D.II.1

Razlikuje fizičke i hemijske promjene tvari u organizmu.

Identificira glavna pitanja iz oblasti molekularna biologija i osnove citologije.

Povezuje funkciju organskih i anorganskih molekula u živim sistemima.

Razlikuje fizičke i hemijske promjene tvari u organizmu na nivou ćelije.

Povezuje građu i funkciju molekula DNK-a i RNK-a u procesu biosinteze bjelančevina.

[BIO-3.1.2](#)

B.C.D.II.2

Povezuje građu i funkciju ćelijskih struktura (ćelijska membrana, citoplazma i jedro) prisutnim u eukariotskim i prokariotskim ćelijama.

Objašnjava građu i funkciju organela prokariotske i eukariotske ćelije na primjerima.

Objašnjava tipove transporta kroz ćelijsku membranu i njihov energetski bilans na primjerima živih organizama.

Povezuje građu hloroplasta i mitohondrija sa njihovom funkcijom u procesima fotosinteze i ćelijskog disanja.

Identificira građu i ulogu jedra i jedrovih komponenti.

Objašnjava osnovne tipove spiralizacije hromosoma, gena, genskog lokusa i alele.

Prepoznaju vrste enzima kao biokatalizatora metaboličkih reakcija u živim organizmima.

[BIO-2.1.2](#)

B.C.D.II.3

Procjenjuje razliku između tipova ćelijskih dioba na osnovu promjena u nasljednom materijalu (DNK-a, geni, hromosomi).

Identificira faze mitoze i mejoze na ponuđenim modelima.

Razlikuje mitozu kao diobu tjelesnih (somatskih ćelija) od mejoze kao redukcione diobe kojom nastaju spolne ćelije (gamete).

Upoređuje faze i podfaze ćelijskih dioba na nivou hromosoma, koristeći sheme, slike, modele i ostala vizuelna pomagala.

[BIO-2.1.3](#)

B.C.D.II.4 Razlikuje nespolni i spolni način razmnožavanja kod biljaka i životinja na osnovu nasljednog materijala.	Objašnjava nespolni način raznožavanja biljaka i životinja sa stanovišta nasljednog materijala. Identificira tipove spolnog načina razmnožavanja biljaka i životinja. Upoređuje nespolni i spolni način razmnožavanja živih organizama. Identificira faze embrionalnog razvoja živih organizama.
BIO-2.4.4	
B.C.D.II.5 Izvodi praktične radove za sticanje informacija i predstava o molekularnoj biologiji i citologiji.	Koristi laboratorijsku opremu i izvodi eksperimente u laboratoriji u cilju istraživanja molekularne biologije i citologije. Primjenjuje pravila korištenja opreme i mjere opreza u laboratoriji u cilju istraživanja u molekularnoj biologiji i citologiji. Crta i obilježava diagrame organskih materija, organela, prokariotske i eukariotske ćelija. Crta i obilježava ćelijske strukture vidljive pod mikroskopom.

KLJUČNI SADRŽAJI

Bioelementi, anorganske materije, organske materije: proteini, masti, bjelančevine, nukleinske kiseline, enzimi, autoreplikacija DNK-a, biosinteza bjelančevina. prokariotska ćelija, eukariotska ćelija (biljna i životinjska), strukture ćelije (ćelijska membrana, citoplazma, jedro i organele), mitoza i mejoza, matične ćelije (stem cells), endoplazmatski retikulum, mitohondrije, Goldijev aparat, plastidi, ćelijska teorija, pasivni transport (difuzija, olakšana difuzija, osmoza), aktivni transport, koloidi, fotosinteza, hloroplast, ćelijsko disanje, aerobno i anaerobno ćelijsko

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Za što kvalitetnije usvajanje i razumijevanje nastavnog gradiva preporučljivo je redovito izvođenje laboratorijskih vježbi. Iz oblasti molekularne biologije moguće je vršiti dokazivanja organskih materija, ekstrakcija DNK-a iz banana, špinata, jagoda, te eksperiment za dokazivanje difuzije i osmoze. Pravilno razumijevanje funkcije pojedinih organskih i anorganskih molekula moguće je postići dizajniranjem eksperimenata kako bi se testirao uticaj temperature, pH i koncentracije supstrata na aktivnost enzima. Iz oblasti citologije se preporučuje pažljivo posmatranje ćelije na shematskim prikazima ili na samostalno napravljenim preparatima. Ove aktivnosti se mogu provoditi korištenjem videoanimacija, mikroskopiranjem preparata, kao i putem virtualnih alata za mikroskopiranje. Na isti način je moguće posmatrati različite faze mitoze i mejoze. Učenike/ce je potrebno potaknuti na demonstraciju praktičnih radova u laboratoriji služeći se mjernim i optičkim instrumentima, laboratorijskom opremom i IKT-om.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

U okviru izučavanja molekularne biologije učenici prikupljaju informacije o hemijskoj osnovi života, te se ti sadržaji direktno mogu povezati sa gradivom iz nastave Hemije - opšta i organska hemija, kao i sa Fizikom - energija. Neophodna je i veza sa Informatikom u cilju provedbi vježbi korištenjem vizualizacijskih softverskih programa. U okviru citologije učenici aktivno mikroskopiraju i izrađuju modele ćelija koristeći se obnovljivim materijalima. Ove aktivnosti moguće je povezati sa nastavom Fizike iz oblasti optike. Značajna je i korelacija sa dijelom nastave iz Informatike u okviru kojeg učenici uče crtati i praviti 3D prikaze.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Oblast molekularne biologije pogodna je za razvoj sposobnosti kritike i samokritike, zatim sposobnosti analize, te sposobnosti stvaranja novih rješenja. Učenici mogu stvarati nova rješenja korištenjem psihomotoričkih kompetencija, kao što je korištenje instrumenata i laboratorijske opreme, kao i vještinom pisanja laboratorijskih vježbi iz oblasti molekularne biologije. Također, u okviru ove oblasti moguć je razvoj saradnje, kreativnog učenja; samostalnog rada i metakognicije. Metakognitivno znanje je omogućeno strateškim znanjem, kao i samospoznajom o ulozi i važnosti anorganskih i organskih materija u ljudskom tijelu. Kompetencije koje se mogu razvijati iz ovih oblasti su korištenje informacijsko-komunikacijskih tehnologija, te komunikacijske kompetencije.

Nastavni sadržaji citologije pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

B

Povezanost struktura i funkcija živih bića.

C

Struktura i fiziologija organizama, pretvaranje materije i energije (Anatomija, morfologija, histologija i fiziologija biljaka)

B.C.II.1

Povezuje pojavu novih osobina sa promjenom složenosti organizacijskih nivoa u biljnom organizmu.

Identificira glavna pitanja iz oblasti anatomija, morfologija, histologija i fiziologija biljaka.

Organizira biljne organizme po nivoima složenosti (od ćelijskih struktura do biljnog organizma).

Povezuje anatomsku građu biljnih organa i organskih sistema sa njihovom morfološkom i fiziološkom funkcijom.

Analizira anatomsku i morfološku građu, funkciju i važnost organa i organskih sistema kod biljaka (vegetativni i reproduktivni organ kod biljaka).

BIO-2.1.1

B.C.II.2

Prosudjuje o pojavama, procesima i međudodnosima biljnih organizama na temelju posmatranja i istraživanja.

Objašnjava značaj vode i njenu ulogu u fiziološkim procesima koji se odvijaju u biljkama.

Objašnjava značaj fizioloških procesa za autotrofne i heterotrofne organizme.

Istražuje biljke kao biološke resurse i njihovu primjenu u kozmetici.

BIO-3.1.2

B.C.II.3

Izvodi praktične radove za sticanje informacija o fiziologiji, histologiji, anatomiji i morfologiji biljaka.

Koristi laboratorijsku opremu primjenjujući pravila korištenja opreme u laboratoriji u cilju istraživanja fiziologije, histologije, anatomije i morfologije biljaka.

Izvodi eksperimente primjenjujući mjere opreza prilikom izvođenja praktičnih radova iz oblasti fiziologije, histologije, anatomije i morfologije biljaka prema uputama nastavnika.

Crta i označava građu biljne ćelije, biljnih tkiva, vegetativnih, generativnih organa, mitohondrija i hloroplasta.

Koristi simulacijske softvere za istraživanje iz oblasti anatomije, histologije i fiziologije biljaka.

BIO-2.4.4

KLJUČNI SADRŽAJI

Biljna ćelija, tvorna i trajna tkiva, vegetativni organi biljke, generativni organi, vodeni režim, transpiracija, fotosinteza, hloroplast, ćelijsko disanje, aerobno i anaerobno ćelijsko disanje, apsorpcija, transport i distribuciju vode, rast, razmnožavanje, oplodnja.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Naglasiti razlike između biljne i životinjske ćelije koristeći se mikroskopskim preparatima, modelima ćelija, grafičkim i video prikazima. Istaći osnovne dijelove biljne ćelije. Principe građe ćelije povezati sa ekonomičnim funkcioniranjem provodeći aktivnosti posmatranja ćelija na preparatima i kroz video prikaze. Povezati građu ćelije s njenom ulogom u organizmu, te objasniti usložnjavanje organizma od nivoa ćelije do tkiva. Provesti aktivnosti posmatranja mikroskopskih preparata osnovnih tipova tkiva, te istaći njihove razlike u građi. Aktivnosti provesti kroz laboratorijske vježbe posmatranja biljne ćelije pod mikroskopom, posmatranje biljnih tkiva pod mikroskopom, dokazivanje fotosinteze, dokazivanje transpiracije, vodni režim biljaka i ćelijsko disanje.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Fotosintezu i ćelijsko disanje povezati sa sadržajima iz Hemije kao što su poznavanje najvažnijih hemijskih procesa kruženja ugljika u prirodi (spaljivanje fosilnih goriva, požari, razgradnja organskih materija, otapanje krečnjačkih stijena, vulkanske erupcije) te sa povećanjem emisije ugljikovog dioksida u atmosferu što uzrokuje promjene klimatskih uslova gdje je neophodna korelacija sa Geografijom.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji građe i funkcije biljaka pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

A

Zemlja prostor života.

