



Bosna i Hercegovina
Federacija Bosne i Hercegovine
ZENIČKO-DOBOJSKI KANTON
MINISTARSTVO ZA OBRAZOVANJE, NAUKU, KULTURU I SPORT

KURIKULUM NASTAVNOG PREDMETA
GENETIKA
ZA GIMNAZIJE

Zenica, juni 2023.



**Bosna i Hercegovina
Federacija Bosne i Hercegovine
ZENIČKO-DOBOJSKI KANTON
MINISTARSTVO ZA OBRAZOVANJE, NAUKU, KULTURU I SPORT**

KURIKULUM NASTAVNOG PREDMETA

GENETIKA

ZA GIMNAZIJE

Zenica, juni 2023.

Kurikulum nastavnog predmeta Genetika za gimnazije

Izdavač: Ministarstvo za obrazovanje, nauku, kulturu i sport Zeničko-dobojskog kantona

Za izdavača: Draženka Subašić, ministrica

Voditeljica Stručnog tima:

Aida Salkić, direktorica Pedagoškog zavoda Zenica

Grupa za izradu predmetnog kurikuluma:

mr.sc. Sumedin Arnaut, voditelj
mr.sc.Fehim Terzić, koordinator
Kemal Krnjić, prof., član
Samir Aganović, prof., član
Zijada Suljić, prof., član
Suada I. Aliefendić, MA, član
Mr.sc. Fuada Suljić, član
Mr.sc. Lejla Abazović, član

Recenzenti:

Van.prof.dr.sc.Lejla Ibrahimagić-Šeper
Mr.sc. Fuada Suljić

Tehnička priprema i uređenje:

Pedagoški zavod Zenica

SADRŽAJ

A/ OPIS PREDMETA	4
B/ CILJEVI UČENJA I PODUČAVANJA PREDMETA	6
C/ OBLASNA STRUKTURA PREDMETNOG KURIKULUMA	7
D/ ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI	10
4. razred gimnazije	10
E/ UČENJE I PODUČAVANJE	16
F/ VREDNOVANJE U PREDMETNOM KURIKULUMU	19
G/ PROFIL I STRUČNA SPREMA NASTAVNIKA	22

A/ OPIS PREDMETA

Genetika je jedna od najbrže rastućih disciplina u nauci danas. Jedinstvena kombinacija tradicionalnih metoda i pristupa korištenih u genetici u kombinaciji sa inovativnim tehnikama bioinženjeringa omogućuje multidisciplinarni pristup u rješavanju različitih biomedicinskih, forenzičkih, mikrobioloških, inženjerskih i drugih srodnih problema.

Program nastavnog predmeta Genetika ima za cilj da učenik primjenom prethodno stečenih znanja iz biologije stekne potrebna znanja o savremenoj biološkoj nauci čija su dostignuća neophodna za razumijevanje, dijagnostiku i terapiju bolesti čovjeka, dajući kvalitetnu osnovu za nastavak školovanja na studiju zdravstvenog usmjerenja. Nastavni predmet Genetika kroz naučni pristup bavi se izučavanjem procesa nasljeđivanja i promjenljivosti živih bića.

Predmetni sadržaji jačaju i oblikuju etičke i moralne kvalitete vrednovanja kod učenika i njihovo stručno napredovanje, omogućavaju da shvate da čovjekov opstanak zavisi od prirode te da uoče međuzavisnost svih organizama na planeti Zemlji. Učenjem i poučavanjem Genetike potičemo učenike, njihovu motivaciju za učenje i istraživanje svijeta oko sebe, zaključivanje, kritičko mišljenje, formiranje stavova te pomažemo pri izučavanju drugih srodnih nastavnih predmeta. Izučavanjem sadržaja ovog nastavnog predmeta učenik stiče temeljna znanja, osposobljava se za samostalno istraživanje, proširivanje, razumijevanje i primjenu stečenog znanja u svakodnevnom životu.

U okviru nastavnog predmeta Genetika, učenici stiču prve predodžbe o građi i funkcijama genetičkog materijala. Učenici razvijaju odgovoran odnos prema sebi, okolini i zajednici te djelovanje u zajednici s jasno izgrađenim stavovima za dobrobit sebe i društva. Nastava Genetike doprinosi da učenici kroz komunikaciju i saradnju, te upotrebu informacijsko-komunikacijskih tehnologija (IKT) dolaze do činjenica, informacija koje razmjenjuju s drugima i aktivno učestvuju u rješavanju problema zaštite prirode i zdravlja te postaju zadovoljni i sretni članovi društva. Osim što razvija sposobnosti i radne navike, te intelektualne vještine, učenik samostalno donosi i odluke o budućem profesionalnom razvoju. Poučavanje predmeta Genetika osposobljava učenike za saradnju, međusobnu komunikaciju i uvažavanje, kreativno rješavanje problema zasnovanih na činjenicama, odgovornost u djelovanju, stručno napredovanje i usavršavanje kroz kontinuirano učenje na širem nivou od predmetnog. Nastava Genetike doprinosi razvoju kompletne ličnosti učenika, kako u odgojnom, tako i u obrazovnom smislu, uz istovremeno razvijanje psihofizičkih sposobnosti učenika na saznajnom i psihomotornom planu.

Nastava Genetike omogućava učenicima da iz različitih izvora dođu do činjenica, da kroz sposobnosti analize, sinteze, apstrakcije, identifikacije i generalizacije steknu nova znanja, kroz koja razvijaju interes za dalje obrazovanje i samostalnu profesionalnu orijentaciju. Genetika je jedan od fundamentalnih predmeta koji se izučava u okviru zdravstvenog izbornog područja, a nastavni sadržaji se nadovezuju na sadržaje biologije. Usko je povezana sa ostalim predmetima u okviru zdravstvenog izbornog područja po načelu međupredmetnog povezivanja zasnovanog na osnovnim konceptima.

Odgojno-obrazovno područje predmeta Genetika temelji se na zdravstveno-naučnom pristupu kojim se učenike osposobljava za saradnju i komunikaciju uz međusobno uvažavanje, kritički odnos prema informacijama i argumentirano iznošenje ideja te ih se potiče na lični doprinos u očuvanju istih.

Zdravstveno-naučni pristup međusobno povezuje prirodne i zdravstvene nauke i preduslov je razumijevanja svijeta koji nas okružuje, a temelji se na posmatranju i tumačenju pojava i procesa u prirodi. Nastavni predmet Genetika, počiva na primjeni zdravstveno-naučne metodologije, a pojave u živom svijetu tumače se na osnovu naučnih dokaza uz primjenu aktivnog poučavanja kao što su dijaloško, istraživačko, učenje putem rješavanja problema, simuliranje, igra, itd., naročito uz pomoć i primjenu savremenih informacijskih dostignuća i pomagala recentnog vremena.

Nastavni predmet Genetika se poučava u 4. razredu gimnazije u okviru zdravstvenog izbornog područja (1 nastavni sat sedmično, 30 nastavnih sati godišnje) i konceptualno se nadovezuje na srodne predmete koji se poučavaju od 1. do 4. razreda gimnazije.

