

## Obrada nastavne teme Osjetilo vida u 2. razredu gimnazije

*Denis Horvat*

Srednja škola Čakovec, Jakova Gotovca 2, Čakovec

[denis.horvat96@gmail.com](mailto:denis.horvat96@gmail.com)

### SAŽETAK

Osjetilo vida, kao jedno od najvažnijih osjetila kojim primamo velik broj informacija u svakodnevnom životu, uglavnom je vrlo zanimljiva tema učenicima. Kreirajući nastavu u kojoj učenici postaju aktivni sudionici, komparativnim se pristupom mogu istodobno promatrati prilagodbe određenog sustava koje su razvile različite skupine organizama. Uspoređivanjem organizama na temelju funkcionalnih i morfoloških značajki osjetila vida te stavljanjem u odnos sposobnost reakcije na podražaje i preživljavanje različitih organizama, promatrajući s evolucijskog aspekta kako su određene prilagodbe doprinijele opstanku vrste, učenici dobivaju pravu sliku živoga svijeta. Na taj način omogućuje se učenicima uvid u načine razvoja pojedinih sustava i mogućnosti opstanka vrste u ekosustavu. Nastavni sat u kojem su učenici aktivni sudionici obrazovnog procesa oblikuje se korištenjem brojnih interaktivnih sadržaja i dodatnih materijala (za čiju je izradu potrebno uložiti dosta truda i vremena) te potkrepljivanjem primjerima koji su poznati učenicima iz svakodnevnog života. Unatoč tome što mnogi učenici nisu naviknuti na takav pristup, povratne informacije prikupljene tijekom i nakon ovakve obrade nastavne jedinice ukazuje da se od njega ne smije odustajati jer dugoročno se može razviti u rutinu i omogućiti lakše usvajanje novih sadržaja poput triju osnovnih strukturnih elemenata osjetila vida.

*Ključne riječi: godišnji izvedbeni kurikulum; komparativni pristup; osjetilo vida; evolucijski razvoj*

### UVOD

Kurikularna reforma donijela je značajne promjene u obrazovnom sustavu, kako u osnovnoškolskom tako i u srednjoškolskom obrazovanju. Ishodi obrazovanja za pojedine razrede definirani su *Kurikulumom za nastavni predmet Biologija za osnovne škole i gimnazije* (NN 7/2019). Jedna je od novosti obrazovne reforme da se u drugom razredu gimnazijskog obrazovanja teži komparativnom pristupu u okviru makrokonceptata: *Energija u živome svijetu, Proces i međuovisnosti u živome svijetu, Organiziranost živoga svijeta te Prirodoznanstveni pristup*. Postepenim proučavanjem živog svijeta kroz evolucijski razvoja svih organskih sustava, ovisno o abiotičkim i biotičkim čimbenicima koji su potencijalno utjecali tijekom dugotrajne evolucije na razvoj pojedinog sustava u određenom smjeru, učenici razvijaju sliku o njegovoj složenosti. Drugim riječima, učenike se želi potaknuti na razmišljanje i uspoređivanje istih organskih sustava kod različitih skupina organizama s ciljem da obrazlože zašto je kod evolucijski jednostavnijih skupina organizama pojedini organski sustav dosegnuo određen razvoj dok je kod drugih otišao dalje. Ponekad su sastavnice samo izmijenjene, a ponekad su i pojednostavljene. U kurikulumu se predlaže da se komparativnim pristupom može obrađivati gradivo od jednostaničnih organizama do čovjeka, međutim rad s učenicima pokazao je da je puno lakše započeti od čovjeka. Tim pristupom učenici mogu iz vlastite perspektive komentirati pojedini organski sustav, a zatim ga usporediti s ostalim skupinama. Ponekad takav pristup može predstavljati problem za nastavnike jer otvara brojna pitanja, kao što su: koliko detaljno treba obrađivati pojedinu temu, koje skupine uključiti, koliko nastavnih sati izdvojiti za pojedini sustav. Međutim, dio odgovora može se pronaći u samom kurikulumu. Preporuka je da se prilikom obrađivanja pojedinih organskih sustava osvrne na kralježnjake (ribe, vodozemci, gmazovi, ptice, sisavci), beskralježnjake (spužve, žarnjaci, plošnjaci, oblići, kolutićavci, člankonošci, bodljikaši) te, naravno, na biljke i mikroorganizme. Nije uvijek nužno spomenuti sve skupine, već postoji li isti obrazac pojavljivanja kod različitih skupina, dovoljno ih

je samo opisati kod jedne, a za ostale naglasiti sličnosti i razlike. Koliko će koji nastavnik izdvojiti nastavnih sati za pojedini sustav, ostaje na svakom pojedincu. Međutim, svakako je važno da nastavnik refleksijom na nastavni sat od učenika dobije povratnu informaciju koja mu može poslužiti u daljnjem planiranju.

### **IZVEDBA NASTAVE**

Učenici su tijekom dvosata proučavali osjetilo vida promatrajući različite skupine organizama, i to komparativnim pristupom služeći se radnim listom, plakatom i karticom s optičkim iluzijama (prilozi) uz nastavnikovo planirano vođenje. Sama ideja za izradu plakata o osjetilu vida rezultat je pretrage *Pinterest* aplikacije. Međutim, topla je preporuka istražiti enciklopedije o životinjama jer su one koncipirane tako da se komparativno uspoređuju prilagodbe kod različitih vrsta te sadrže brojne zanimljive primjere organizama i provjerene informacije.