D

Čovjek, biološko i društveno biće (Biosistematika)

A.D.II.1

Povezuje pojavu novih osobina sa promjenom složenosti organizacijskih nivoa mikoorganizama, gljiva, biljaka i životinja.

Identificira glavna pitanja iz oblasti biosistematike.

Određuje biosistematsku pripadnost mikoorganizama, gljiva, biljaka i životinja primjenjujući načela klasifikacije živog svijeta.

Istražuje endeme, autohtone i reliktnne vrste gljiva, biljaka i životinja u Bosni i Hercegovini na fotografijama i u prirodi procjenjujući njihovu važnost (Crvena knjiga).

BIO-1.3.4

A.D.II.2

Objašnjava uticaj patogenih predstavnika različitih taksonomskih kategorija na zdravlje ljudi.

Identificira patogene predstavnike različitih taksonomskih kategorija.

Istražuje uticaj patogenih predstavnika različitih taksonomskih kategorija na zdravlje čovjeka.

Primjenjuje mjere zaštite od patogenih predstavnika različitih taksonomskih kategorija na zdravlje čovjeka, preporučenim od strane nadležnih organa.

Uviđa posljedice svojih i tuđih stavova/postupaka/izbora.

Prihvaća društvenu odgovornost vezanu za mjere zaštite.

BIO-4.3.1

A.D.II.3

Izvodi praktične radove za sticanje informacija i predstava o biosistematici mikoorganizama, gljiva, biljaka i životinja.

Izrađuju tabelarni prikaz podataka dobivenih istraživanjem evolutivnog usložnjavanja plana građe biljaka i životinja

Identifikuje gljive, biljke i životinje koristeći se ključem za identifikaciju.

Koristi laboratorijsku opremu primjenjujući pravila korištenja opreme u laboratoriji u cilju istraživanja biosistematike.

Izvodi praktične radove iz oblasti biosistematike biljaka prema uputama nastavnika primjenjujući mjere opreza.

BIO-1.4.4

A.D.II.4

Primjenjuje komunikacijske vještine u kontekstu biologije.

Objašnjava prirodne pojave, međudjelovanja i biološke procese koristeći stručnu terminologiju.

Koristi dostupne tehnologije u sakupljanju, obradi i predstavljanju informacija.

Tumači i koristi raznovrsna vizualna i opšta pomagala (riječi, grafikoni, tabele, simulacije, modele i video-snimke).

KLJUČNI SADRŽAJI

Klasifikacija, taksonomija, endemi, kladogram, virusi, bakterije, alge, gljive, lišajevi, mahovine, papratnjače, golosjemenjače, skrivenosjemenjače, autohtone vrste, reliktna vrsta, endemične vrste, patogeni organizmi, patogenost, beskičmenja, kičmenjaci.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i podučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Iz oblasti biosistematike učenici/ce treba da shvate smisao sistematike u sagledavanju raznovrsnosti živog svijeta, te razumiju hijerarhijski odnos sistematskih kategorija. U okviru toga treba da usvoje principe klasifikacije, pojmove: evolutivna srodnost, sistematika, sistematske kategorije, takson, vrsta, binarna nomenklatura, filogenija i biodiverzitet. Realizacija rada učenika/ca može se postići korištenjem adekvatnih primjera za razumijevanje hijerarhijske organizacije sistematskih kategorija i razlike između sistematske kategorije i taksona. Također, primjena ilustrativne metode u uporednom prikazu taksonomskog i filogenetskog aspekta sistematike može poslužiti u ostvarivanju ciljeva. Ove aktivnosti je moguće dopuniti sa izradom jednostavnih kladograma, kao i učeničkih ključeva za identifikaciju vrsta. Određeni ishodi se mogu postići i izradom herbarijuma (od prirodnog materijala ili digitalni).

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Gradivo iz biosistematike moguće je povezati sa sadržajima iz Matematike kao što su skupovi. Također, ovu oblast je moguće upoređivati sa svim segmentima i aktivnostima u kojima se vrši plansko i hijerarhijsko razvrstavanje. Oblast biosistematike ostvaruje korelaciju sa nastavnim predmetom Geografija koja će im pomoći u razumijevanju naseljenosti biljnih organizama na osnovu tipa zemljišta koje naseljavaju, klimatskih faktora koji vladaju u određenom području itd.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Nastavni sadržaji biosistematike pogodni su za razvoj informatičke pismenosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, sposobnost znanja drugog jezika), saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja.

Srednje medicinske škole – četiri godine učenja (2, 1, 1, 1)

► Srednje obrazovanje, medicinske škole ► I.

Godine učenja i podučavanja predmeta: 5

B. Povezanost struktura i funkcija živih bića

D. Čovjek, biološko i društveno biće

Ishodi učenja:

B.I.1. Povezuje ulogu biomolekula i enzima s tokom genetičke informacije i biosintezom proteina.

B.I.2. Upoređuje organizaciju i funkciju ćelijskih struktura eukariotskih i prokariotskih ćelija.

B.I.3. Objašnjava metaboličke procese u ćeliji na osnovu principa eneretskog toka.

B.I.4. Razlikuje tipove ćelijskih dioba i njihov značaj za rast i razvoj organizma.

Indikatori:

B.I.1.1. Razlikuje biološke funkcije anorganskih (voda, mineralne soli) i organskih molekula (ugljikohidrati, masti, proteini, nukleinske kiseline).

B.I.1.2. Objašnjava ulogu enzima kao biokatalizatora.

B.I.1.3. Opisuje tok genetičke informacije (DNK → RNK → protein) kao konceptualni model — centralna dogma molekularne biologije.

B.I.1.4. Povezuje građu i funkciju molekula DNK i RNK u biosintezi proteina.

B.I.2.1. Razlikuje prokariotsku od eukariotske ćelije.

B.I.2.2. Objašnjava funkcije ćelijskih organela bez ultrastrukturnih detalja: mitohondrij, hloroplast, ribozom, jedro, ćelijska membrana.

B.I.2.3. Povezuje građu ćelijske membrane (fosfolipidni dvosloj, proteini) s njenom selektivno-propusnom funkcijom.

B.I.3.1. Objašnjava ulogu ATP-a kao energetske valute ćelije.

B.I.3.2. Razlikuje pasivni (difuzija, osmoza, olakšana difuzija) i aktivni transport kroz membranu prema energetsom zahtjevu.

B.I.3.3. Upoređuje fotosintezu i ćelijsko disanje kao komplementarne procese pretvaranja energije (konceptualni bilans, bez Krebsovog ciklusa i Calvinovog ciklusa u detalje).

B.I.3.4. Razlikuje aerobno i anaerobno disanje prema krajnjim produktima i energetsom prinosu.

B.I.4.1. Razlikuje mitozu kao diobu somatskih ćelija i mejozu kao reducionu diobu kojom nastaju gamete.

B.I.4.3. Objašnjava značaj crossing-overa u mejozi za genetsku varijabilnost.

B.I.4.4. Računa mitotički indeks na fotografiji i interpretira ga u kontekstu rasta tkiva i tumorskih bolesti.

B.I.5. Razlikuje nespolni i spolni način razmnožavanja s obzirom na genetske posljedice.

D.I.5.1. Upoređuje nespolno i spolno razmnožavanje prema genetskoj varijabilnosti potomaka.

D.I.5.2. Objašnjava embrionalni razvoj čovjeka kroz faze: fertilizacija, brazdanje, gastrulacija, organogeneza — konceptualno.

B.I.6. Vrednuje medicinsku i etičku dimenziju istraživanja matičnih ćelija.

D.I.6.1 Razlikuje totipotentne, pluripotentne i multipotentne matične ćelije prema njihovom razvojnom potencijalu.

D.I.6.2 Argumentuje terapijski potencijal matičnih ćelija na primjerima leukemije, obnove hrskavice i tretmana opekotina.

D.I.6.3 Zastupa i argumentovano brani stav o etičkim dilemama primjene embrionalnih matičnih ćelija, koristeći relevantne naučne argumente.

KLJUČNI SADRŽAJI

Hemijski sastav živih sistema i biološki značaj biomolekula (ugljikohidrati, lipidi, proteini, nukleinske kiseline); enzimi i centralna dogma molekularne biologije (DNK→RNK→protein); ćelija kao strukturna i funkcionalna jedinica života; organizacija i funkcije ćelijskih organela; ćelijska membrana — model fluidne mozaike i transport (pasivni i aktivni); ATP kao energetska valuta ćelije; metabolizam — fotosinteza i ćelijsko disanje (konceptualni bilans, bez Krebsovog i Calvinovog ciklusa u detalje); ćelijski ciklus, mitoza i mejoza; mitotički indeks i klinička primjena u dijagnostici tumora; razmnožavanje i embrionalni razvoj čovjeka; matične ćelije, regenerativna medicina i bioetika.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Za kvalitetno razumijevanje organizacije i funkcionisanja živih sistema preporučuje se primjena istraživačkog i problemskog pristupa učenju kroz laboratorijske vježbe, modele, simulacije i analizu naučnih podataka. Učenike je potrebno uključiti u aktivnosti posmatranja, upoređivanja, klasifikacije, eksperimentiranja i interpretacije rezultata. Pri obradi hemijske osnove života preporučuje se izvođenje laboratorijskih vježbi dokazivanja organskih materija, analiza prehrambenih proizvoda, modeliranje biomolekula te istraživanje uticaja različitih faktora na aktivnost enzima. Učenici mogu koristiti digitalne modele i softvere za vizualizaciju molekula radi boljeg razumijevanja njihove strukture i funkcije.