B/ CILJEVI UČENJA I PODUČAVANJA PREDMETA

Ciljevi učenja i podučavanja u okviru nastavnog predmeta Genetika su sljedeći:

1. Razviti istraživačke kompetencije i upoznati se sa načinom rada u biološkom laboratoriju koristeći naučne principe, postavljanje hipoteza te pravilno i odgovorno korištenje rezultata i formiranje zaključaka.
2. Razumjeti građu i funkcije genetičkog materijala, pravila nasljeđivanja i uzroke promjenljivosti živih bića.
3. Razviti sposobnosti povezivanja znanja iz genetike sa znanjima drugih prirodnih nauka, ali i sa društvenim naukama radi razvoja svojih vlastitih spoznaja i potencijala te osposobljavanja s ciljem profesionalne orijentacije.
4. Formirati stavove o važnosti genetike za medicinu, u pogledu saznanja o uzrocima, dijagnostici i terapiji nasljednih bolesti.

C/ OBLASNA STRUKTURA PREDMETNOG KURIKULUMA

A. ZEMLJA PROSTOR ŽIVOTA:

Strukturalna i funkcionalna povezanost žive i nežive prirode (ekologija, održivi razvoj)

Živi sistemi su kompleksne i dinamične cjeline čiji dijelovi međusobno skladno funkcioniraju uz neprekidno odvijanje procesa koji omogućavaju održavanje uravnoteženog stanja. Procesi, poput fotosinteze, razgradnje hrane i disanja, omogućavaju opskrbu sistema energijom te kruženje tvari i proticanje energije između živih sistema i njihova okoliša. Faktori okoliša imaju dvojako djelovanje na žive sisteme: dok s jedne strane omogućavaju njihov opstanak, istovremeno narušavaju uspostavljena uravnotežena stanja. Na nivou organizma održavanje homeostaze preduslov je za zdravlje. Živa bića su razvila različite mehanizme reagiranja na podražaje iz okoliša i regulacijske mehanizme, odnosno procese kojima se održava dinamička ravnoteža sistema. Opstanak života na Zemlji omogućava niz procesa uključenih u razmnožavanje živih bića, a međudjelovanje faktora nasljeđivanja i okoliša dovelo je tokom vremena do bioraznovrsnosti. Tu raznovrsnost životnih oblika, cjelokupnu dinamičku ravnotežu na nivou pojedinih ekosistema, pa čak i na nivou biosfere, posljednjih decenija narušava čovjek svojim djelovanjem. Održivi razvoj teži očuvanju postojećeg obrasca dinamičke ravnoteže biosfere o kojem zavisi opstanak ljudskog društva. Ostvarenje održivog razvoja zahtijeva promišljeno, inovativno i odlučno djelovanje u zaštiti prirode i okoliša, na razvoju prihvatljivih tehnologija i modela racionalne potrošnje i proizvodnje na nivou zajednice, ali i na nivou života svakog pojedinca.

B. POVEZANOST STRUKTURA I FUNKCIJA ŽIVIH BIĆA

Svako pojedinačno živo biće pojavljuje se kao organizirano jedinstvo sa mnoštvo postupno usklađenih dijelova od kojih svaki za sebe nosi sva obilježja. Ono se nalazi u stalnoj mijeni kada su upitanju oblik i struktura. Životne faze, kako viših tako i nižih organizama, međusobno su povezane, a to je upućeno procesima utemeljenim nasljednim svojstvima. Organiziranost živoga svijeta obuhvata molekularnu organizaciju, organizaciju na nivou ćelije, tkiva, organa, organskih sistema, organizma, populacije, biocenoze, ekosistema, bioma, biosfere i bioloških subjekata bez ćelijske organizacije. Na svakom organizacionom nivou živoga svijeta može se prepoznati zajednički obrazac organizacije živog sistema. Usložnjavanjem jednostavnijih struktura u nove sisteme pojavljuju se u svakom od njih i nove karakteristike. Biologija se koristi načelima organiziranosti za uspostavljanje sistema sistematizacije i klasifikacije živoga svijeta uzimajući u obzir njegovu srodnost i raznovrsnost. Na različitim primjerima, na svim organizacijskim nivoima, može se uočiti organiziranost struktura koja osigurava funkcioniranje živih sistema. Današnja organizacija živih sistema postupno je oblikovana tokom vremena kao posljedica prilagodbi. Polazeći od sličnosti među organizmima, može se istraživati stepen njihove srodnosti. Sličnost, srodnost i nasljeđivanje u svoj svojoj složenosti ulaze u problematiku nauke o porijeklu vrsta, specijaciji i daljnjoj evoluciji.

C. STRUKTURA I FIZIOLOGIJA ORGANIZMA, PRETVARANJE MATERIJE I ENERGIJE

Život na Zemlji zavisi od energije koju organizmi pretvaraju i iskorištavaju na različite načine. Procesi izmjene tvari i procesi vezanja, oslobađanja i pretvaranja energije događaju se na svim organizacijskim nivoima živoga svijeta od ćelije i organizma do ekosistema i biosfere. Energija je potrebna za funkcioniranje svih živih sistema, stoga njihovo održavanje i opstanak zavisi o njenom konstantnom unosu, počevši od vezanja Sunčeve energije procesom fotosinteze do pretvaranja, skladištenja i iskorištavanja u nizu organizama od proizvođača do razlagača. Živim sistemima je energija dragocjena te je zato nastoje maksimalno iskoristiti. Svaki živi sistem na Zemlji doprinosi očuvanju ravnoteže na višem nivou, nivou biosfere, te je stoga razumijevanje modela održivog razvoja jedna od bitnih komponenti nastavnog predmeta Biologija kao temelja za izučavanje nastavnog predmeta Genetika.

D. ČOVJEK, BIOLOŠKO I DRUŠTVENO BIĆE

Čovjek je biološko biće, rezultat dugog razvoja sa sposobnošću prilagođavanja u borbi za opstanak, ali je istovremeno i psihičko biće sa psihičkim osobinama i psihičkim životom, a također je i društveno biće, formirao se u toku društvenog razvoja. Čovjek se odlikuje specifičnim položajem u geobiosferi, po mnogim osobinama (građa tijela, način razmnožavanja i razvitka, bolesti...) je sličan svojim srođnicima, međutim, čovjek je stvaralačko biće, sposoban je da proizvodi oruđa za rad, misli apstraktno, ima mogućnosti govora, pisanja itd., po čemu se razlikuje od drugih živih bića na Zemlji. Sa ekološkog aspekta čovjek se može okarakterisati kao najbrojnija vrsta u skupini sisara sa širokim arealom rasprostranjenja na Zemlji i nalazi se na vrhu hranidbene piramide. Čovjek se odlikuje i mogućnošću aktivnog uticaja na svoju okolinu mijenjajući tokove života. Uticaju čovjeka su izloženi čitavi kompleksi kopnenih i vodenih ekosistema. Kao društveno biće, čovjek se odlikuje uređenjem svoje radne sredine i na taj način uklapa svoj individualitet u društveni kolektivitet. Treba istaći i neophodnost shvatanja društvenih normi: ekonomije, prava, odgoja, etike, sociologije i filozofije koje su rezultat čovjekove nadmoćnosti u prirodnom okruženju.