Motivaciju za uvod u nastavnu jedinicu o osjetilo vida činile su brojne optičke iluzije pripremljene na karticama kojima su učenici ispitivali svoj vid i vidno polje te pokušavali pronaći slijepu točku. Uz detaljnu uputu svaka grupa dobila je iste kartice kojima su analizirali optičke iluzije (Uhlenbroek 2009). Budući da svaka osoba drugačije percipira prostor koji ulazi u njezino vidno polje, takav pristup omogućio je da pojedinci koji su bili uspješniji pokušaju ostalima opisati način na koji treba promatrati. Učenici su bili vrlo uspješni u obavljanju zadatka s optičkim iluzijama i pokazali su zainteresiranost za nove zadatke.

Učenici su zatim individualno, služeći se radnim listićem (korak 1 i 2), istraživali vlastito vidno polje. Na taj su način zaključivali koje su prednosti binokularnog vida, vida pomoću dva oka, u odnosu na monokularni vid, tj. vid jednim okom. Ujedno, tražilo se da preispitaju kako osobe koje su izgubile vid na jedno oko percipiraju prostor oko sebe, odnosno kakav utjecaj to ima na percepciju dubine prostora (Netter i sur. 2013). Na taj način uveden je pojam stereoskopskog vida koji je rezultat preklapanja dviju slika binokularnog vida. Uputa je bila zadana na listiću, a osim toga nastavnik je demonstracijom dodatno uputio učenike u rad. Korak dalje činila je analiza shematskog prikaza vidnog polja predatora i plijena s ciljem da učenici usvoje prednosti, odnosno nedostatke njihovih osjetila vida. U razgovoru s učenicima zajednički se zaključilo koje bi to bile konkretno prednosti, odnosno nedostatci. Usvojenost tog koncepta naglašena je i primjerom geparda koji ima dobro razvijen stereoskopski vid kako bi što bolje mogao percipirati dubinu prostora, što mu u konačnici omogućuje da bude uspješniji u lovu (Uhlenbroek 2009). Kao dodatni primjer za učenike je pripremljen prikaz vidnog polja pauka koji ima vidno polje gotovo 360° s ciljem da ih se potakne na razmišljanje o tome zašto pauci imaju tako veliko vidno polje unatoč tome što ih se smatra predatorima (Habdija 2012, Uhlenbroek 2009). Ta je aktivnost rezultirala zaključkom kako je pauk, iako predator, istovremeno i plijen drugim životinjama što je dovelo do razvoja specifičnog vidnog polja (Uhlenbroek 2009).

Zatim je pred učenike postavljen novi problem u kojem su uspoređivali postojanost dnevnih, noćnih i dnevno-noćnih životinja (Land i sur. 2012). Uspoređivali su prilagodbe leća i otvora zjenice, a istovremeno se povela rasprava o pitanju zašto sve životinje ne mogu biti aktivne u isto vrijeme. Time je uveden i koncept energije, a tijekom rasprave komentirana je i evolucijska pozadina zato što su zbog dominacije gmazova u prošlosti prvi sisavci uglavnom bile noćne životinje (Uhlenbroek 2009). Također, na shematskom prikazu na prezentaciji učenici su uspoređivali veličinu leće i otvora kroz koji prolazi svjetlost kod različitih životinja (kao primjer korišteni su kralješnjaci) te zaključivali koje su uloge leće i otvora zjenice. Dodatak je bio i radni listić sa slikovnim prikazom položaja zjenice (horizontalni ili vertikalni) kod predatora i plijena koji je učenike trebao potaknuti na zaključivanje kako vertikalno

postavljena zjenica daje oštriju sliku kod stereoskopskog vida i time predatorima omogućuje bolju percepciju dubine prostora, a ujedno i lov. S druge strane, horizontalno položena zjenica omogućuje šire vidno polje i time lakše detektiranje pokreta drugih organizama (Land i sur. 2012, Uhlenbroek 2009). Opisano su aktivnošću učenici povezali odnos predator - plijen i uočili da je evolucijski razvoj prilagodbi nužan za što uspješniji opstanak vrsta u živom svijetu. Uspješnost aktivnosti provjerena je tako da je nastavnik odabrao naizmjenice troje učenika i tražio od njih da sami predlože neki odnos predator - plijen te objasne koje su prilagodbe u tom odnosu razvijene za opstanak u živom svijetu. Prijedlozi učenika bili su kvalitetno opisani i predstavljeni ostatku razreda i time pokazali da je aktivnost bila dobro odabrana.

Nakon što su razmijenili i prokomentirali svoja razmišljanja, dobili su zadatak raspraviti o sljedećim pitanjima kojima ih se željelo potaknuti na razmišljanje o važnosti osjetila vida: Gdje je na Zemlji započeo evolucijski razvoj osjetila vida? Zašto se uopće osjetilo vida počelo razvijati? Zanimljivo je istaknuti kako su učenici u tom dijelu, prilikom iznošenja svojih mišljenja o postavljenim pitanjima, bili natjecateljski raspoloženi. Dobrobit je takva pristupa bio što su učenici u strukturiranoj raspravi došli do točnih odgovora na postavljena pitanja.