Za razumijevanje organizacije ćelije preporučuje se mikroskopiranje preparata biljnih, životinjskih i bakterijskih ćelija, izrada modela ćelijskih struktura, analiza elektronskih mikrofotografija te korištenje virtuelnih laboratorija i digitalnih simulacija. Posebnu pažnju potrebno je posvetiti povezivanju građe ćelijskih organela s njihovom funkcijom. Metaboličke procese poželjno je obrađivati kroz izvođenje eksperimenata, interpretaciju shema i dijagrama fotosinteze i ćelijskog disanja, analizu energetske transformacije u ćeliji te rješavanje problemskih zadataka koji povezuju metabolizam sa svakodnevnom životom i zdravljem čovjeka. Za razumijevanje ćelijskog ciklusa, mitoze i mejoze preporučuje se korištenje modela, mikrofotografija, videozapisa i simulacija ćelijskih dioba. Učenici mogu analizirati hromosomske promjene tokom pojedinih faza diobe, izrađivati dijagrame i upoređivati biološki značaj mitoze i mejoze za rast, razvoj i reprodukciju organizama. Pri obradi razmnožavanja i razvoja organizama preporučuje se analiza životnih ciklusa različitih organizama, modeliranje procesa gametogeneze i oplodnje te interpretacija razvojnih faza embrija. Učenike je potrebno poticati na povezivanje stečenih znanja sa svakodnevnom životom, nasljeđivanjem i očuvanjem biodiverziteta. U okviru sadržaja o matičnim ćelijama preporučuje se analiza naučnih članaka, studija slučaja i primjera iz savremene medicine. Debatne aktivnosti, panel-

diskusije i argumentirane rasprave mogu doprinijeti razvoju kritičkog promišljanja o medicinskim mogućnostima i etičkim dilemama primjene matičnih ćelija.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Sadržaji ove oblasti ostvaruju značajnu povezanost sa Hemijom kroz proučavanje biomolekula, hemijskih reakcija i energetske transformacije u živim sistemima. Veza sa Fizikom ostvaruje se kroz proučavanje energije, difuzije, osmoze i prenosa materije kroz membrane. Matematika omogućava obradu i interpretaciju podataka, izračunavanje mitotičkog indeksa, grafičko prikazivanje rezultata istraživanja i analizu eksperimentalnih podataka. Povezanost sa Informatikom ostvaruje se korištenjem digitalnih simulacija, baza podataka, bioinformatičkih alata, virtuelnih laboratorija i programa za vizualizaciju ćelijskih i molekularnih procesa. Sadržaji o matičnim ćelijama, bioetici i savremenoj medicini omogućavaju korelaciju sa građanskim obrazovanjem, filozofijom, sociologijom i zdravstvenim odgojem.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Obrada navedenih sadržaja doprinosi razvoju naučne i tehnološke pismenosti kroz razumijevanje savremenih dostignuća biologije, biomedicine i biotehnologije te primjenu naučnih metoda u istraživanju prirodnih pojava. Učenici razvijaju kritičko i analitičko mišljenje kroz analizu podataka, interpretaciju rezultata istraživanja, procjenu naučnih dokaza i argumentovano donošenje zaključaka. Kroz istraživačke zadatke, eksperimente i studije slučaja razvijaju sposobnost rješavanja problema i donošenja odluka zasnovanih na dokazima. Praktične laboratorijske aktivnosti omogućavaju razvoj psihomotoričkih vještina, pravilnu upotrebu laboratorijske opreme, mjernih instrumenata i digitalnih tehnologija. Grupni rad, istraživački projekti, debate i diskusije doprinose razvoju saradnje i timskog rada, komunikacijskih vještina, odgovornosti i međusobnog uvažavanja. Posebno je značajan razvoj metakognicije kroz samostalno planiranje učenja, praćenje vlastitog napretka, procjenu uspješnosti primijenjenih strategija i refleksiju o vlastitim načinima učenja. Učenici razvijaju kompetencije za cjeloživotno učenje, kreativnost, digitalnu pismenost i odgovorno djelovanje prema sebi, drugima i životnoj sredini.

D.

Čovjek, biološko i društveno biće

Ishodi učenja:

D.I.1. Primjenjuje zakone nasljeđivanja u predviđanju genotipova i fenotipova potomaka.

D.I.2. Prosuđuje o izvorima genske varijabilnosti i mehanizmima nastanka genskih anomalija.

Indikatori:

D.I.1.1 Razlikuje genotip od fenotipa, dominantne od recesivnih alela, homozigot od heterozigota.

D.I.1.2 Primjenjuje Mendelove zakone za rješavanje zadataka monogenetskog nasljeđivanja koristeći Punnettov kvadrat.

D.I.1.3 Razlikuje autosomalno i spolno vezano nasljeđivanje.

D.I.1.4 Tumači rodoslove radi određivanja načina nasljeđivanja i procjene rizika potomaka.

D.I.2.1. Klasificira mutacije prema zahvaćenom nasljednom materijalu: genske (supstitucija, insercija, delecija), hromosomske (delecija, duplikacija, inverzija, translokacija), genske (poliploidija, aneuploidija).

D.I.2.2. Objašnjava nastanak trisomija na primjeru Downovog sindroma (trisomija 21) i tumači kariogram.

D.I.2.3. Razlikuje mutacije od modifikacija prema uticaju na nasljedni materijal.

D.I.2.4. Istražuje faktore mutageneze: fizikalne (UV, X-zraci), kemijske (aflatoksin, duhanski dim) i biološke (onkovirusi).

KLJUČNI SADRŽAJI

Osnovni pojmovi genetike (gen, alel, genotip, fenotip, hromosom i lokus), zakoni nasljeđivanja (Mendelovi zakoni, monohibridno i dihibridno ukrštanje, Punnettovi kvadrati), obrasci nasljeđivanja osobina (dominantno, recesivno, kodominantno i spolno vezano nasljeđivanje, krvne grupe i nasljedne bolesti), analiza rodoslova i primjena genetike u medicinskoj dijagnostici, genetičke promjene (genske, hromosomske i genomske mutacije te njihove posljedice), hromosomski poremećaji (aneuploidije, Downov sindrom, Turnerov i Klinefelterov sindrom) i kariogram u dijagnostici genetičkih oboljenja, mutageni faktori, zaštita genetičkog materijala i prevencija genetičkih oštećenja, modifikacije i uticaj faktora sredine na ispoljavanje osobina (fenotipska plastičnost).

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Za kvalitetno usvajanje sadržaja iz genetike preporučuje se primjena problemskog i istraživačkog pristupa kroz rješavanje genetičkih zadataka, analizu rodoslova, interpretaciju kariograma i studije slučaja iz medicinske prakse. Učenike je potrebno uključiti u aktivnosti procjene rizika nasljeđivanja određenih bolesti, analizu hromosomskih poremećaja i istraživanje uticaja mutagenih faktora na zdravlje čovjeka. Preporučuje se korištenje digitalnih alata, simulacija i grafičkih prikaza genetičkih procesa radi lakšeg razumijevanja složenih bioloških koncepata.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Sadržaji iz genetike povezani su sa Matematikom kroz vjerovatnoću i kombinatoriku, sa Hemijom kroz strukturu i osobine nukleinskih kiselina, sa Biohemijom kroz procese replikacije i ekspresije gena, te sa Informatikom kroz primjenu digitalnih alata za modeliranje i analizu genetičkih podataka. Korelacija sa Mikrobiologijom ostvaruje se proučavanjem virusne mutageneze i genetičkih promjena mikroorganizama.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja kompetencija – kompetencijski pristup

Realizacijom sadržaja iz genetike razvijaju se naučna i zdravstvena pismenost, logičko i matematičko rezonovanje, kritičko mišljenje i sposobnost rješavanja problema. Kroz analizu genetičkih podataka, studije slučaja i istraživačke aktivnosti učenici razvijaju istraživačke vještine, odgovornost, sposobnost donošenja zaključaka zasnovanih na dokazima te primjenu genetičkih znanja u medicinskom kontekstu.

A. Zemlja prostor življenja

Ishodi učenja:

A.I.1. Objašnjava mehanizme evolucije i njihovu relevantnost za medicinu.

Indikatori:

A.I.1.1. Opisuje faze hemijske i biološke evolucije u nastanku života na Zemlji.

A.I.1.2. Objašnjava Darwinovu teoriju prirodne selekcije na konkretnim primjerima.

A.I.1.3. Opisuje mehanizme evolucije: prirodna selekcija, genetički drift, mutacije, protok gena.

A.1.2. Istražuje dokaze evolucije i vrednuje različite teorijske perspektive.

A.1.3. Provodi jednostavno biološko istraživanje i prikazuje rezultate koristeći odgovarajuće naučne izvore i digitalne alate.

A.1.1.4. Objašnjava nastanak i širenje rezistencije bakterija na antibiotike te promjene u populacijama virusa influence i HIV-a na osnovu evolucijskih mehanizama.

A.1.2.1. Razlikuje i tumači dokaze evolucije: morfološke, embriološke, paleontološke i molekularne.

A.1.2.2 Upoređuje konvergentnu i divergentnu evoluciju na primjerima.

A.1.2.3 Objašnjava naučnu osnovanost teorije evolucije nasuprot kreacionizmu koristeći kriterije naučne metodologije.

A.1.3.1. Formulše istraživačko pitanje, hipotezu i eksperimentalni plan s nezavisnim, zavisnim i kontrolnim varijablama.

A.1.3.2. Provodi jednostavan biološki eksperiment koristeći odgovarajuću opremu i primjenjujući mjere sigurnosti te sistematski bilježi rezultate.

A.1.3.3. Organizuje, prikazuje i tumači rezultate istraživanja pomoću tabela, grafikona i odgovarajućih digitalnih alata.

A.1.3.4. Navodi korištene naučne izvore prema zadatom obrascu i procjenjuje njihovu pouzdanost na osnovu relevantnosti, autorstva i izvora podataka.

KLJUČNI SADRŽAJI

Hemijska evolucija i porijeklo života, teorije i mehanizmi evolucije (prirodna selekcija, adaptacija, mutacije, rekombinacije, genetički drift, migracije i specijacija), evolucija mikroorganizama i virusa (antibiotska rezistencija, antigenska varijabilnost i mutabilnost virusa), dokazi evolucije (fosilni zapisi, homologni, analogni i rudimentarni organi, molekularni dokazi), konvergentna i divergentna evolucija, naučni pristup proučavanju porijekla i razvoja živog svijeta te razlikovanje nauke i pseudonauke, metodologija naučnog istraživanja (hipoteza, varijable, kontrolni eksperiment i istraživački protokol), laboratorijski rad i sigurnost u biološkim istraživanjima, prikupljanje, obrada, grafičko i digitalno prikazivanje podataka, korištenje naučnih izvora i osnove akademskog citiranja, laboratorijske vježbe kao kontekst za primjenu istraživačkih kompetencija (planiranje, izvođenje, izvještavanje).