Oblasna struktura predmetnog kurikuluma Genetika

U nastavku slijedi dio koji se odnosi na odgojno-obrazovne ishode koji su okosnica predmetnog kurikuluma Genetika i razrađeni su za svaku od četiri oblasti (domene) na kojima se temelji. Odgojno-obrazovni ishodi pomažu nastavnicima u praćenju napretka učenika i u vrednovanju učeničkih postignuća. Tokom pripremanja procesa učenja i podučavanja nastavnik treba povezati odgojno-obrazovne ishode sa sadržajima navedenim u kurikulumu i metodama podučavanja. U tabelama su odgojno-obrazovni ishodi označeni šiframa. Skraćenice poput A.IV.1. ili B.IV.1. i sl. označavaju redom: oblast kojoj ishod pripada (A. Zemlja prostor života: Strukturalna i funkcionalna povezanost žive i nežive prirode/ekologija, održivi razvoj/, B. Povezanost struktura i funkcija živih bića, C. Struktura i fiziologija organizma, pretvaranje materije i energije i D. Čovjek, biološko i društveno biće), godinu podučavanja predmeta (IV.– treći razred), te redni broj odgojno-obrazovnog ishoda koji se podučava u sklopu navedene oblasti (1.– prvi ishod, 2. – drugi ishod, ...). Skraćenice BIO-1.3.2. ili BIO-1.4.4. označavaju poveznice sa Zajedničkom jezgrom nastavnih planova i programa za svoju okolinu, prirodu i društvo, prirodu i biologiju definiranoj na ishodima učenja, odakle su ishodi dijelom ili u potpunosti preuzeti.

D/ ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI

4. razred gimnazije /30 nastavnih sati godišnje/

Oblast: A/ZEMLJA PROSTOR ŽIVOTA: Strukturna i funkcionalna povezanost žive i nežive prirode (ekologija, održivi razvoj)	
Ishod učenja	Razrada ishoda
A.IV.1. Argumentuje važnost očuvanja prirode radi održivosti biodiverziteta.	<ul style="list-style-type: none"> Raspravlja o globalnim posljedicama prouzrokovanim neskladom žive i nežive prirode pogubnim za život na Zemlji. Utvrđuje važnost postojanja raznolikosti gena, vrsta i ekosistema za održivost života u prostoru življenja. Raspravlja o prednostima i nedostacima genetički modificiranih organizama i njihovom uticaju na uravnoteženo stanje u prirodi. Zauzima stav i predlaže mjere za održivi razvoj na osnovu procjene stanja ekosistema.
Poveznice sa ZJNPP	BIO 1.3.2
Ključni sadržaji	
<ul style="list-style-type: none"> Prednosti i nedostaci genetički modificiranih organizama; Uticaj genetički modificiranih organizama na uravnoteženo stanje u prirodi; Rizici primjene biotehnologije i kontroliranog križanja; Važnost očuvanja bioraznolikosti za stabilnost ekosistema i čovjekov opstanak; Odgovornost ljudi u održavanju uravnoteženog stanja u prirodi i očuvanju bioraznolikosti; Uzroci ugroženosti vrsta i populacija; Održivi razvoj. 	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
<p>Prednosti i nedostatke genetički modificiranih organizama i njihov uticaj na uravnoteženo stanje u prirodi moguće je objasniti na primjeru kvasca koji proizvodi inzulin i genetički modificiranog kukuruza. Nastavnik će potaknuti raspravu sa učenicima o rizicima primjene kontroliranog križanja i umjetne selekcije na pasminama pasa ili drugih umjetno dobivenih pasmina/sorti. Čovjekov uticaj na vlastitu evoluciju i evoluciju živoga svijeta moguće je objasniti na primjerima suzbijanja i liječenja različitih bolesti, transplantacije organa, unošenja stranih vrsta (npr. invazivne strane vrste), uništavanja staništa, promjene zalihe gena (stare sorte npr. jabuka) i sl. Prilikom realizacije nastavnih sadržaja nastavnik koristi različite nastavne metode, tehnike rada i strategije učenja i poučavanja. Kada su u pitanju vrste nastave moguće je zastupiti heurističku nastavu, interaktivnu nastavu, problemsku nastavu, egzemplarnu nastavu i sl. Navedene nastavne sadržaje učenicima je potrebno približiti putem različitih očiglednih nastavnih sredstava, upotrebom različitih nastavnih pomagala i savremene tehnologije. Od oblika učenja moguće je zastupiti aktivno učenje, učenje putem rješavanja problema, učenje putem otkrivanja i sl.</p>	
A.IV.2. Izvodi praktične radove služeći se mjernim i optičkim instrumentima (mikroskop, lupa) i laboratorijskom opremom za sticanje informacija i predstava o strukturnim i funkcionalnim svojstvima žive i nežive prirode.	<ul style="list-style-type: none"> Izvodi kompleksne praktične radove u prirodi služeći se mjernim i optičkim instrumentima, laboratorijskom opremom i sl. Izvodi kompleksne praktične radove u laboratoriji služeći se mjernim i optičkim instrumentima, laboratorijskom opremom i informaciono-komunikacionim tehnologijama.
Poveznice sa ZJNPP	BIO 1.4.4.
Ključni sadržaji	
<ul style="list-style-type: none"> Aktuelni etički problemi u biološkim otkrićima; Primjena bioloških istraživanja i otkrića; Definicija, tipovi i područje primjene biotehnologije; Genetičko inženjerstvo-definicija, nivoi, metode i pravci genetičkih istraživanja i postupaka. 	

Preporuke za ostvarenje ishoda

Ovaj ishod učenja predstavlja metodološki pristup ostvarivanju ostalih definiranih odgojno-obrazovnih ishoda. Ishod se treba ostvariti iskustvenim i istraživačkim pristupom integrirano s ostalim ishodima unutar oblasti A/ZEMLJA PROSTOR ŽIVOTA: Strukturna i funkcionalna povezanost žive i nežive prirode (ekologija, održivi razvoj), ali i integriranjem sa ishodima drugih oblasti unutar ovog nastavnog predmeta. Ovaj ishod učenja se ostvaruje primjenom projektne nastave, STEM pristupa u nastavi, učenja putem rješavanja problema, kroz praktično i smisljeno učenje, te izvođenjem praktičnih radova u prirodnom okruženju i laboratorijama.