U daljnjoj obradi nastavne jedinice u sklopu evolucijskog razvoja osjetila vida nasumice je odabran jedan učenik iz grupe koji je dobio u ruke mineral aragonita sa zadatkom da ga detaljno opiše ostalim grupama. Na temelju tog opisa nastavnik je postavio pitanje može li aragonit graditi neke strukturne elemente oka nekog organizma te time potaknuo ostale učenike na raspravu. Nakon kratke rasprave u kojoj su učenici zaključili kako taj mineral potencijalno mogao biti sastavni dio oka za primanje svjetlosnih podražaja, prikazan je kratki videozapis koji potvrđuje da aragonit izgrađuje leće u sklopu osjetila vida kod vrste *Acanthopleura granulata* (Uhlenbroek 2009). Aktivnost je rezultirala spoznajom učenika kako su, evolucijski gledano, različite strukture omogućile vid brojnim živim organizmima. Usvojenost koncepta provjerena je slikovnim prikazima organizama na prezentaciji sa zadatkom da se poveže struktura koja omogućuje vid s organizmom koji ju posjeduje. Učenici su aktivno sudjelovali u toj aktivnosti i vrlo uspješno ju ostvarili, a time pokazali da je aktivnost dobro planirana.

Služeći se udžbenikom i literaturom kojoj su pristupili mobitelom te rješavajući radni list (korak 5), učenici su se prisjetili građe ljudskog oka. Za rješavanje zadatka o nastanku slike u mozgu (korak 6 i 7), učenici su promatrali videozapis te istodobno bilježili komentare i odgovarali na pitanja na radnom listu. Kada su se prisjetili građe ljudskog oka te načina nastanka slike koju vidimo, slijedio je zadatak (korak 8) u kojem su promatrali i uspoređivali evolucijski razvoj građe osjetila vida kod nekih organizama. Cilj tog zadatka bio je da se uoče tri osnovna strukturna elementa (leća, optički živac i mrežnica/ pigmentni sloj) koja se ponavljaju kod gotovo svih skupina koje imaju razvijeno osjetilo vida (Netter i sur. 2013). Aktivnost je rezultirala time da su učenici prepoznali tri osnovna strukturna elementa na temelju priređenog zadatka (korak 8).

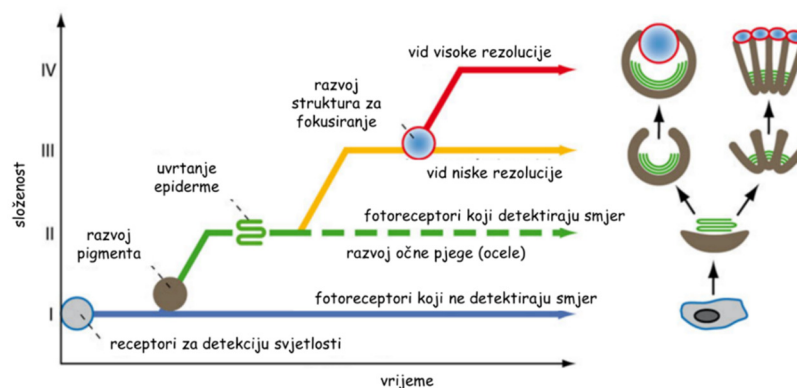
Nakon toga učenici su dobili uputu da će istraživati prilagodbe osjetila vida kod konja/zebre, ptica, zmija, morskih pasa, rakova i kukaca, i to tako da su, podijeljeni u grupe, dobili plakate (prilozi o tim životinjama) s brojnim informacijama o toj temi (Land i sur. 2012, Netter 2013, Uhlenbroek 2009). Kako bi se izbjegle neprovjerene informacije s interneta kojima bi učenici pristupali, upravo su ti plakati poslužili kao izvor provjerenih informacija. Da bi se svi učenici aktivirali za rad na zadatku, a s obzirom na to da su grupe brojile po šest učenika, svaki je učenik dobio jedan plakat koji je trebao detaljno proučiti, ispuniti konceptualnu tablicu (tablica 1), a zatim ostalim članovima grupe predstaviti organizam kojim se bavio. Primjeri vrsta kod kojih je promatrano osjetilo vida potaknuli su učenike na

aktivno uključivanje u rad unutar grupe. Nakon što su razmijenili informacije unutar grupe popunjavajući tablicu 1, slijedilo je izlaganje o prilagodba koje je vodio nastavnik postavljajući pitanja učenicima kako bi ih potaknuo da iznesu spoznaje do kojih su došli rješavajući zadatak. Izlaganje je vođeno tako da su članovi jedne grupe prezentirali jednu skupinu organizama dok su ostali dopunjavali njihovo izlaganje. Na taj su se način razmijenile i međusobno nadopunile sve grupe.