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

U nastavi evolucije u medicinskoj školi poseban naglasak treba staviti na evoluciju mikroorganizama i njen direktni značaj za medicinsku praksu, posebno u kontekstu razvoja antibiotske rezistencije. Preporučuje se analiza kliničkih i epidemioloških podataka, grafova i studija slučaja koje prikazuju povezanost upotrebe antibiotika i pojave rezistentnih sojeva. Učenici trebaju analizirati molekularne dokaze evolucije kroz poređenje aminokiselinskih i DNK sekvenci, čime se jača razumijevanje zajedničkog porijekla i genetičke povezanosti organizama. Sadržaji se povezuju s razvojem naučne misli, Darwinovom teorijom i historijskim kontekstom prihvatanja evolucije u medicinskoj i naučnoj zajednici, uz kritičko razmatranje naučnih i pseudonaučnih stavova. Preporučuje se primjena digitalnih alata za obradu i interpretaciju podataka te

izrada kratkih istraživačkih izvještaja na osnovu laboratorijskih vježbi. Istraživačke kompetencije razvijaju se kontinuirano kroz sve tematske cjeline.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Sadržaji se povezuju sa Hemijom (hemijska evolucija i molekularna struktura biomolekula), Mikrobiologijom (mehanizmi rezistencije i adaptacije mikroorganizama), Historijom te Informatikom (digitalna obrada, analiza i prezentacija bioloških podataka).

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja kompetencija – kompetencijski pristup

Realizacijom sadržaja razvijaju se istraživačke vještine, kritičko mišljenje i evaluacija naučnih izvora, komunikacijske kompetencije te digitalna pismenost. Učenici razvijaju sposobnost interpretacije bioloških i medicinskih podataka, argumentovanog zaključivanja i profesionalno odgovorne primjene znanja u kontekstu zdravstvene struke.

► Srednje obrazovanje, medicinske škole ► II.
Godine učenja i podučavanja predmeta: 6

B.

Povezanost struktura i funkcija živih bića

Ishodi učenja:

B.II.1. Objašnjava fiziološke procese biljnog organizma relevantne za razumijevanje životnih sistema.

Indikatori:

B.II.1.1. Razlikuje biljnu od životinjske ćelije prema prisutnosti ćelijskog zida, hloroplasta i središnje vakuole.

B.II.1.2. Opisuje fotosintezu kao proces pretvaranja svjetlosne energije u hemijsku.

B.II.1.3. Objašnjava transpiraciju i kretanje vode kroz biljku (osmoza, kapilarnost) kao analogiju za razumijevanje osmotskih procesa u medicini.

B.II.1.4. Razlikuje aerobno ćelijsko disanje biljaka od fotosinteze kao komplementarne procese kruženja ugljika.

KLJUČNI SADRŽAJI

Ključni sadržaji: Struktura i funkcija biljne ćelije u odnosu na životinjsku (ćelijski zid, vakuola, hloroplasti), fotosinteza kao anabolički proces – uloga hlorofila, osnovni produkti i značaj za biosferu, transpiracija i vodni potencijal – osmotski principi kretanja vode kroz biljku, ćelijsko disanje biljaka i njegova funkcionalna povezanost s disanjem životinjskih ćelija u kontekstu energetskog metabolizma (ATP).

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Fokus oblasti je na razumijevanju fizioloških procesa i osnovnih principa funkcionalne biologije biljaka, bez detaljnog ulaska u morfologiju biljnih organa. Nastava treba biti zasnovana na konceptualnom i eksperimentalnom učenju, uz korištenje modela, shema i laboratorijskih aktivnosti. Preporučuje se izvođenje laboratorijske vježbe dokazivanja fotosinteze kroz analizu prisustva hlorofila i oslobađanja kisika, čime se omogućava direktno povezivanje teorijskih sadržaja s eksperimentalnim dokazima. Učenici treba da razumiju fotosintezu kao ključni proces u ciklusu ugljika i energetskoj ravnoteži ekosistema. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

2. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Hemija (fotokemijske reakcije, ciklus ugljika), Biohemija (sekundarni metaboliti), Farmakognozija (ljekovite biljke i bioaktivne supstance), Bromatologija (prehrambena vrijednost biljaka i nutritivni značaj).

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja kompetencija – kompetencijski pristup

Razvijaju se naučna i ekološka pismenost kroz razumijevanje uloge biljaka u ekosistemima, kritičko mišljenje kroz interpretaciju eksperimentalnih rezultata te vještine rješavanja problema kroz analizu fizioloških procesa i njihovih primjena u medicini i svakodnevnom životu.

**B. Povezanost struktura i funkcija živih bića;
C. Struktura i fiziologija organizama, pretvaranje materije i energije
D. Čovjek, biološko i društveno biće.**

Ishodi učenja:

B.II.2. Povezuje organizacione nivoe živog organizma s građom i funkcijom tkiva i organskih sistema čovjeka.

C.II.1. Objašnjava ulogu homeostaze u održavanju stabilnosti unutrašnje sredine i zdravlja organizma.

D.II. 3. Objašnjava uticaj štetnih materija na zdravlje i promoviše preventivne mjere.

Indikatori:

B.II.2.1. Navodi organizacione nivoe živog organizma koristeći primjere iz humane anatomije.

B.II.2.2. Razlikuje osnovne tipove životinjskih tkiva prema njihovoj građi i funkciji.

B.II.2.3. Opisuje međusobnu funkcionalnu ovisnost organskih sistema čovjeka koristeći primjere regulatorne integracije (npr. nervni i endokrini sistem).

C.II.1.1. Objašnjava negativnu povratnu spregu kao osnovni mehanizam održavanja homeostaze koristeći dijagram petlje.

C.II.1.2. Primjenjuje princip homeostaze na klinički relevantan primjer: regulacija glukoze u krvi (insulin, glukagon) i dijabetes mellitus.

C.II.1.3. Objašnjava termoregulaciju kao primjer održavanja homeostaze na osnovu fizioloških mehanizama vazodilatacije, znojenja i drhtanja.

C.II.1.4. Istražuje posljedice poremećaja homeostaze na primjerima dehidracije, hiponatremije, hipotermije.

D.II.3.1. Objašnjava djelovanje alkohola, duhanskog dima i opioda na ćelije i organe na osnovu njihovih bioloških mehanizama.

D.II.3.2. Objašnjava biološku osnovu razvoja ovisnosti povezujući neuroplastičnost i dopaminski sistem nagrade, uz primjenu nediskriminirajućeg pristupa.

D.II.3.3. Povezuje načine prenosa spolno prenosivih infekcija (HIV, HPV, sifilis) s odgovarajućim mjerama prevencije na osnovu epidemioloških podataka.

KLJUČNI SADRŽAJI

Organizacijski nivoi ljudskog organizma, osnovna tkiva (epitelno, vezivno, mišićno, nervno) i funkcionalna organizacija organa i sistema, homeostaza i negativna povratna sprega, regulacija glukoze (insulin, glukagon) i dijabetes mellitus, termoregulacija i osmotska/bubrežna regulacija, klinički primjeri poremećaja homeostaze (dehidracija, hiponatremija, hipotermija), uticaj štetnih materija (alkohol, duhanski dim, opiodi) i neurobiologija ovisnosti, spolno prenosive infekcije (HIV, HPV, sifilis) i prevencija (vakcinacija, zaštita, testiranje).

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Fokus je na funkcionalnoj histoanatomiji ljudskog organizma i povezanosti građe i funkcije. Nastava treba biti jasno povezana sa predmetima Anatomija čovjeka i Fiziologija čovjeka, uz naglasak na integrativno razumijevanje organskih sistema. Preporučuje se mikroskopiranje četiri osnovna tkiva (epitelno, vezivno, mišićno i nervno) uz analizu histoloških preparata i povezivanje mikroskopske građe sa funkcijom tkiva. Umjesto klasične disekcije, preporučuje se korištenje virtuelne disekcije i digitalnih simulacija anatomske struktura. Homeostaza treba biti obrađena kao centralni fiziološki koncept koji povezuje sve sisteme organa. Poseban naglasak stavlja se na mehanizme regulacije, uključujući analizu krivulja glukoze u krvi i interpretaciju rezultata oralnog testa tolerancije glukoze. U obradi toksikoloških aspekata preporučuje se analiza djelovanja alkohola, duhanskog dima i opioda na organizam, uz povezivanje sa mehanizmima ovisnosti i neurobiološkim osnovama nagrađnog sistema.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Sadržaji se povezuju sa Anatomijom čovjeka (histoanatomija organa i sistema), Fiziologijom čovjeka (mehanizmi regulacije i homeostaza), Toksikologijom (mehanizmi djelovanja toksina), Mikrobiologijom (patogeneza i spolno prenosive infekcije) te Hemijom (farmakokemija i mehanizmi ovisnosti). Poseban naglasak stavlja se na analizu epidemioloških podataka, uključujući HIV u BiH i regiji.

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja kompetencija – kompetencijski pristup

Realizacijom sadržaja razvija se tjelesno-zdravstvena kompetencija kroz razumijevanje funkcionisanja ljudskog organizma i faktora koji narušavaju zdravlje. Učenici razvijaju kritičko mišljenje kroz analizu kliničkih podataka i dijagrama, socijalne i građanske kompetencije kroz razumijevanje javnozdravstvenih problema te etičko prosuđivanje u kontekstu ovisnosti, infekcija i savremenih medicinskih izazova.

A.

Zemlja prostor života

Ishodi učenja:

A.II.1. Objašnjava povezanost organizama i procesa u ekosistemu te njihov značaj za održavanje ravnoteže u prirodi.

A.II.2. Analizira uticaj čovjeka na biodiverzitet i predlaže mjere zaštite okoliša.

Indikatori:

A.II.1.1. Objašnjava trofičke odnose u ekosistemu na primjerima lanaca i mreža ishrane.