Oblast: B/ POVEZANOST STRUKTURA I FUNKCIJA ŽIVIH BIĆA

Ishod učenja	Razrada ishoda
B.IV.1. Razlikuje genotip i fenotip živih bića (šta je urođeno i šta se stiče tokom života).	<ul style="list-style-type: none"> • Objašnjava strukturu i funkcije nasljednog materijala (DNK, RNK, geni, hromosomi). • Razlikuje gen, genom, genotip i fenotip. • Analizira genotip i fenotip na nivou gena, hromosoma i genoma. • Opisuje odnos monomera i polimera na primjerima biomolekula. • Objašnjava značenje broja hromosoma i/ili molekula DNK u različitim fazama životnog ciklusa ćelije. • Objašnjava da su nukleinske kiseline temelj srodnosti i raznolikosti živog svijeta. • Objašnjava uticaj okoline na manifestaciju genotipa na nivou osobina i procesa.
Poveznice sa ZJNPP	BIO 2.2.1.

Ključni sadržaji

- Građa nukleinskih kiselina i njihove funkcije;
- Gen, genom, genotip i fenotip: Vezani geni, krosing over, genske mape, Nasljeđivanje pola kod čovjeka, Dominantnost i recesivnost kod čovjeka;
- Odnos monomera i polimera na primjerima biomolekula i njihove uloge u živim organizmima;
- Pojam i značaj humane genetike, Molekularna osnova nasljeđivanja: DNK, RNK i geni, Organizacija genetičkog materijala na mikroskopskom nivou;
- Hromosomi: Hromosomi čovjeka, kariotop, kariogram, identifikacija hromosoma čovjeka; Laboratorijska vježba: izrada kariotipa čovjeka od fotografisanih hromosoma; Broj hromosoma i/ili molekula DNK u različitim fazama životnog ciklusa ćelije;
- Nukleinske kiseline kao temelj srodnosti i raznolikosti živog svijeta.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Povezanost građe DNK s procesom replikacije (dva lanca vezana vodikovim vezama koje se lako kidaju) i sintezom proteina (genski zapis u obliku tripleta azotnih baza) te odnos monomera i polimera potrebno je objasniti upotrebom modela. Važno je ukazati na razliku između diploidnog i haploidnog broja hromosoma (broj hromosoma u homolognom paru) i hromosoma s dvije/jednom sestričkom hromatidom te na povezanost diploidnog broja hromosoma s genskom varijabilnosti. Naglasak treba staviti na razumijevanje molekularne osnove u organizaciji živog svijeta. Tokom obrade nastavnih sadržaja izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ovog ishoda učenja. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su:

- Izrada modela polimernih molekula upotrebom različitih materijala;
- Izrada modela hromosoma i životnog ciklusa ćelija;
- Izvođenje eksperimenta izolacije DNK kuhinjskom metodom – usporediti dobiveno kod različitih uzoraka npr. ljudske pljuvačke i brokule, banane, luka i sl.;
- Korištenje simulacija, video-isječaka ili animacija hromosoma, DNK.

<p>B.IV.2. Objašnjava zakone nasljeđivanja i mehanizme izražavanja genotipa (mitotska i mejotska dioba).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Objašnjava zakone nasljeđivanja na nivou gena, hromosoma i genoma. • Objašnjava nasljednu varijabilnost organizama primjenjujući Mendelove zakone. • Analizira i interpretira rezultate ukrštanja. • Objašnjava transkripciju i translaciju na molekularnom nivou. • Interpretira genski kod. • Povezuje mitozu/mejozu s nastankom tjelesnih/spolnih ćelija. • Objašnjava mutacije i mutagenezu. • Razlikuje između različitih tipova mutacija na molekularnom nivou.
<p>Poveznice sa ZJNPP</p>	<p>BIO 2.2.2.</p>
<p>Ključni sadržaji</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Mehanizam i uloga replikacije DNK u ćelijskom ciklusu; • Proces sinteze proteina; • Nasljedna varijabilnost organizama; • Mendelovi zakoni: Mendelova pravila nasljeđivanja kod čovjeka, Laboratorijska vježba: praćenje nasljednih osobina kod čovjeka (sposobnost ili nesposobnost savijanja jezika u žlijeb, slobodna ili prirasla ušna resica); • Rodoslovno stablo, blizančki metod, dermatoglifi i statistički metod; • Laboratorijska vježba: izrada rodoslovnog stabla kroz praćenje odabrane osobine (po izboru); • Mitoza i mejoza: Distribucija genetičkog materijala: mitozu, amitozu, endomitozu, Laboratorijska vježba: posmatranje hromosoma u mitozu (trajni preparati), Redukcijska dioba-mejoza, Spermatogeneza i oogeneza, Laboratorijska vježba: posmatranje hromosoma u mejozi (trajni preparati); • Promjene na nivou gena (mutacije), građe i broja hromosoma; • Značenje mutacija te promjene građe i broja hromosoma za evoluciju; • Zajedničko djelovanje genotipa i faktora okoliša u stvaranju fenotipa. 	
<p>Preporuke za ostvarenje ishoda</p>	
<p>Pri objašnjavanju mehanizma sinteze proteina ne zahtijevati reprodukciju kombinacija azotnih baza za STOP i START kodove. Križanje objasniti na primjerima Mendelovih križanja s graškom i zijevalicama te Morganovih s vinskim mušicama. Važno je da učenici razumiju princip nasljeđivanja te se preporučuje ne zahtijevati navođenje dominantnih/recesivnih osobina. Spolno vezane gene i spolno vezano nasljeđivanje preporučuje se objasniti na primjerima hemofilije i daltonizma. Naglasak staviti na razumijevanje životnih procesa na molekularnom nivou. Tokom obrade nastavnih sadržaja izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ovog ishoda učenja. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Istraživanje varijabilnosti (npr. dužina palca desne ruke, sraslost ušne resice, oblik sjemenke, boja cvijeta) na samostalno odabranom uzorku; - Prikazivanje križanja na temelju postavljenih dominantnih i recesivnih osobina u čovjeka; - Prikazivanje križanja upotrebom samostalno izrađenih aplikacija (mogućnost primjene IKT-a, crtanje, modeli od papira i sl.); - Posmatranje samostalno izrađenih mikroskopskih preparata: faze ćelijskih dioba; - Korištenje video-isječaka, simulacija i animacija životnih ciklusa ćelija; - Izrada modela koji prikazuju mutacije ili promjene građe/broja hromosoma kao uzroka bolesti. 	