Tablica 1 Obilježja osjetila vida kod različitih skupina organizama

| ORGANIZAM          | ČOVJEK | KONJ/ ZEBRA | PTICE | ZMIJE | MORSKI PAS | RAKOVI | KUKCI |
|--------------------|--------|-------------|-------|-------|------------|--------|-------|
| Broj očiju         |        |             |       |       |            |        |       |
| PREDNOSTI          |        |             |       |       |            |        |       |
| NEDOSTACI          |        |             |       |       |            |        |       |
| DODATNE PRILAGODBE |        |             |       |       |            |        |       |

U svrhu sistematiziranja gradiva o složenosti osjetila vida osmišljena je aktivnost sa shematskim prikazom (slika 1) i brojnim potpitanjima kojima se učenike provelo evolucijskim razvojem osjetila vida, od receptora za detekciju svjetlosti do vida visoke rezolucije. Kao rezultat aktivnosti učenici su prikazali evolucijski razvoj osjetila vida prema složenosti tako što su samostalno izradili grafički prikaz (slika 1) pridružujući linijama evolucijskog razvoja (plavoj, zelenoj, žutoj i crvenoj) objašnjene. U završnom je dijelu nastavnog sata o osjetilu vida provedena rasprava o temi *Imaju li biljke razvijeno osjetilo vida?* Otvaranjem ovog pitanja željelo se naglasiti kako i biljke posjeduju receptore za detekciju svjetlosti, kao i pigmente koji predstavljaju primitivni tip osjetila vida. Opisana aktivnost rezultirala je promjenom mišljenja učenika o biljkama i njihovu osjetilu vida jer su prije toga smatrali kako biljke ne posjeduju takvo osjetilo. Na kraju sata provedena je refleksija u obliku izlazne kartice koja je poslužila nastavniku u danjem kreiranju nastavnih sati vezanih za osjetilo vida.



Slika 1 Prikaz evolucijskog razvoja osjetila vida

Analizom provedene izlazne kartice utvrđene su pozitivne i neke negativne strane održanog nastavnog sata. Većini učenika svidio se način i pristup učenju te su iskazali zanimanje za upoznavanje i drugih organizama i njihovih prilagodbi. Dojmili su ih se plakati, a najzanimljivije bile su im ptice. S druge strane, nekolicina učenika iskazala je mišljenje kako je bilo previše zadataka te nisu sigurni jesu li uspjeli usvojiti najbitnije sadržaje. Međutim, ovom problemu može se vrlo jednostavno pristupiti na način da se pojedine aktivnosti poput građe i funkcije oka poveže s aktivnošću u kojoj se komparativno uspoređuju prilagodbe osjetila vida kod odabranih skupina organizama. Prikupljene informacije

omogućile su nastavniku da za obradu nove nastavne jedinice odabere organizme koje su se najviše dojmili učenike te pokuša odgovoriti na pitanja koja su zabilježili u izlaznoj kartici.

## ZAKLJUČAK I METODIČKI ZNAČAJ

Učenici su kao aktivni sudionici u obrazovnom procesu pozitivno i vrlo zainteresirano reagirali na posve nov pristup učenju. Uz nastavnikovo vođenje povezivali su prilagodbe osjetila vida s uvjetima u kojima žive promatrane vrste dopunjujući ih primjerima iz svakodnevnog života. Uspoređivali su organizme na temelju funkcionalnih i morfoloških značajki osjetila vida, stavljali u odnos sposobnost reakcije na podražaje i preživljavanje različitih organizama te u sklopu evolucijskog konteksta promatrali kako određene prilagodbe doprinose opstanku vrste. Kao poteškoća u izvođenju primijećeno je da učenici ne čitaju jasno uputu na radnome listu te im je potrebno demonstrirati i usmeno opisati korake u učenju na više načina. Učenici zapravo nisu naviknuti na tip nastave u kojem su konstantno aktivni sudionici obrazovnog procesa i trebaju istraživati zadatke i probleme koji se postavljaju pred njih. Međutim, to ne znači da od takva načina rada treba odustati, već treba uvijek imati razumijevanja za učenike te ih brojnim potpitanjima usmjeravati na razmišljanje i rad kako bi im takav pristup postao rutina. Analizom izlaznih kartica i neverbalne komunikacije tijekom samog nastavnog sata, utvrđeno je da je provedeni nastavni sat bio koristan učenicima jer im je omogućio usvajanje nastavne jedinice osjetila vida, a njihove pozitivne reakcije pokazale uspješnost odabranih aktivnosti. Vrlo je važno naglasiti bitne sadržaje o osjetilu vida koje bi učenici u svakoj pojedinoj skupini trebali znati te ih povezati s ljudskim okom. Nastavnik kao kreator takva tipa dvosata ima vrlo važnu ulogu u kontroli vremena za izvršavanje pojedinih aktivnosti tijekom sata te u vođenju i usmjeravanju učenika kako bi se ostvario cilj. Za pripremu dvosata koji uključuje komparativni pristup obradi gradiva potrebno je izdvojiti puno više vremena u odnosu na klasične pristupe u nastavi. Važno je naglasiti da primjeri s kojima se učenici susreću u svakodnevnom životu pridonose tome da sat postaje zanimljiv, bogat aktivnošću učenika, a u konačnici potiče njihovu znatiželju pa žele istražiti i dodatne sadržaje. Ovakav nastavni sat može se odraditi u 2. razredu u sklopu tematske cjeline *Osjetila*.