A.II.1.2. Opisuje biogeokemijske cikluse ugljika i azota i njihov poremećaj kao uzrok klimatskih promjena.

A.II.1.3. Procjenjuje utjecaj zagađenja okoliša (zrak, voda, tlo) na zdravlje čovjeka na osnovu konkretnih primjera.

A.II.1.4. Povezuje zdravlje čovjeka, životinja i okoliša na primjerima iz koncepta One Health.

A.II.2.1. Razlikuje obnovljive i neobnovljive izvore energije i povezuje njihov način korištenja s uticajem na okoliš.

A.II.2.2. Raspravlja o uzrocima i posljedicama gubitka biodiverziteta (zoonoza kao primjer).

A.II.2.3. Predlaže konkretne individualne i sistemske mjere za smanjenje ekološkog uticaja medicinskog sektora na okoliš.

KLJUČNI SADRŽAJI

Ekosistemi i trofički odnosi, biogeokemijski ciklusi ugljika i dušika, zagađenje okoliša i zdravstveni učinci, klimatske promjene i zarazne bolesti, koncept „One Health“ i antimikrobna rezistencija, biodiverzitet i njegov značaj za zdravlje, ugrožavanje biodiverziteta i zoonoze, održive prakse u zdravstvenom sektoru.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Nastavu je preporučljivo realizovati kroz analizu primjera iz javnog zdravstva, klimatskih promjena i zaštite okoliša. Preporučuje se analiza karata rasprostranjenosti vektorskih bolesti u kontekstu klimatskih promjena te provođenje terenskih i projektnih aktivnosti usmjerenih na istraživanje lokalnog ekosistema ili upravljanje medicinskim otpadom. Poseban naglasak treba staviti na povezanost zdravlja ljudi, životinja i okoliša kroz koncept „One Health“.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Sadržaji se povezuju sa Geografijom (klimatske zone i rasprostranjenost vektorskih bolesti), Mikrobiologijom (zoonoze i antimikrobna rezistencija), Hemijom (zagađivači okoliša) te Matematikom i statistikom (analiza epidemioloških podataka).

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja kompetencija – kompetencijski pristup

Realizacijom sadržaja razvijaju se ekološka pismenost, socijalna i građanska kompetencija, kritičko mišljenje te istraživačke vještine kroz analizu podataka, rješavanje problema i donošenje odgovornih odluka u području zaštite zdravlja i okoliša.

B.

Povezanost struktura i funkcija živih bića

Ishodi učenja:

B.III.1. Objašnjava biološke karakteristike mikroorganizama i njihove uloge u zdravlju i bolesti čovjeka.

B.III.2. Procjenjuje medicinsku relevantnost biodiverziteta mikroorganizama, gljiva i biljaka.

B.III.3. Primjenjuje mjere zaštite od patogenih mikroorganizama koristeći biološke principe prevencije.

Indikatori:

B.III.1.1. Razlikuje viruse, bakterije, gljive i protozoe prema osnovnim biološkim karakteristikama.

B.III.1.2. Objašnjava faze virusne infekcije (adsorpcija, penetracija, replikacija, oslobađanje) na primjeru SARS-CoV-2.

B.III.1.3. Opisuje ulogu i sastav normalnog mikrobioma čovjeka (probavni, kožni, urogenitalni) i posljedice njegove disrupcije (disbakterioza, *C. difficile*).

B.III.1.4. Razlikuje aktivnu i pasivnu imunost i objašnjava princip djelovanja vakcina.

B.III.2.1. Primjenjuje osnove principe taksonomske klasifikacije za određivanje sistematske pripadnosti mikroorganizama, gljiva i ljekovitih biljaka.

B.III.2.2. Objašnjava značaj odabranih mikroorganizama, gljiva i biljaka u medicini i farmaciji na primjerima penicilina, digitalisa i artemizina.

B.III.2.3. Objašnjava povezanost očuvanja biodiverziteta i razvoja novih lijekova na primjerima bioprospekcije.

B.III.3.1. Razlikuje mehanizme patogenosti mikroorganizama na primjerima djelovanja egzotoksina, endotoksina, invazije tkiva i imuno-evazije.

B.III.3.2. Objašnjava principe asepse i antiseptičke i povezuje ih s prevencijom širenja infekcija.

B.III.3.3. Analizira uzroke i posljedice antimikrobne rezistencije (AMR) i povezuje ih s odgovornom primjenom antimikrobnih lijekova.

KLJUČNI SADRŽAJI

Građa, raznolikost i značaj mikroorganizama (virusi, bakterije, gljive i protozoe) s naglaskom na medicinski relevantne vrste, životni ciklusi virusa, bakterijska patogenost, biofilm i endospore, mikrobiom čovjeka i njegov značaj za zdravlje, imunizacija i osnovni tipovi vakcina, principi biološke klasifikacije i taksonomije, biološki izvori lijekova i značaj biodiverziteta u farmakognoziji i bioprospekciji, medicinski značajne gljive (*Candida*, *Aspergillus*, dermatofiti) i antibiotici gljivičnog porijekla (penicilin, cefalosporini), mehanizmi patogenosti mikroorganizama, asepsa i antisepsa, antimikrobna rezistencija, horizontalni transfer gena i koncept „One Health“ u kontroli zaraznih bolesti.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Oblast se realizuje s fokusom na biološke karakteristike mikroorganizama, imunizaciju i antimikrobnu rezistenciju, dok se laboratorijska identifikacija mikroorganizama, antibiogram i mikroskopska dijagnostika detaljnije obrađuju u nastavi Mikrobiologije. Preporučuje se analiza studija slučaja epidemija (npr. morbili ili SARS-CoV-2) radi razumijevanja bioloških principa imunizacije i javnozdravstvenog značaja vakcinacije. U obradi antimikrobne rezistencije preporučuje se analiza podataka o potrošnji antibiotika i pojavnosti rezistentnih sojeva, uz diskusiju o konceptu „One Health“ i odgovornoj primjeni antimikrobnih lijekova. Preporučuje se izrada digitalnog herbarijuma ljekovitih biljaka značajnih za Bosnu i Hercegovinu te analiza njihove medicinske primjene.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Sadržaji se povezuju sa Mikrobiologijom (laboratorijska identifikacija mikroorganizama, antibiogram i antimikrobna rezistencija), Parazitologijom (medicinski značaj protozoa i drugih parazita) te predmetom Zarazne bolesti (osnove patogeneze, prevencije i kontrole infekcija).

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Realizacijom sadržaja razvijaju se naučna pismenost, kritičko mišljenje i istraživačke vještine kroz analizu bioloških i epidemioloških podataka. Učenici razvijaju socijalnu odgovornost i kompetencije za promociju zdravlja kroz razumijevanje značaja imunizacije, prevencije zaraznih bolesti i racionalne primjene antibiotika.

D.

Čovjek, biološko i društveno biće

Ishodi učenja:

D.III.1. Analizira medicinski relevantne aspekte biosistematike životinja s fokusom na parazite i vektore.

Indikatori:

D.III.1.1. Određuje sistematsku pripadnost medicinski relevantnih parazita: *Plasmodium*, *Toxoplasma*, *Taenia*, *Echinococcus*, *Ascaris*, *Trichinella*.

D.III.1.2. Objašnjava životni ciklus parazita (definitivni i intermedijarni domaćin, uloga komaraca).

D.III.1.3. Identifikuje vektore zaraznih bolesti (*Aedes*, *Anopheles*, *Ixodes*) i mjere zaštite od vektora.

KLJUČNI SADRŽAJI

Osnove sistematike i raznolikosti životinja, medicinski značajni paraziti (protozoe, pljosnate i oble gliste) i bolesti koje uzrokuju, vektori zaraznih bolesti (komarci, krpelji i muhe) te njihova uloga u prenosu patogena, mjere prevencije i kontrole parazitarnih i vektorski prenosivih bolesti.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Ova oblast stavlja naglasak na medicinski značajne parazite, vektore zaraznih bolesti i mjere njihove kontrole. Klinički aspekti infekcija obrađuju se detaljnije u okviru predmeta Parazitologija i Mikrobiologija. Preporučuje se analiza karata rasprostranjenosti vektorskih bolesti i klimatskih projekcija radi razumijevanja uticaja okolišnih faktora na distribuciju bolesti i njihov javnozdravstveni značaj.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Sadržaji se povezuju sa Parazitologijom (parazitarne infekcije i njihova biologija), Mikrobiologijom (vektori i uzročnici bolesti) te Epidemiologijom (prevencija, nadzor i mjere kontrole zaraznih bolesti).

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja kompetencija – kompetencijski pristup

Realizacijom sadržaja razvijaju se istraživačke vještine kroz analizu epidemioloških podataka i geografskih obrazaca širenja bolesti, kritičko mišljenje kroz interpretaciju naučnih informacija te socijalna kompetencija kroz razumijevanje značaja prevencije i zaštite zdravlja pojedinca i zajednice.

D.

Čovjek, biološko i društveno biće

Ishodi učenja:

D.III.2.

Raspravlja o primjenama klasične i moderne biotehnologije u medicini i procjenjuje bioetičke implikacije.

D.III.3.

Provodi istraživanje iz oblasti biologije i prezentira zaključke koristeći digitalne i naučne alate.

Indikatori:

D.III.2.1. Objašnjava princip rekombinantne DNK tehnologije: restrikcija, ligacija, kloniranje u vektoru, ekspresija u domaćinu.

D.III.2.2. Opisuje princip PCR reakcije i njenu primjenu u medicinskoj dijagnostici (SARS-CoV-2, genetičke bolesti, forenzika).

D.III.2.3. Objašnjava princip djelovanja CRISPR-Cas9 tehnologije i analizira njenu primjenu u genskoj terapiji i etičke dileme uređivanja humanog genoma.

D.III.2.4. Objašnjava ulogu biotehnologije u proizvodnji lijekova i vakcina na primjerima humanog insulina, interferona, monoklonskih antitijela i mRNK vakcina.

D.III.3.1. Postavlja hipotezu i dizajnira eksperimentalni plan za istraživanje iz biologije.