Oblast: C/STRUKTURA I FIZIOLOGIJA ORGANIZMA, PRETVARANJE MATERIJE I ENERGIJE	
Ishod učenja	Razrada ishoda
C.IV.1. Objašnjava i povezuje funkcije ćelijskih organela u funkciji energijskih transformacija.	<ul style="list-style-type: none"> • Objašnjava važnost organskih i anorganskih molekula u građi ćelije i međućelijskih prostora. • Objašnjava građu i funkciju nukleinskih kiselina na nivou nukleotida. • Objašnjava metabolizam na nivou ćelije. • Povezuje funkcije ćelijskih organela u funkciji energijskih transformacija.
Poveznice sa ZJNPP	BIO 3.1.3.
Ključni sadržaji	
<ul style="list-style-type: none"> • Ćelijske organele; • Hemijski sastav ćelije; • Nukleinske kiseline; • Metabolizam. 	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
<p>Nastavnik treba ukazati na važnost energije za: očuvanje stalne tjelesne temperature, izlučivanje tvari iz organizma, diobu ćelija, prijenos podražaja, rast, razvoj i sl. Također potrebno je ukazati na povezanost metaboličkih procesa na nivou ćelije. Ovaj ishod učenja se može ostvariti aktivnostima kao što su: Korištenje video-isječaka, simulacija i animacija metaboličkih procesa. Prilikom realizacije nastavnih sadržaja nastavnik koristi različite nastavne metode, tehnike rada i strategije učenja i poučavanja. Kada su u pitanju vrste nastave moguće je zastupiti heurističku nastavu, interaktivnu nastavu, problemsku nastavu, egzemplarnu nastavu i sl. Navedene nastavne sadržaje učenicima je potrebno približiti putem različitih očiglednih nastavnih sredstava, upotrebom različitih nastavnih pomagala i savremene tehnologije. Od oblika učenja moguće je zastupiti aktivno učenje, učenje putem rješavanja problema, učenje putem otkrivanja, praktično i smisleno učenje i sl.</p>	
C.IV.2. Objašnjava pretvaranje energije sa aspekta biotehnologije.	<ul style="list-style-type: none"> • Objašnjava postupke klasične i moderne biotehnologije (genetski inženjering). • Povezuje biotehnološke postupke i kružni tok energije u privredi. • Vrednuje perspektive biotehnologije. • Povezuje aktivnost gena i ekonomično raspolaganje energijom. • Objašnjava utjecaj biotehnologije na prinos i ekonomičnost proizvodnje. • Analizira biotehnološki proces uzimajući u obzir cjelokupni učinak.
Poveznice sa ZJNPP	BIO 3.3.2.
Ključni sadržaji	
<ul style="list-style-type: none"> • Aktivnost gena i ekonomično raspolaganje energijom; • Aktivacije/inaktivacije gena pri sintezi proteina ili diferencijaciji ćelije; • Uticaj biotehnologije na prinos i ekonomičnost proizvodnje; • Dobivanje novih sorti/pasmina. 	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
<p>Povezivanje aktivnosti gena i ekonomično raspolaganje energijom moguće je objasniti na primjerima aktivacije/inaktivacije gena pri sintezi proteina ili diferencijaciji ćelije. Povezati različite načine dobivanja novih sorti/pasmina s prinosom i ekonomičnošću u proizvodnji (povećanje količine i/ili kvalitete prinosa). Naglasak staviti na razumijevanje ekonomičnog iskorištavanja energije na različitim organizacijskim nivoima živog svijeta i u primjeni biotehnologije. Tokom obrade novih nastavnih sadržaja izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ovog ishoda učenja. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što je npr. proučavanje faza određenog biotehnološkog procesa (korištenjem literature/odlaskom u odgovarajuću ustanovu) i usporedba obilježja njegovog produkta s obilježjima produkta nastalog prirodnim procesom.</p>	

Oblast: D/ČOVJEK, BIOLOŠKO I DRUŠTVENO BIĆE	
Ishod učenja	Razrada ishoda
D.IV.1. Prihvata stavove koji doprinose vlastitom zdravlju.	<ul style="list-style-type: none"> • Prihvata društvenu odgovornost vezanu za mjere zaštite. • Utvrđuje važnost higijene i zdrave ishrane za očuvanje zdravlja čovjeka. • Prosuđuje o uticaju: mikroorganizama, pesticida, teških metala, radioaktivnih supstanci, antibiotika, genetski modificiranih jedinjenja i aditiva na život čovjeka. • Predlaže mjere zaštite životnog okruženja od štetnih posljedica nastalih djelovanjem mutagenih faktora.
Poveznice sa ZJNPP	BIO 4.3.1.
Ključni sadržaji	
<ul style="list-style-type: none"> • Zdrave životne navike i održavanje zdravlja ljudi; • Važnost prevencije u zaštiti od bolesti. 	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
<p>Nastavnik će naglasiti važnost prevencije bolesti i zdravog načina života u kontekstu 21. vijeka, ali i diskutirati sa učenicima o tome kako se ovom segmentu pristupalo kroz različite periode u historiji. Uticaj ljudskih djelatnosti na prirodne procese i mogućnosti smanjenja onečišćenja objasniti u kontekstu održavanja homeostaze organizma. Tokom obrade novih nastavnih sadržaja potrebno je izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ovog ishoda učenja. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Istraživanje uticaja rizičnih faktora na održavanje zdravlja čovjeka. - Prijedlozi učeničkih projekata (projektna nastava): - Istražiti utjecaj životnih navika na čovjekovo zdravlje (npr. lična higijena, nepravilna prehrana, fizička aktivnost);Primijentiti STEM ili STEAM pristup u nastavi. - Organizirati terensku nastavu (posjetu Domu zdravlja) ili uključiti goste-predavače u realizaciju navedenih nastavnih sadržaja. 	
D.IV.2. Prikuplja podatke iz različitih relevantnih izvora te izvodi praktične radove za sticanje informacija i predstava o genetici i promjenjivosti savremenog čovjeka.	<ul style="list-style-type: none"> • Istražuje otkriće nukleinskih kiselina i njihov doprinos nauci i svakodnevnom životu. • Prosuđuje važnost genetičke replikacije, transkripcije i translacije u procesu ostvarenja genetičke šifre. • Upoređuje osnovne tipove spiralizacije hromosoma, gena, genskog lokusa i alele kao i njihov međusobni uticaj. • Identificira faze mitoze i mejoze koristeći mikroskop i rješava praktične zadatke. • Razlikuje monogensko i poligensko nasljeđivanje. • Primjenjuje principe nasljeđivanja pomoću Mendelovih zakona i rješava praktične zadatke. • Istražuje genotip i fenotip na primjerima krvnih grupa u realnom okruženju i rješava praktične zadatke. • Istražuje frekvenciju gena na primjerima osobina ljudske populacije i rješava praktične zadatke iz populacione genetike. • Klasificira mutacije na genske, hromosomske i genske. • Procjenjuje različite naučne izvore iz genetike,