## LITERATURA

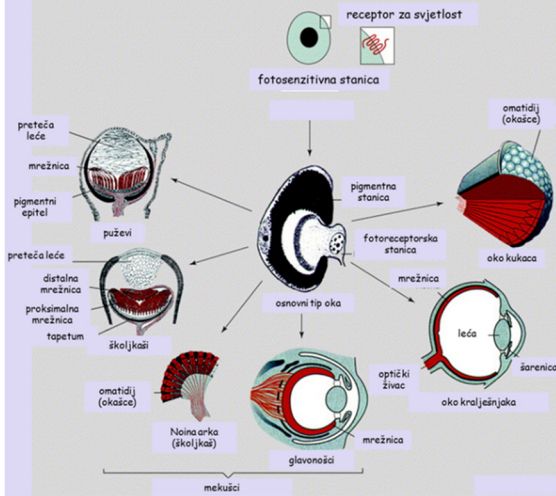
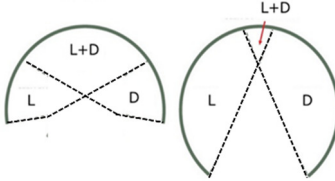
- Habdija I., Habdija Primc B., Radanović I., Špoljar M., Kepčija Matoničkin R., Karlo Vujčić S., Miliša M., Ostojić A., Sertić Perić M. (2011): Protista-Protozoa-Metazoa-Invertebrata strukture i funkcije. udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, Alfa NN 7/2019 (2019): Odluka o donošenju kurikuluma za nastavni predmet biologije za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj, /eli/sluzbeni/2019/7/149 preuzeto 11.6.2020.
- Land F.M., Nilsson D.-E. (2012): Animal Eyes. Oxford University PressAPA <http://owl.english.purdue.edu/owl/resource/560/01/>, preuzeto 11.6.2020.
- Matoničkin I., Klobučar G., Kučinić M. (2010): Opća zoologija, udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, Školska knjiga
- Netter F.H., Jones R., Burns T., Aminoff M.J., Pomeroy S. (2013): The Netter Collection of Medical Illustrations: Nervous System, Volume 7, Part 1 - Brain, 2e
- Uhlenbroek C. (2009): Svijet životinja, sveobuhvatni slikovni vodič o životinjama i njihovu ponašanju, Profil, Zagreb

## PRILOZI

Prilog 1 Osnova pripreme za nastavni sat

| Ime i prezime nastavnika   | Škola  | Datum       |
|--|--|-------------|
| Denis Horvat   | V. gimnazija Zagreb  | 25.02.2020. |
| Nastavna jedinica /tema  | Razred   |             |
| Osjetilo vida  | 2. razred  |             |
| Temeljni koncepti  | Ključni pojmovi  |             |
| Porast složenosti i razvoj novih svojstava na višim organizacijskim razinama | oko, receptori, vidno polje, binokularni i monokularni vid   |             |
| Cilj nastavnog sata (nastavne teme)  | Komparativnim pristupom upoznati osjetilo vida kod različitih skupina živih organizama                     |             |
| Ishodi učenja  | 1. BIO SŠ A.2.1. Povezuje pojavu novih svojstava s promjenom složenosti organizacijskih razina u organizmu |             |

2. BIO SŠ A.2.2. Uspoređuje specifičnost građe pojedinih organizama i povezuje ih s razvojnim stablom živoga svijeta  
 3. BIO SŠ B.2.3. Uspoređuje prilagodbe organizama na životne uvjete te ih povezuje s evolucijom živoga svijeta na Zemlji  
 4. BIO SŠ D.2.1. Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja i razvoj znanstvene misli stavlja u povijesni kontekst

| Br.        | Razrada ishoda nastavne jedinice  | Zadatak/ primjer ključnih pitanja za provjeru ostvarenosti ishoda   | KR       | PU  |
|------------|---|---|----------|-----|
| A.2.1.1.   | Povezuje ključne prilagodbe u građi osjetila vida s uvjetima staništa                   | Kakve prilagodbe osjetila vida očekujete kod risa, ako vam je poznato da se radi o životinji koja je aktivna noću.  | I./II.   | +/- |
| A.2.1.2.   | Uspoređuje građu sustava koji obavljaju iste zadaće u čovjeku i drugim organizmima      | Kako se razlikuje osjetilo vida kukaca u odnosu na čovjeka?   | I.       | +/- |
| A.2.1.2.1. | Analizira građu ljudskog oka  | Od kojih osnovnih strukturnih elemenata je građeno ljudsko oko?   | I.       | +/- |
| A.2.2.1.   | Uspoređuje organizme na temelju funkcionalnih i morfoloških značajki osjetila vida      |  <p>Slika prikazuje razvoj osjetila vida kod različitih skupina organizama. Koji organizmi imaju isto/slično razvijeno osjetilo vida. Također, uspoređi funkciju fotosenzitivne stanice i mrežnice kod kraljevnjaka ili glavonošaca.</p> | II./III. | +/- |
| B.2.3.1.   | Stavlja u odnos sposobnost reakcije na podražaje i preživljavanje različitih organizama |  <p>Slika prikazuje dva vidna polja. Prema stilu života (predator/plijen) koje polje predstavlja pojedini stil. Obrazloži svoj odgovor.</p>   | II.      | +/- |
| B.2.3.2.   | Objašnjava važnost razvoja osjetila vida u životinja/čovjeka                            | Gepard može doseći brzinu trčanja od otprilike 100 km/h te tako trči na kraće udaljenosti. Njegov lov u 70% pokušaja završava uspješno. Niti jedna druga zvijer koja lovi sama, nema tako visok postotak uspjeha. Objasni koje to prilagodbe osjetila vida doprinose značajno njegovom lovu.                                | II.      | +   |
| D.2.1.1.   | Koristi se pouzdanim literaturnim izvorima i navodi ih.                                 | Koristeći različite literaturne izvore istraži kako funkcionira osjetilo vida kod žaba i uspoređi ih s osjetilom vida kod čovjeka. U obliku kraćeg eseja iznesi rezultate svog istraživanja i obrazloži odabir korištenih izvora.   | II./III. | +/- |