D.III.3.2. Koristi baze podataka (PubMed, WHO, ECDC) za pronalaženje relevantnih naučnih informacija.

KLJUČNI SADRŽAJI

Osnove genetičkog inženjerstva i rekombinantne DNK tehnologije, PCR i RT-PCR u molekularnoj dijagnostici, CRISPR-Cas9 i uređivanje genoma, biotehnološki lijekovi i mRNA vaccine, bioetički aspekti savremene biotehnologije, osnove naučnoistraživačkog rada i biostatistike, naučna literatura, akademsko citiranje i prepoznavanje pseudonauke.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Za realizaciju ove oblasti preporučuje se korištenje simulacija PCR-a, sekvenciranja i CRISPR-Cas9 tehnologije putem digitalnih i bioinformatičkih alata. Učenike treba uključiti u analizu naučne literature te prezentaciju odabranih naučnih radova iz oblasti biomedicine radi razvoja istraživačkih kompetencija i naučne pismenosti.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Sadržaji se povezuju sa Biohemijom (hemijska osnova DNK tehnologije), Mikrobiologijom (bakterije kao ekspresijski sistemi), Farmakologijom (biotehnološki lijekovi), Informatikom (bioinformatički alati i baze podataka).

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja kompetencija – kompetencijski pristup

Realizacijom sadržaja razvijaju se digitalna i naučna pismenost, kritičko mišljenje, istraživačke vještine i sposobnost interpretacije naučnih podataka. Poseban naglasak stavlja se na etičko prosuđivanje u primjeni savremenih biotehnologija te razvoj inicijativnosti i kreativnosti u rješavanju biomedicinskih problema.

A.

Zemlja prostor života

Ishodi učenja:

A.IV.1. Analizira biološke i etičke aspekte odnosa čovjeka prema živom svijetu i savremenim biomedicinskim dostignućima.

A.IV.2. Objašnjava evoluciju čovjeka na osnovu fosilnih, anatomskih i molekularnih dokaza.

A.IV.3. Provodi i prezentuje biološko istraživanje povezano sa zdravljem ili biomedicinom.

Indikatori:

A.IV.1.1. Upoređuje antropocentrični i biocentrični pristup na primjerima medicinske etike, uključujući eksperimentisanje na životinjama i prava pacijenata.

A.IV.1.2. Objašnjava genetičku osnovu varijabilnosti među ljudskim populacijama.

A.IV.1.3 Identifikuje futurološka pitanja biologije: sinteza genoma, ksenotransplantacija, produžetak životnog vijeka, transhumanizam.

A.IV.2.1. Objašnjava faze hominizacije: bipedizam, porast volumena mozga, razvoj artikuliranog govora i kulture.

A.IV.2.2. Opisuje molekularne dokaze evolucije čovjeka: mitohondrijalna DNK (Out of Africa teorija) i Y-hromosom filogenetika.

A.IV.2.3. Objašnjava geografsku varijabilnost ljudskih populacija na primjerima boje kože i krvnih grupa kao posljedicu genetičke varijabilnosti i prilagodbe na okolišne uslove.

A.IV.3.1. Postavlja istraživačko pitanje medicinske relevantnosti iz biološke domene na osnovu odabrane teme.

A.IV.3.2. Izrađuje strukturirani istraživački rad prema obrascu: uvod, pitanje/hipoteza, metoda, rezultati/diskusija, zaključak, literatura.

A.IV.3.3. Predstavlja rezultate istraživanja i obrazlaže zaključke na osnovu prikupljenih podataka i korištenih izvora.

KLJUČNI SADRŽAJI

Bioetika i filozofski pristupi odnosu čovjeka i prirode, biološka osnova ljudske varijabilnosti i naučni pogled na rasu, porijeklo i evolucija čovjeka (hominizacija, antropogeneza i genetički dokazi evolucije), adaptacije čovjeka na različite uslove sredine, savremene biotehnologije i njihovi etički izazovi (sintetička biologija, ksenotransplantacija, transhumanizam), osnove naučnoistraživačkog rada, biostatistike i bioinformatike; naučna i zdravstvena komunikacija, prilagodba stručnog i biološkog jezika laičkoj i profesionalnoj publici, korištenje digitalnih i vizualnih alata za jasnu prezentaciju bioloških i medicinskih podataka te izrada i prezentacija istraživačkog projekta.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Nastavu je preporučljivo organizovati kroz problemsko i istraživačko učenje, analizu naučnih izvora, interpretaciju genetičkih i epidemioloških podataka, strukturirane debate o bioetičkim pitanjima te korištenje savremenih digitalnih alata. Poseban značaj ima izrada, pisanje i javna prezentacija završnog istraživačkog projekta, kojim se integrišu znanja, vještine i kompetencije razvijane tokom četverogodišnjeg obrazovanja. Učenike je potrebno osposobljavati za samostalno pretraživanje naučne literature, korištenje bioinformatičkih baza podataka i kritičku evaluaciju naučnih informacija. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Sadržaji se povezuju sa Zdravstvenom psihologijom i etikom (bioetička pitanja), Sociologijom (društveni aspekti ljudske varijabilnosti), Informatikom (bioinformatički alati i baze podataka).

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Realizacijom sadržaja razvijaju se kritičko i etičko mišljenje, istraživačke vještine, komunikacijske kompetencije, informatička pismenost te inicijativnost i autonomno učenje. Završni istraživački projekt predstavlja kulminaciju istraživačkih kompetencija stečenih tokom srednjoškolskog obrazovanja i omogućava učenicima primjenu naučne metodologije u rješavanju problema relevantnih za medicinsku struku.

D.

Čovjek, biološko i društveno biće

Ishodi učenja:

D.IV.1. Analizira obrasce nasljeđivanja osobina i bolesti i izračunava vjerovatnoću njihovog nasljeđivanja.

Indikatori:

D.IV.1.1. Rješava zadatke dihibridnog i jednostavnog polihibridnog ukrštanja primjenom Punnettovog kvadrata i pravila vjerovatnoće.

D.IV.1.2. Razlikuje nepotpunu dominaciju, kodominaciju, epistazu i poligensko nasljeđivanje na odgovarajućim primjerima.

D.IV.1.3. Analizira rodoslove i određuje obrazac autosomnog, spolno vezanog ili mitohondrijalnog nasljeđivanja.

D.IV.1.4. Izračunava vjerovatnoću nasljeđivanja osobina i bolesti primjenom Mendelovih pravila i pravila vjerovatnoće u jednostavnim i kombinovanim primjerima.

D.IV.2. Primjenjuje principe populacijske genetike i tumači osnovne genetičke podatke u kontekstu procjene genetičkog rizika.

D.IV.2.1. Primjenjuje Hardy-Weinbergov princip za izračunavanje frekvencije alela i genotipova u populaciji.

D.IV.2.2. Povezuje frekvencije alela i genotipova s genetičkom strukturom populacije na osnovu datih podataka.

D.IV.2.3. Tumači osnovne rezultate genetičkog testiranja i kariograma na osnovu zadatih podataka.

D.IV.2.4. Povezuje rezultate genetičkog testiranja s mogućim genetičkim rizikom, uz razlikovanje genetičke predispozicije od sigurnog razvoja bolesti.

KLJUČNI SADRŽAJI

Dihybridno i jednostavno polihybridno ukrštanje, Punnettov kvadrat i pravila vjerovatnoće, interakcije alela i gena – nepotpuna dominacija, kodominacija i epistaza, poligeno i multifaktorijsko nasljeđivanje, analiza rodoslova, autosomno, spolno vezano i mitohondrijalno nasljeđivanje, procjena vjerovatnoće nasljeđivanja osobina i bolesti, Populacijska genetika; frekvencija alela i genotipova, Hardy-Weinbergov princip, genetička struktura i varijabilnost populacija, faktori koji mijenjaju frekvencije alela, genetičko testiranje, kariogram i hromosomske abnormalnosti, genetički rizik i predispozicija, osnove genetičkog savjetovanja i interpretacije genetičkih podataka.

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA

1. Mogućnosti efikasnog učenja i poučavanja tematske cjeline – metodičke smjernice

Sadržaje humane i populacijske genetike realizovati postupno, od ponavljanja osnovnih principa Mendelovog nasljeđivanja prema složenijim obrascima nasljeđivanja, analizi rodoslova i primjeni pravila vjerovatnoće. Nastavu organizovati kroz problemsko učenje, rješavanje genetičkih zadataka, analizu rodoslova, interpretaciju tabela i grafičkih prikaza te korištenje Punnettovih kvadrata i stabala vjerovatnoće. Za sadržaje populacijske genetike koristiti jednostavne numeričke primjere i digitalne simulacije Hardy-Weinbergove ravnoteže. Genetičko testiranje i kariogram obrađivati na anonimnim i pojednostavljenim primjerima, uz naglasak na pravilno tumačenje podataka i razlikovanje genetičke predispozicije od sigurnog razvoja bolesti. Zadaci se trebaju postupno usložnjavati, uz kontinuirano obrazlaganje postupka i zaključaka, a ne samo provjeru konačnog rezultata.

2. Mogućnosti ostvarivanja međupredmetne povezanosti – međupredmetne korelacije

Sadržaji se povezuju Hemijom kroz povezivanje nasljeđivanja s molekularnom osnovom DNK i ekspresijom gena, Zdravstvenom psihologijom i etikom kroz genetičko testiranje, procjenu genetičkog rizika, privatnost i odgovorno korištenje genetičkih informacija. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

3. Mogućnosti odgojnog djelovanja i razvoja ključnih kompetencija – kompetencijski pristup

Realizacijom sadržaja razvijaju se naučna i matematička pismenost, kritičko i analitičko mišljenje, rješavanje problema, digitalna kompetencija, komunikacijske vještine i autonomno učenje. Rješavanje genetičkih problema razvija sistematičnost, preciznost i sposobnost zaključivanja na osnovu dokaza. Analiza genetičkog rizika i rezultata testiranja doprinosi razvoju etičke odgovornosti,

svijesti o privatnosti genetičkih podataka, nediskriminaciji i odgovornom odnosu prema naučnim informacijama. Učenike treba podsticati da razlikuju činjenice, vjerovatnoće i pretpostavke, obrazlažu zaključke na osnovu dostupnih podataka i kritički procjenjuju ograničenja genetičkih predviđanja.