	<p>raspravlja o dobivenim rezultatima, pravilno ih citira.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Koristi informacione tehnologije za istraživanja molekularne, klasične, imunogenetike i populacione genetike. • Razlikuje nasljedne bolesti od patoloških stanja i osobina. • Opisuje nivoe i faktore promjenjivosti savremenog čovjeka. • Klasificira faktore promjenjivosti (sredinske i nasljedne). • Imenuje i opisuje oblike i faktore rasta. • Objašnjava prenatalni i postnatalni rast i razvoj.
Poveznice sa ZJNPP	BIO 4.4.4.
Ključni sadržaji	
<ul style="list-style-type: none"> • Biogeni elementi; • Masti, bjelančevine, nukleinske kiseline; • Gen, enzim, biohemijska reakcija; • Mitoza, mejoza; • Genotip, fenotip, hromosomi (autosomi, heterosomi); • Mutacije, modifikacije; • Mendelovi zakoni; Imunogenetika i populaciona genetika; • Nasljedne bolesti kod čovjeka, Genopatije- genski poremećaji (hemofilija, srpastaanemija, alkaptonurija, fenilketonurija, daltonizam, albinizam. . .), Hromosomopatije kod čovjeka (Dawnov sindrom, Klinefelterov sindrom, Tarnerov sindrom, Edwardsov sindrom, sindrom mačijeg plača,...), Genetičko savjetovalište, Genetika patoloških stanja i osobina, Naučna ekskurzija: posjeta genetičkom institutu. • Promjenjivost savremenog čovjeka- prostorna i vremenska, Osobine-elementi opisa ljudskih jedinki i grupa, Nivoi promjenjivosti: individualna i grupna, Faktori promjenjivosti: sredinski i nasljedni, Laboratorijska vježba: praćenje individualnih i grupnih promjenjivosti krvnih grupa ABO sistema, Ontogenetska promjenjivost, Prenatalni i postnatalni rast i razvoj, Oblici i faktori rasta. 	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
<p>Nastavni sadržaji genetike trebaju omogućiti razumijevanje životnih procesa na molekularnom nivou uz opis procesa i pojmova te razumijevanje formalne i populacijske genetike. Također, preporučuju se eksperimenti poput izolacije molekula DNK kuhinjskom metodom, izrada modela polimernih jedinjenja korištenjem različitih materijala i slično.</p>	

E/ UČENJE I PODUČAVANJE

Učenje i podučavanje treba započeti iskustvenim učenjem na koje se nadovezuje podučavanje na temelju učeničkih zaključaka, tj. učenja putem otkrivanja u užem i širem smislu. Provjeru koncepata treba dopuniti novim, proširenim iskustvom i sistematizacijom uz uočavanje osnovnih principa. Učenje i podučavanje počiva na primjeni prirodnonaučnog pristupa, pri čemu prioritet treba dati aktivnostima učenika, npr. u praktičnom radu, planiranju i provođenju istraživanja, problemskom učenju, radu na projektima, igranju uloga, rješavanju problema, upotrebi simulacija i sl. Strategije aktivnog učenja i podučavanja doprinijet će razvijanju vještina i izgradnji stavova praktičnim, perceptivnim i misaonim djelovanjem. Iskustveno i istraživačko učenje, te zdravstveno-naučni pristup prožimaju cjelokupni kurikulum nastavnog predmeta Genetika.

Na temelju posmatranja nekoga procesa ili pojave učenici postavljaju istraživačka pitanja i oblikuju hipoteze koje potom testiraju. Rezultate obrađuju, na temelju njih donose zaključke i prezentiraju ih. U svim etapama istraživačkog učenja naglasak je na aktivnostima učenika, a uloga je nastavnika usmjeravati i poticati proces učenja. Pri posmatranju i postavljanju pitanja učenici su potaknuti na učenje otkrivanjem, pri čemu razvijaju pronicljivost i preciznost opažanja, uočavaju povezanost pojava i procesa te prepoznaju uzročno-posljedične veze, skrivene međuodnose pokušavajući ući u srž problema te razvijaju jezične kompetencije. Važno je da prepoznaju, odaberu ili sami postave dobro istraživačko pitanje koje nije preopćenito, već precizno zahvaća neki međuodnos, vremenski slijed ili slično (npr. »Što će se dogoditi s B, ako A nastavlja rasti?«). Dobro istraživačko pitanje lako se može preoblikovati u hipotezu, odnosno u tvrdnju ili pretpostavku (npr. »Ako A raste, B također raste.«). U prvim etapama istraživačkog učenja iznimno je važan razgovor i razmjena ideja među učenicima, što je moguće primjenom saradničkog (kooperativnog) učenja. Učenici će na temelju predznanja pokušati riješiti problem, ali ako im to ne uspije, iznijet će ideje o uzrocima pojave koju su posmatrali. Ideje će pretočiti u pitanja, a pitanja u hipoteze. Sljedeći je korak planiranje aktivnosti u kojoj će se testirati odabrana hipoteza, a potom se učenička grupa treba organizirati u prikupljanju podataka koji će dati dokaze u korist hipoteze ili protiv nje. U fazi testiranja hipoteze razvijaju se praktične vještine, ali i vještine organiziranja prikupljenih podataka. Zaključivanje na temelju rezultata istraživanja podrazumijeva više misaone procese: analizu, sintezu, vrednovanje. Predstavljanje rezultata otvara mogućnost razvijanja niza prezentacijskih i komunikacijskih vještina.

U primjeni istraživačkog učenja naglasak nije na rezultatu niti na formi, nego na procesu koji učenici prolaze i tokom kojeg se odvijaju značajne mentalne aktivnosti koje u konačnici učenika dovode do vlastite konstrukcije novog značenja. U svim opisanim etapama istraživačkog učenja razvijaju se brojne, za život i cjeloživotno učenje važne kompetencije. Stoga taj način učenja omogućava aktivno sticanje znanja, razvija istraživačke vještine i daje uvid u način funkcioniranja nauke.

Kad god je moguće, potrebno je integrirati aktivnosti i sadržaje ishoda nastavnog predmeta Genetika s ostalim predmetima i međupredmetnim temama kako bi se osiguralo cjelovito poimanje svijeta.

Upravo radi toga preporučuje se saradnja nastavnika različitih predmeta u ostvarivanju odgojno-obrazovnih očekivanja međupredmetnih tema i odgojno-obrazovnih ishoda pojedinih predmeta te timska organizacija odgojno-obrazovnog procesa. Aktualnost tema o kojima uče povećat će motivaciju i interes učenika. Biološke spoznaje i vještine učenikima će osigurati uspješno cjeloživotno učenje te procjenu pouzdanosti informacija na temelju kojih donose odluke u svakodnevnom životu.

Odgojno-obrazovni proces nastavnog predmeta Genetika nužno uključuje primjenu različitih izvora znanja. Pri tome bi se trebalo, kad god je moguće, koristiti izvornom stvarnošću. Nastavna sredstva i pomagala mogu obogatiti obrazovno iskustvo učenika, učiniti procese učenja i podučavanja zanimljivim, ali i poslužiti kao ekonomična zamjena kad izvorna stvarnost nije dostupna i/ili najprikladnija za učenje. U tu svrhu koriste se i različiti modeli u čijoj izradi mogu učestvovati i učenici, a korištenje informacijsko-komunikacijskih tehnologija važno je za simulaciju različitih procesa, struktura, organizama i sl. koji nisu dostupni neposrednom posmatranju. Digitalni izvori informacija, video-isječci kao i animacije, također obogaćuju iskustvo učenika i omogućavaju samostalno učenje.

Odgojno-obrazovni proces nastavnog predmeta Genetika treba se odvijati u učionici, ali i izvan nje, primjerice u laboratoriji. Učionica za nastavu Genetike trebala bi biti opremljena osnovnom opremom i instrumentima za praktični rad, odnosno za mjerenja i posmatranja tokom učenja i podučavanja. Ali i standardno opremljena učionica, uz osiguravanje osnovnih materijala i izvora znanja, može omogućiti ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda definiranih kurikulumom. U kontekstu digitalnog okruženja nastavu Genetike je moguće realizirati i kroz aktuelni eTwinning projekat koji vodi Agencija za predškolsko, osnovno i srednje obrazovanje, kroz online kolaborativno učenje tokom nastave/učenja, kao i kroz druge interkulturalne i naučne projekte i programe koji omogućavaju podršku razvoju učenika i jačanju ključnih kompetencija i životnih vještina.