**Kognitivna razina (KR):** I. reprodukcija, II. konceptualno razumijevanje i primjena znanja, III. rješavanje problema

**Procjena uspješnosti učenja (PU):** – odgovara manje od 5 učenika, +/- odgovara otprilike polovina učenika, + odgovara većina učenika

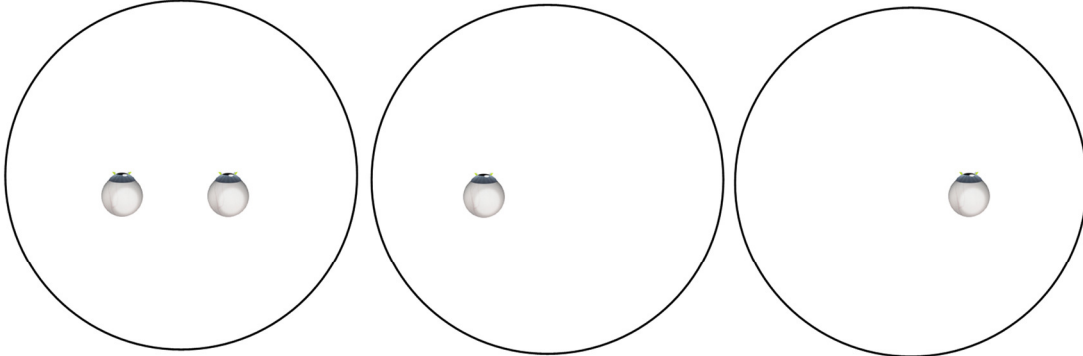
| Tijek nastavnog sata              |  |          |            |                     |        |                       |                |
|-----------------------------------|--|----------|------------|---------------------|--------|-----------------------|----------------|
| Tip sata                          | Kombinacija individualnog i rada u grupama   | Trajanje | 90 minuta  |                     |        |                       |                |
| STRUKTURNI ELEMENT NASTAVNOG SATA | DOMINANTNA AKTIVNOST   |          | BR. ISHODA | KORISTITI U IZVEDBI | METODA | SOCIOLOŠKI OBLIK RADA | TRAJANJE (min) |
| uvod                              | Nastavni sat započinje prikazom optičkih iluzija (varke) na prezentaciji pomoću kojih nastavnik potiče učenike na raspravu o njima. Nakon toga, nastavnik daje uputu kako će učenici koristiti dodatne optičke testove koje će dobiti u kuvertama. U razgovoru s učenicima, komentira se zbog čega nastaju određene pojave koje su zamijetili. Također, nastavnik vodi učenike do samog naslova teme te ih potiče na raspravu o važnosti osjetila vida u svakodnevnom životu kod čovjeka, a i drugih organizama. |          | B.2.3.2.   | PP<br>I             | R<br>R | F<br>G                | 10             |