PK5 – Učenje i podučavanje

Razvijanje konceptualnog razumijevanja o prirodnim pojavama

Proučavanje i razumijevanje života, neovisno od nivoa obrazovanja, poželjno je kroz učenje biologije. Proučavanje biologije treba da bude smješteno u važne kontekste, kako bi se učenicima omogućilo da na što efektivniji način razvijaju konceptualno poznavanje i razumijevanje prirodnih bioloških pojava i procesa.

U najboljem slučaju gradivo se smješta u eksperimentalne kontekste da bi se učenicima omogućila direktna interakcija s ispitivanom pojavom u prirodi. Ukoliko ne postoji mogućnost za direktnom interakcijom (npr. nemogućnost da se neki eksperiment ili ogled provede zbog toga što škola ne posjeduje specijaliziranu opremu), važno iskustvo može se steći i kroz videosnimke eksperimenta ili oglada, virtualne (simulacije) eksperimenta, kroz postavljanje misaonih eksperimenata ili korištenjem interaktivnih mapa. Nakon pružene prilike da biološku pojavu / zakonitost učenici spoznaju na iskustvenom nivou, neophodno je raditi na razvijanju unutrašnjih vizuelnih predodžbi i uzročno-posljedičnih veza o ispitivanoj pojavi ili procesu, tako da proces učenja može biti olakšan korištenjem vanjskih vizuelizacija (preparata, slika, modela...).

Nakon što se učenik/ca upozna sa pojavom kroz fizičko iskustvo i stekne određenu vizuelnu predstavu o pojavama i procesima, moguće je pristupiti njihovom spoznavanju na nivou apstraktnih prezentacija poput bioloških tabela, formula i grafikona. Kroz sve ove faze, učenik/ca treba da ima aktivnu ulogu u procesu konstrukcije znanja, tj. da procjenjuje postavke eksperimenta / simulacije, izvodi zaključke o biološkim zakonitostima, crtežima predstavlja svoje ideje, te tumači i koristi tabele, formule i grafikone.

Učenici prije formalnog, školskog učenja biologije razvijaju određene predodžbe (miskonceptije) o prirodnim pojavama i procesima, koje nemaju naučno utemeljenje. Ove predodžbe utemeljene su na direktnom iskustvu učenika (npr. sljepić je otrovna zmija, a ne gušter), one su duboko ukorijenjene nužno ih je u nastavi biologije identificirati i raditi na razvijanju prihvatljivih gledišta, sa biološkog aspekta.

Razvijanje kompetencije za korištenje naučne metode

U nastavi Biologije bitno pitanje savremenog nastavnika jeste izbor metode i oblika rada.

Naučne metode kojima se dolazi do saznanja o pojavama života obuhvataju niz postupaka koji su naročito značajni za razvijanje znanja o prirodi biologije i učeničkih kompetencija kroz istraživačku nastavu Biologije.

Kod istraživačke nastave učenici se najprije motiviraju za proučavanje određene pojave / procesa u kontroliranim uvjetima (kroz jednostavan zanimljiv eksperiment), zatim tu pojavu / proces dublje istražuju kroz grupni rad (pomoću pažljivo pripremljenih radnih listova). Učenici/ce izvještavaju o rezultatima grupnog rada i uz pomoć nastavnika/ce izvode ključne teorijske zaključke, te tako na kraju i primjenjuju naučeno znanje u različitim kontekstima i procjenjuju vlastiti napredak. Kada planiraju i provode eksperimente, učenici uče tačno opažati, jasno opisivati, pravilno predstaviti i interpretirati. Važno je da se uzimaju u obzir smjernice za sigurnost izvođenja eksperimenta.

Od učenika se kroz aktivno učenje traži da praktično rade i uče saradnički, da nauče misliti, rješavati probleme, istraživati, pripremati sadržaje i predstavljati vlastite rezultate. Aktivnim učenjem, da bi rezultat bio povezivanje s već usvojenim znanjem i životnim iskustvom, treba da podstiču razumijevanje glavnih ideja i principa. Da bi učenici razvijali što veću samostalnost treba ih uključiti u pisanje sadržaja, te razvijati potrebu za učenjem, što će u njima da potiče lični rast i razvoj i kritičko mišljenje.

Tri temeljne aktivnosti u aktivnom učenju jesu istraživanje, stvaranje sadržaja i predstavljanje sadržaja. Ove tri temeljne aktivnosti usklađene su međusobnom učeničkom interakcijom i razmjenom iskustava, prijedloga ili mogućih odgovora. Učenika/cu neposredno uključujemo u tok nastave, aktivnim metodama podučavanja. Kao objekat učenja, učenik/ca ne smije biti samo pasivni slušalac ili gledalac. Kada učenik/ca aktivno učestvuje u nastavi, motivacija za učenje postaje mnogo veća, postaje nosilac procesa i preuzima odgovornost za usvojeno znanje. Uz kognitivno usvajanje znanja, učenici razvijaju različite tehnike, vještine, samokritičnost i međusobno se uvažavaju.

Aktivne metode rada zahtijevaju od učenika praktični rad, komunikaciju, raspravu, argumentiranje, rješavanje problema, organizaciju rada i toleranciju. U nastavnoj praksi određeni učenici su uvijek spremni za rad, bez obzira na metodu rada, dok neki nisu spremni i vrlo ih je teško motivirati. Da bi se nemotivirajuća skupina učenika, uključila u proces učenja poželjno ih je uključiti u aktivnu metodu igranja uloga; tada učenici postaju glumci, a nastavnik/ca preuzima ulogu reditelja. Vrlo je bitna prethodna priprema nastavnika za ovakav vid podučavanja. Potrebno je učeniku/ci dati jasne upute za rad, definirati ciljeve i preispitati usvojeno znanje. Veoma je važno da učenik/ca na kraju časa dobije povratnu informaciju o usvojenom znanju. Ova aktivna metoda povezuje različite strategije učenja.

Ovakvo usvajanje znanja može se postići na različite načine: metodom govora tijela, vizuelno i slušno. Učenjem u grupi učenici uvažavaju ideje drugih te razvijaju mogućnost rješavanja problema. Ako u procesu učenja povežemo slušnu, vizuelnu metodu te metodu govora tijela, dobijemo aktivno učenje koje povećava unutrašnju motivaciju. Kad učenik/ca postane subjekt učenja, tad učenje i doživi. Takvo učenje postaje interaktivno, dinamično, zabavno i kreativno. Primjenjivo znanje je u konačnici aktivnog učenja.

U ulozi mentora nastavnik/ca ne nameće moguća rješenja, već dopušta da učenik/ca sam dolazi do rješenja problema. Nastavnikova je uloga da daje smjernice, potiče radoznalost, na pitanja učenika odgovara pitanjima. Nastavnik/ca prati napredak učenika/ce tokom aktivnog učenja na različitim područjima, kao što su motoričke sposobnosti, izražavanje, argumentiranje, kreativnost i timski rad.

Korištenjem različitih oblika, metoda i tehnika podučavanja, potrebno je učenicima konzistentno zadavati zadatke činjeničnog i konceptualnog tipa, kako bismo ravnomjerno razvijali činjenično, konceptualno i proceduralno znanje biologije.

Za razvoj konceptualnog znanja bitne su cjelorazredne rasprave i intenzivna verbalizacija pojava i procesa u prirodi.

Proceduralno znanje može se razvijati izradom praktičnih radova, izvođenjem eksperimenata, kao i projekata. Važno je i poželjno kombinirati različite tipove ovih zadataka, kroz istraživačku, projektnu i problemsku nastavu.

Pristup informacijsko-komunikacijskim tehnologijama u nastavi biologije

Podučavanje i učenje biologije, koje odgovara savremenom stanju u društvu, neizostavno uključuje upotrebu informacijsko-komunikacijske tehnologije, što je učenicima zanimljivo, a nastavnom procesu daje raznolikost i dinamičnost.

Korištenjem različitih digitalnih alata, softvera i aplikacija, učeniku/ci i nastavniku/ci se omogućava kreativan, fleksibilan i inovativan pristup obrazovnom procesu što može olakšati prikupljanje, obradu i prezentiranje podataka. Pored toga, može pomoći u vizualizaciji prirodnih pojava i procesa te omogućiti efektivnije komuniciranje s učenicima i prikupljanje povratnih informacija o procesu učenja.

Nastavnik/ca ima punu autonomiju pri strukturiranju nastavnog časa i planiranju korištenja obrazovnih tehnologija, opreme i softvera za postizanje ishoda učenja.

PK6 – Vrednovanje u predmetnom kurikulumu

Završnu fazu nastavnog procesa predstavlja vrednovanje (evaluacija) ostvarenja ishoda nastave. To je oblik odgojno-obrazovnog rada kojim se učenici konstantno i na planski način potiču na svjesno i aktivno usvajanje znanja, vještina, sposobnosti, navika, stavova i oblika ponašanja. Pravilna i kontinuirana organizacija vrednovanja rada učenika može postati najefikasnija metoda podučavanja.

U osnovne komponente evaluacije stečenog znanja ubrajamo evidentiranje, provjeravanje i ocjenjivanje, koji čine tri faktora jedinstvenog funkcionalno povezanog procesa. Evidentiranjem se stječe realan uvid u nastavni proces, dok provjeravanje nastavniku otkriva realno stanje u nastavnom radu, a ocjenjivanje, uz primjenu određenih postupaka upoređivanja, pokazuje vrijednosne parametre u nastavnom procesu.

U ovoj fazi nastavnog procesa objektivno se posmatra, provjerava i mjeri nastavni rad, te odgojno utječe na učenika/cu kroz motivaciju za rad. Kroz fazu provjeravanja prikuplja se potrebna dokumentacija o realizaciji ishoda učenja na temelju koje se vrednuje stepen njihove realizacije. Termini provjeravanje i ocjenjivanje pojmovno se razlikuju, ali u samoj nastavnoj praksi ne bi trebali biti odvojeni. Navedene aktivnosti provode se u svim fazama nastavnog rada, kroz realizaciju časova obrade, utvrđivanja, ponavljanja, sistematiziranja i uvježbavanja. U određenim slučajevima moguće je organizirati zasebne časove kada se vrši pisana provjera znanja. S obzirom na tehnička izvođenja, provjeravanje i ocjenjivanje može da bude usmeno, pisano, samoprovjeravanje i praktično.