Nastavnik zajedno s učenikima može doprinijeti stvaranju poticajnog okruženja za učenje i poučavanje genetike. Osim toga, svi sudionici odgojno-obrazovnog procesa sudjeluju u kreiranju afirmativnog i ugodnog okruženja za učenje genetike stvarajući mrežu potpore, usmjerene pažnje, solidarnosti, tolerancije, empatije, međusobnog uvažavanja i poštovanja. U takvom saradničkom okruženju razvija se timski duh i osjećaj za zajednicu te se izgrađuje stav o potrebi i važnosti solidarnog djelovanja u zajednici.

Nastavnik je kreator procesa učenja i poučavanja koji temelji i razvija na vrednovanju te samovrednovanju vlastitog iskustva uzimajući u obzir potrebe učenika i nove spoznaje u nauci. Planira odgojno-obrazovni proces imajući na umu interese i sposobnosti učenika. Posebno je značajna uloga nastavnika u stvaranju afirmativnog psihosocijalnog okruženja za učenje dajući svakom učeniku verbalni i drugi prostor za izražavanje vlastitih ideja te potvrđujući njegovo pravo na razvoj vlastitih interesa. Učenici se tokom učenja moraju osjećati sigurno i prihvaćeno. Neovisno o tome rade li samostalno, u paru ili u grupi, važno je njegovati osjećaj odgovornosti prema svome radu i radu drugih. Svaku ideju, komentar ili pretpostavku treba saslušati s uvažavanjem kako bi učenici razvili osjećaj uključenosti i poštovanja. U okruženju u kojemu vlada potpora, učenici će lakše preuzeti inicijativu i biti spremni za samostalna istraživanja. Vrijeme podučavanja i učenja određuje nastavnik, i to prema potrebama svojih učenika, pri čemu posebno vodi brigu o darovitim učenikima, ali i o učenikima s teškoćama u razvoju.

Nastavnik u planiranju odgojno-obrazovnog procesa ima slobodu koristiti se raznolikim načinima organizacije podučavanja i učenja kombinirajući i grupirajući učenike. Poticanjem saradničkog učenja učenici stiču i primjenjuju znanja i vještine, razvijaju socijalnu osjetljivost, razmjenjuju mišljenja i stavove, aktivno sudjeluju te su motivirani za učenje. Cilj je omogućiti svim učenicima da razviju svoje potencijale i osigurati njihov maksimalan uspjeh. Nastavnik treba podjelu učenika na grupe unaprijed isplanirati s jasno postavljenim ciljevima te pratiti napredak svakoga pojedinca u grupi i rad grupe u cjelini.

Za učenike s posebnim odgojno-obrazovnim potrebama (učenici s teškoćama u razvoju i daroviti učenici) nastavnici planiraju kurikulum usmjeren na učenika. Osobitosti/teškoće učenika zahtijevaju njima skladne individualizirane/diferencirane postupke, ciljeve učenja, nivo ostvarenosti odgojno-obrazovnog ishoda, opseg i dubinu sadržaja učenja, strategije i aktivnosti poučavanja kojima se žele ostvariti postavljeni ciljevi te načini vrednovanja i ocjenjivanja ostvarenih postignuća.

F/VREDNOVANJE U PREDMETNOM KURIKULUMU

Vrednovanje nastavnog predmeta Genetika treba biti učestalo, različito i redovito tokom školske godine. Provode se tri pristupa vrednovanja: vrednovanje za učenje, vrednovanje kao učenje i vrednovanje naučenog. Cilj vrednovanja nije samo ocjena, već praćenje napredovanja učenika, njegovog individualnog razvoja te usmjeravanje i poticanje učenika kako bi postigao maksimalne rezultate u skladu sa svojim interesima i sposobnostima. U proces vrednovanja potrebno je aktivno uključiti i učenike.

U vrednovanju za učenje formativno se prati i utvrđuje napredovanje učenika, pri čemu je važna redovita povratna informacija o postignutom uspjehu i napretku učenika u odnosu na očekivanja. Vrednovanje za učenje u pravilu ne rezultira ocjenom, već kvalitativnom povratnom informacijom o toku i uspješnosti procesa učenja i usmjereno je na utvrđivanje ostvarenog napretka učenika u određenom vremenu. Trenutna postignuća učenika upoređuju se s njegovim prethodnim postignućima, a ne s drugim učenicima.

U nastavnom predmetu Genetika koriste se dva elementa vrednovanja neovisno o metodi kojom su informacije prikupljene:

- **usvojenost bioloških koncepata**
- **prirodnoučne kompetencije.**

Usvojenost bioloških koncepata obuhvata znanja svih kognitivnih nivoa koja je učenik stekao u skladu s odgojno-obrazovnim ishodima definiranim u kurikulumu bez obzira na način provjeravanja znanja (usmeno ili pismeno). U sklopu te sastavnice vrednuje se poznavanje temeljnih pojmova i stručnih naziva, razumijevanje pojava i procesa, uz objašnjavanje međudnosa i uzročno-posljedičnih veza u živome svijetu te kompleksne međuzavisnosti žive i nežive prirode, primjena znanja i rješavanje problemskih zadataka pomoću usvojenog znanja.

U elementu prirodnonaučne kompetencije vrednuju se vještine i sposobnosti koje je učenik stekao te praktična primjena teoretskog znanja ili praćenjem njegovih aktivnosti i/ili rezultata tih aktivnosti. To mogu biti praktični radovi, prezentacije, referati, poster, seminarski radovi, kao i prikazi rezultata radova, istraživanja, zaključaka i sl. Prema definiranim odgojno-obrazovnim ishodima, vrednuju se postupci i procesi pri istraživanju, učenikovo sposobnosti da prikaže dostupne podatke o nekoj pojavi ili procesu, da raspravlja s različitim gledištima, smisljeno raščlani problem, prikaže međudnose u sklopu pojave, riješi postavljeni problem na temelju uvježbanih modela ili uoči pogreške i predloži vlastita rješenja. Uz brojčane ocjene jednako su važan dio vrednovanja i bilješke kojima nastavnik redovito opisuje i prati napredovanje učenika. One su povratna informacija učeniku, roditelju i samomu nastavniku o svim aktivnostima učenika, razvoju stavova, procesima učenja, kreativnom i samostalnom mišljenju, saradnji i radu u paru i/ili grupi, donošenju valjanih odluka, međuvršnjačkom vrednovanju i samovrednovanju.