|   |  |  |   |  |  |                   |
|---|--|--|---|--|--|-------------------|
| <p><b>razrada</b></p>   | <p>Slijedi istraživanje vlastitog vidnog polja i percepcije dubine pomoću koraka 1. i 2. koji su sastavni dijelovi plana učeničkog zapisa. Nastavnik daje uputu te demonstrira (po potrebi odabire učenika koji će mu pomoći u tome) ono što će učenici raditi. Nakon toga u razgovoru s učenicima komentira njihova opažanja i zaključke te pomoću shematskih prikaza na prezentaciji daje dodatna pojašnjenja (ako nastavnik procijeni da je potrebno).</p> <p>Učenici rješavaju 3. korak kojim se uspoređuje vidno polje predatora i plijena. Učenici ispunjavaju tablicu s prednostima i nedostacima i u razgovoru s nastavnikom komentiraju. Nastavnik prikazuje fotografije pauka s jednostavnim očima (ocene) te postavlja problem pred učenike: kakvo vidno polje očekuju kod pauka kao predatora.</p> <p>Učenici prema napatku nastavnika prelaze na 4 korak gdje obrazlažu postojanost dnevnih, noćnih i dnevno-noćnih životinja. Također, pomoću shematskog prikaza na prezentaciji uspoređuju veličinu leće i otvora kroz koji prolazi svjetlost kod različitih životinja (konkretno kod kralješnjaka se analizira). Dodatak tome je i slikovni prikaz položaja zjenice kod predatora i plijena koji se nalazi kod plana učeničkog zapisa i prezentaciji. Uloga tog dijela je potaknuti učenike na razmišljanje kako vertikalno položena zjenica daje oštriju sliku u stereoskopskom vidu što im omogućuje bolju percepciju dubine, a ujedno i lov.</p> <p>Gdje je na Zemlji započeo evolucijski razvoj osjetila vida? Problem je koji se postavlja pred učenike te ih nastavnik potiče na raspravu. Zašto se uopće osjetilo vida počelo razvijati? Još jedan je problem koji se postavlja pred učenike te ih potiče na razmišljanje o važnosti samog osjetila vida.</p> <p>Nastavnik odabire nasumice jednog učenika kojem u ruku daje mineral aragonit sa zadatkom da ga opiše ostatku razreda. Postavlja se pitanje: Može li aragonit graditi neke strukturne elemente oka kod nekih organizama? Slijedi kratki videozapis u trajanju od minute koji daje odgovor na to pitanje.</p> <p>Nakon toga prema napatku nastavnika, učenici se vraćaju koraku 5 pomoću mobitela ili drugih pomagala istražuju građu ljudskog oka (brojevima pridružuju pojmove). Također, na temelju učeničkog znanja iz svakodnevnog života i iz osnovne škole, učenici ispunjavaju zadatak o dijelovima oka i njihovoj funkciji.</p> <p>Korak 6 i 7 učenici rješavaju uz pomoć videozapisa u trajanju od 2 minute i 40 s koji prikazuje kako vidimo to što promatramo. Ponovo nastavnik u razgovoru s učenicima komentira što su zapisali i obrazložili.</p> <p>Učenici rješavaju posljednji korak u kojem analiziraju koje strukture osjetila vida se pojavljuju kod različitih skupina organizama. Smisao tog zadatka je potaknuti učenike da spoznaju kako se kod većine živih organizama ponavlja isti obrazac (vidni živac, mrežnica, leća). U razgovoru s učenicima nastavnik vodi učenike do te spoznaje ako je potrebno.</p> <p>Slijedi rad u grupama gdje svaka grupa dobi 6 A4 plakata. Cilj je da se učenici unutar grupe podijele da istražuju zanimljivosti, zatim prokomentiraju međusobno i jedni druge upute o tematici koju su istraživali. Na taj način želi se upoznati učenike s različitim prilagodbama osjetila vida kod različitih skupina organizama.</p> <p>Nakon toga, uz pomoć prezentacije nastavnik postavlja probleme i pitanja različitih razina (ovisno o procjeni koju stekne) vezano za plakate koje su učenici istraživali. Učenici postepeno popunjavaju tablicu koju su dobili od nastavnika (prednosti, nedostatke... osjetila vida) kako se polako prolazi kroz organizme koje su učenici analizirali.</p> <p>Uz pomoć grafičkog prikaza razvoja osjetila vida nastavnik u razgovoru s učenicima raspravlja kako se postepeno razvijao vid. Učenici u bilježnici prikazuju razvoj osjetila vida. Kao osigurače nastavnik ima pripremljeno za raspravu: Imaju li biljke razvijeno osjetilo vida? Kao dodatan osigurač pripremljen je videozapis o međuzama kako reagiraju na različite svjetlosne podražaje.</p> | <p>A.2.1.1.<br/>B.2.3.2.<br/>A.2.1.1.<br/>B.2.3.1.<br/>A.2.2.1.<br/>B.2.3.1.<br/>A.2.1.2.<br/>D.2.1.1.<br/>B.2.3.2.<br/>A.2.1.2.<br/>A.2.1.1.<br/>A.2.1.2.<br/>A.2.2.1.<br/>B.2.3.1.<br/>B.2.3.2.<br/>B.2.3.2.</p> | <p>RL<br/>PP<br/>R,C<br/>PR<br/>RL<br/>PP<br/>R<br/>RL<br/>PP<br/>PP<br/>PP<br/>PM<br/>PP<br/>R<br/>RL<br/>MO<br/>PP<br/>RL<br/>PP<br/>TM<br/>RL<br/>PP</p> | <p>I<br/>G<br/>R<br/>G<br/>F<br/>F<br/>I<br/>G<br/>R<br/>F</p> | <p>5<br/>5<br/>5<br/>5<br/>5<br/>5<br/>10<br/>5<br/>15<br/>5<br/>5</p> | <p>5-do kraja</p> |
| <p><b>Završni dio</b></p>   | <p>Nastavni sat završava izlaznom karticom gdje učenici imaju pravo po vlastitom odabiru predstaviti najzanimljiviji organizam njegovo osjetilo vida te istaknuti ako imaju dodatne interese za tu tematiku. Također, dobivaju karticu s domaćom zadaćom gdje ih se potiče da istraže osjetilo vida kod vodozemaca.</p>  | <p>Sinteza ishoda</p>  | <p>PP<br/>AL</p>  | <p>I</p>   | <p>5-do kraja</p>  | <p>5-do kraja</p> |
| <p><b>Osvrt na sat</b></p>  | <p>Nastavni sat izveden je unutar propisanog vremenskog intervala. Tijekom izvedbe nastavnog sata primijećeni su nedostaci koje poput davanja nedovoljno jasnih uputa za pojedine zadatke. Previše usredotočenost na iste učenike. Potrebno je popraviti rad u grupi tako da za vrijeme izlaganja ostali učenici uz pomoć osigurača pažnje bilježe potrebne informacije. Nastavni sat zadovoljavajuće je izveden te su potrebne manje preinake.</p>  |  |   |  |  |                   |
| <p><b>Nositelji aktivnosti:</b> N – nastavnik, U – učenici (dodati i mijenjati uloge ukoliko je potrebno uz svaku aktivnost)<br/> <b>Koristiti u izvedbi:</b> RL – radni listić za učenike, UDŽ – udžbenik, RB – radna bilježnica, P – ploča, PM – prirodni materijal, E – pokus/eksperiment, MD – model, AP – aplikacija, PP – projekcija prezentacije, V – video zapis, A – animacija, I – igra, IU – igranje uloga, RS – računalna simulacija, M – mikroskop<br/> L – lupa, F – fleks kamera, T – tablet, MO – mobitel, OP – organizator pažnje, AL – anketni listić TM – tekstualni materijali (dodati prema potrebi)<br/> <b>Metode:</b> PR – praktični radovi, D – demonstracija, C – crtanje, I – usmeno izlaganje, R – razgovor, T – rad na tekstu i pisanje<br/> <b>Oblici rada:</b> I – individualno, P – rad u paru, G – grupni rad, F – frontalno</p> |  |  |   |  |  |                   |