Usmeno provjeravanje i ocjenjivanje realizira se kroz neposredni dijalog između nastavnika i učenika/ce. Može se izvoditi usmenim ili pisanim saopćavanjem učenika/ce, a registrira se numerički ili deskriptivno. Numeričko provjeravanje i ocjenjivanje odnosi se na ocjenu izraženu brojem i predstavljeno je određenom cifrom mjerne skale od 1 do 5. Deskriptivno provjeravanje i ocjenjivanje odnosi se na provjeru izraženu opisom i predstavljeno je određenim verbalnim formulacijama.

Vrednovanje u nastavi ima trojaku funkciju. Prije svega, to se odnosi na metrijsku, pedagošku i društvenu funkciju vrednovanja. Mjerenjem znanja vrši se komparacija nivoa znanja i sposobnosti učenika/ce, te je fokusirana na ocjenu učinka. Pedagoška funkcija vrednovanja mnogo je bitnija u ovoj fazi nastavnog procesa, a može se povezati sa korektivnim, usmjeravajućim, afirmativnim i motivacijskim utjecajem na učenika/cu.

Vrednovanje u nastavi treba provoditi kroz evaluaciju i praćenje znanja, radnih navika, interesa, zalaganja, stavova, subjektivne i objektivne sposobnosti za rad. Vrednovanje koje učenike/ce potiče na rad i zalaganje na nastavi mora biti neprekidno i stalno kako bi se izbjeglo kampanjsko praćenje sadržaja gradiva. Kontinuiranost vrednovanja moguće je ostvariti uz primjenu usmenih, pisanih i praktičnih tehnika evaluacije postignuća učenika/ca. Ovaj način vrednovanja osigurava i ekonomičnost ocjenjivanja kada nastavnik tokom svakog časa vrši provjeru znanja.

Pisano provjeravanje i ocjenjivanje učeničkih postignuća provodi se različitim pisanim tehnikama. Tehnike ocjenjivanja pisanih radova najčešće obuhvataju ocjenjivanje školskih pisanih radova (izvještaji i referati o provedenim posmatranjima, eksperimentima, ekskurzijama i sl.), nizova zadataka objektivnog tipa, testova znanja, te ocjenjivanjem praktičnih radova putem laboratorijskih i drugih vježbi. Pisanom provjerom postiže se veći nivo objektivnosti vrednovanja učeničkih postignuća, što podrazumijeva ujednačavanje uslova ispitivanja.

Samovrednovanje rada učenika/ca razvija značajne komponente ličnosti, poput kritičnosti, samokritičnosti, samoprovjeravanja, samoocjenjivanja i vrednovanja tuđeg rada. Kod ovog vida vrednovanja potrebno je učenike/ce upoznati s kriterijumima procjene vlastitog rada, te osigurati pravilno provođenje ovog postupka.

Svaki/a nastavnik/ca može samostalno odabrati tehnike za provođenje vrednovanja i ocjenjivanja učenika, uz naglasak da te tehnike posjeduju značajan potencijal, kada je u pitanju prikupljanje informacija o određenom skupu ishoda učenja. Prilikom odabira tehnika treba voditi računa o tome da zadaci i pitanja budu pažljivo selektirani, te da budu odraz postavljenih ciljeva i sadržaja predmeta. U procesu vrednovanja tehnike i zadatke je moguće kombinirati (esejska pitanja, zadaci objektivnog tipa). Kod vrednovanja učeničkih postignuća (projekat, esej, prezentacije, laboratorijske vježbe) učenike je potrebno unaprijed upoznati sa svakim pojedinačnim kriterijem vrednovanja, te upotrijebiti odgovarajuće opservacijske check-liste i/ili rubrike za vrednovanje. Učenicima je neophodno postaviti jasne ciljeve njihovog rada. Predstaviti im jasne upute pisanja eseja, projekata, prezentacija i izvještaja laboratorijskih vježbi (definisanje istraživačkog pitanja, hipoteze, zavisnih, nezavisnih i kontrolnih varijabli, metodologija rada, statistička analiza dobijenih podataka, evaluacija i zaključak).

Informacije o usvojenosti pojmova i činjenica moguće je dobiti kroz tradicionalne tehnike usmenog ispitivanja i testa. Vrednovanje konceptualnog razumijevanja moguće je realizirati usmenim ispitivanjem, te korištenjem konceptualnih i umnih mapa, gdje učenici povezuju pojmove iz biologije. Vrednovanje vještina može se efektivno provesti kroz kontekst projektnih i eksperimentalnih zadataka. Mogući kriteriji za vrednovanje projektnih zadataka mogu biti sadržaji, izvještavanje, kvalitet prezentacije, rasprava i osvrt na naučeno. Pomoću projektnih zadataka mogu se razvijati poduzetnost i komunikacijske vještine kod učenika/ca. Mogući kriteriji za vrednovanje su: struktura, jasnoća, kreativnost, kvalitet izlaganja i pisani izvještaj. Raznovrsni misaoni procesi mogu se razvijati i kroz eksperimentalne zadatke, kod kojih možemo vrednovati pisani izvještaj o provedenom eksperimentu, ali i kvalitet rasprave o eksperimentalnim rezultatima (naučna metoda). Pored navedenog, za vrednovanje postignuća moguće je koristiti dnevnik učenja gdje je potrebna stalna aktivnost učenika/ca čime se podstiču na učenje.

Vrednovanje vještina, sposobnosti i primjenljivosti znanja ima izuzetnu vrijednost jer pruža uvid u kompletnost učeničkih postignuća kroz provjeru znanja i njihove aplikacije u praksi i rješavanju zadatah problema.

Zaključna ocjena iz predmeta trebala bi sadržavati sve navedene aspekte provjere postignuća učenika u školi tokom cijele školske godine, vodeći računa o usvojenosti odgojno-obrazovnih ishoda predviđenih relevantnim dokumentima.

Profil i stručna sprema

Osnovna škola

Nastavnik predmetne nastave ima visoku stručnu spremu i izvodi nastavu od VI do IX razreda a nastavu može izvoditi i u V razredu na osnovu odluke direktora. Određene predmete izvodi i u I, II, III, IV razredu u skladu s nastavnim planom i programom koji reguliše profil i stručnu spremu nastavnika za taj predmet.

Nastavu u osnovnoj školi izvode osobe sa završenim VI ili VII stepenom stručne spreme, kao i osobe sa završenim I (prvim) ciklusom bolonjskog visokoobrazovnog procesa u trogodišnjem trajanju, sa najmanje ostvarenih 180 ECTS bodova odgovarajućeg (nastavničkog) smjera i stečenim zvanjem: nastavnik, odnosno profesor, odnosno bakalaureat/bachelor. (U osnovnoj školi radni odnos mogu zasnovati lica koja su završila prvi ciklus bolonjskog visokoobrazovnog procesa do kraja 2020/2021. školske godine. Ova lica su obavezna završiti II ciklus bolonjskog visokoobrazovnog procesa u roku od četiri godine od stupanja na snagu ovog zakona. U osnovnoj školi radni odnos mogu zasnovati i lica koja su stekla VI stepen stručne spreme po predbolonjskom sistemu studiranja. Ova lica su obavezna doškolovati se, u roku od tri godine, od dana donošenja programa doškolovanja. – Član 16. dopune člana 121. Sl.novine br. 33/21)

- Prirodno-matematički fakultet-Odsjek biologije zvanje: Nastavnik biologije (VI stepen stručne spreme)
- Profesor biologije (VII stepen stručne spreme), diplomirani biolog (VII stepen) sa položenom pedagoško-psihološkom i metodičko- didaktičkom grupom predmeta
- Bachelor (I ciklus) nastavnički smjer MAGISTAR Biologije (II ciklus) nastavnički smjer Prvi (I) ciklus Prirodno-matematičkog fakulteta u Sarajevu, Odsjek Biologija
- Drugi (II) i treći (III) ciklus Odsjek za biologiju, Prirodno-matematički fakultet u Sarajevu, sa položenom pedagoško-psihološkom i metodičko-didaktičkom grupom predmeta. Ing. Biologije sa položenom pedagoškom grupom predmeta (VII stepen)
- Filozofski fakultet-Odsjek biologija i hemija, zvanje: Profesor biologije i hemije

Gimnazija (opća gimnazija i izborna područja)

Prirodno-matematički fakultet - Odsjek biologija zvanje:

- Profesor biologije (VII stepen stručne spreme)
- Diplomirani biolog sa položenom pedagoško-psihološkom i metodičko-didaktičkom grupom predmeta (VII stepen)
- Filozofski fakultet-Odsjek biologija i hemija, zvanje: Profesor biologije i hemije
- drugi (II) i treći (III) ciklus Odsjek za biologiju, Prirodno-matematički fakultet u Sarajevu, sa položenom pedagoško-psihološkom i metodičko-didaktičkom grupom predmeta.
- Filozofski fakultet-Odsjek biologija i hemija, zvanje: Profesor biologije i hemije

Srednja škola za stručno obrazovanje i obuku – tehničke škole i stručne škole

Prirodno-matematički fakultet - Odsjek biologija zvanje:

- Profesor biologije (VII stepen stručne spreme)
- Diplomirani biolog sa položenom pedagoško-psihološkom i metodičko-didaktičkom grupom predmeta (VII stepen)
- Filozofski fakultet-Odsjek biologija i hemija, zvanje: Profesor biologije i hemije
- drugi (II) i treći (III) ciklus Odsjek za biologiju, Prirodno-matematički fakultet u Sarajevu, sa položenom pedagoško-psihološkom i metodičko-didaktičkom grupom predmeta.
- Filozofski fakultet-Odsjek biologija i hemija, zvanje: Profesor biologije i hemije