Pri praćenju učenika potrebno je pažnju usmjeriti na elemente temeljnih kompetencija, a to su:

1. odgovornost (učenik ispunjava svoje obaveze i izvršava zadatke, iskorištava vrijeme na satu za rad i učenje, zadaće i radove u skladu s dogovorom, poštuje rokove, preuzima odgovornost za vlastito učenje i ponašanje u školskom okruženju);
2. samoinicijativnost i samoregulacija (samostalno uči, rješava zadatke ili provodi aktivnosti, planira, prati i prilagođava vlastito učenje, ispunjava obveze uz minimalne poticaje nastavnika, ulaže trud i ustrajava u učenju i radu);
3. komunikacija i saradnja (prikladno komunicira i uspješno saraduje s drugim učenicima i nastavnikom).

Zaključna ocjena izriče se opisno i brojem (nedovoljan – 1, dovoljan – 2, dobar – 3, vrlo dobar – 4, odličan – 5). Ona se ne donosi izračunavanjem aritmetičke sredine, već treba biti temeljena na što više vjerodostojnih, valjanih informacija o učenikovu učenju i napretku te na njegovim rezultatima i radovima tokom cijele školske godine. Zaključna ocjena za svakog učenika treba odgovarati ostvarenosti odgojno-obrazovnih ishoda i očekivanja zadanih kurikulumskim dokumentima, ali ne mora biti jednaka aritmetičkoj sredini pojedinačnih ocjena. U zaključnoj ocjeni jednak udio čine ocjene iz oba elementa vrednovanja (usvojenost bioloških koncepata i prirodnonaučne kompetencije), uzimajući u obzir i bilješke o napredovanju učenika u realizaciji zadanih ishoda.

Vrednovanje kao učenje podrazumijeva aktivno uključivanje učenika u proces vrednovanja uz stalnu podršku nastavnika radi razvoja autonomnog i samoreguliranog učenja. Nastavnik planira vrijeme potrebno za poticanje, usmjeravanje i modeliranje vrednovanja kao učenja. Učenik u početku školovanja treba više podrške, vođenje i pravovremene povratne informacije, da bi kasnije dosegao poželjni stepen sposobnosti samovrednovanja.

Vrednovanje naučenog uglavnom se provodi kao sumativno vrednovanje nivoa ostvarenosti odgojno-obrazovnih ishoda u određenom trenutku. Vrednovanje je kriterijsko, što znači da se temelji na unaprijed određenim kriterijima nivoa ostvarenosti znanja, vještina i vrijednosti, odnosno odgojno-obrazovnih ishoda.

Pri svakom vrednovanju valja primjenjivati različite metode vrednovanja kako bi svi učenici imali priliku pokazati stečene kompetencije na način na koji to njima najviše odgovara. Primijenjene metode trebaju rezultirati dovoljnom količinom kvalitetnih dokaza da bi se donijele valjane procjene o procesu i rezultatima učenja.

Osim uobičajenog usmenog i pismenog provjeravanja nastavnik bi trebao koristiti se i praćenjem rada učenika: praktičnim radovima, učeničkim izvještajima, esejima, učeničkim radovima kao što su grafički organizatori, crteži, modeli, mape učenja (portfolio), učeničke razvojne mape i sl. Za njihovo objektivnije vrednovanje može primijeniti i kriterijsko vrednovanje npr. pomoću rubrika za vrednovanje (opisnika). Rubrike za vrednovanje pružaju podršku za sva tri načina vrednovanja jer učenici znaju što se od njih očekuje, imaju povratnu informaciju o svome rezultatu, mogu se njima koristiti za samovrednovanje, a nastavniku omogućavaju objektivnu procjenu postignuća učenika. Rubrike za vrednovanje potrebno je kontinuirano usavršavati i dosljedno primjenjivati.

Neovisno o metodi vrednovanja, važno je imati na umu da se vrednuju znanja različitih kognitivnih nivoa, ali i vještine. Treba razvijati stavove na načelima općeg dobra, ali se vrednovati može samo njihova argumentacija. Pitanja postavljena učenicima moraju biti primjerena, različite težine i kognitivnih nivoa.

Jasna i smisljena povratna informacija učeniku služi za praćenje i usmjeravanje vlastitog napredovanja. Učenici i roditelji moraju imati pravovremene i jasne povratne informacije o tome što su učenici naučili, koliko (kvantiteta) i koliko dobro (kvaliteta), kako bi znali sljedeći korak u procesu učenja. Nastavnik za svakoga učenika upisuje i kratki osvrt na njegova postignuća konkretnim i autentičnim opisom »jakih strana« te preporuke za napredovanje u predmetu. Da bi potaknuli i zadržali motiviranost učenika, važno je u izvještavanju uvijek započeti od onog što je učenik napravio dobro, a potom navesti ono na čemu mora još raditi te dati kvalitetne sugestije i ohrabrenje za napredovanje. Učenici u svakome trenutku moraju znati kriterije prema kojima će se njihov rad vrednovati. Jasni kriteriji i kvalitetne povratne informacije o napretku mogu djelovati kao snažan poticaj za rad. U ocjenjivanju se koristi ljestvica školskih ocjena od pet stupnjeva (nedovoljan – 1, dovoljan – 2, dobar – 3, vrlo dobar – 4, odličan – 5), tj. primjenjuje se propis kojim se regulira praćenje navedenja, vrednovanje i ocjenjivanje učenika u srednjoj školi.

G/PROFIL I STRUČNA SPREMA NASTAVNIKA

- Nastavu genetike mogu izvoditi lica koja su završila odgovarajući četverogodišnji studij i stekla zvanje:
 - profesor biologije - opći smjer,
 - profesor biologije - nastavnički smjer,
 - profesor dvopredmetne grupe studija gdje je biologija glavni ili ravnopravan predmet, ako je to naznačeno u diplomi ili drugoj javnoj ispravi,
 - profesor biologije - edukacija u biologiji, sa položenom pedagoško-psihološko-didaktičko-metodičkom grupom predmeta,
 - profesor primijenjene biologije, sa položenom pedagoško-psihološko-didaktičko-metodičkom grupom predmeta,
 - dipl. ing. biologije/diplomirani biolog, sa položenom pedagoško-psihološko-didaktičko-metodičkom grupom predmeta,
 - dipl.ing. biologije - usmjerenje genetika, sa položenom pedagoško-psihološko-didaktičko-metodičkom grupom predmeta,
 - dipl. ing. biologije i bioinženjeringa, sa položenom pedagoško-psihološko-didaktičko-metodičkom grupom predmeta.
 - dipl. ing. genetike i bioinženjeringa, sa položenom pedagoško-psihološko-didaktičko-metodičkom grupom predmeta.
- Nastavu biologije mogu izvoditi i lica koja imaju završen najmanje II (drugi) ciklus Bolonjskog sistema studiranja u trajanju od jedne godine (60 ECTS bodova) ili dvije godine (120 ECTS bodova) – ukupno 300 ECTS bodova sa bodovima prvog ciklusa, koja su stekla akademsku titulu i zvanje magistra ili ekvivalenta za određenu oblast.
- Lica koja u toku studija nisu polagala ispite iz pedagoško-psihološko-didaktičko-metodičke grupe predmeta, dužna su ove ispite položiti u roku od godinu dana od dana stupanja na posao nastavnika.