Prilog 2 Radni list za učenike

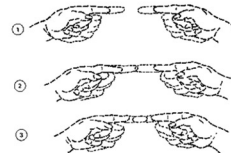
**KORAK 1:** U sljedeći predviđeni prostor osjenčaj svoje vidno polje (korak b i c izvedi tako da pomičeš kažiprst u svom vidnom polju tako dugo dok ti ne nestane iz njega)

a) kada gledaš s oba oka, b) samo lijevo oko i c) samo desno oko



S kojim problemima se susreću ljudi koji su izgubili vid na jedno oko? Obrazloži svoje razmišljanje.

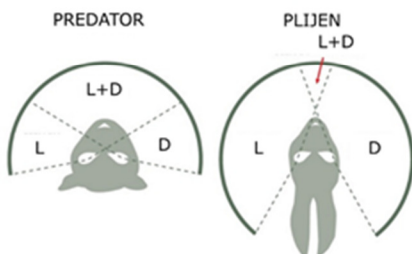
**KORAK 2:** Postavi kažiprste kao što je na shematskom prikazu prikazano. Promatraj njihovu udaljenost s oba oka, zatim zatvori jedno pa zamjeni s drugim te ponavljaj nekoliko puta te korake. Također, udaljavaj i približavaj kažiprste. **Obrazloži svoja opažanja.**



Preklapanjem lijevog i desnog vidnog polja nastaje \_\_\_\_\_, a kada ne dolazi do preklapanja ili samo jednim okom promatramo tada se taj vid naziva \_\_\_\_\_.

Posjeduju li svi organizmi takav vid? Obrazloži svoje razmišljanje.

**KORAK 3:** Obrati pozornost na lijevi shematski prikaz vidnog polja kod predatora i plijena te popuni sljedeću tablicu:



**KORAK 4:** Postoje organizmi koji su aktivni danju i/ili noću. Zašto nisu svi aktivni u isto vrijeme? Kakav je čovjek po tom pitanju?

-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----

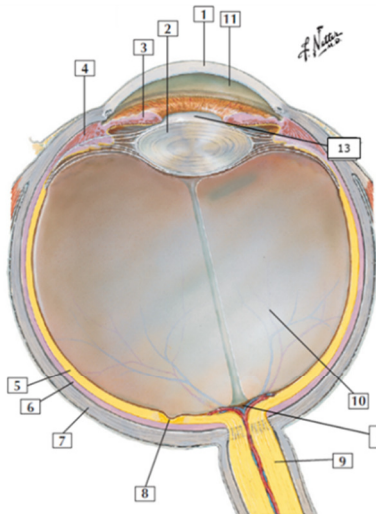
|           | PREDATOR | PLIJEN |
|-----------|----------|--------|
| prednosti |          |        |
| nedostaci |          |        |





**KORAK 5:** Pridruži brojevima sljedeće pojmove koji se odnose na dijelove ljudskog oka (možeš se koristiti mobitelom)

leća, mrežnica, žilnica, šarenica, bjeloočnica, žuta pjega, slijepa pjega, zjenica, prednja očna komorica, staklovina, nišići leće, rožnica, vidni živac



**KORAK 6:** Promatrajući videozapis koji ti nastavnik reproducira zabilježi i opiši način na koji nastaje slika koju vidimo kada promatramo neki objekt te odgovori na pitanje iz **KORAKA 7**

---

---

---

---

---

---

---

---

**KORAK 7:** Koja je uloga štapića i čunjića? Objasni.

---

---

---

---

---

---

---

---

**KORAK 8:** Analiziraj shematske prikaze razvoja osjetila vida od fotosenzitivne stanice pa prema ostalim skupinama organizama. Na temelju shema usporedi osjetilo vida između različitih skupina.

Koji organizmi u osnovi imaju slično građeno osjetilo vida?

---

---

---

---

---

---

---

---

Koji su to tri strukturni elementi oka koja se ponavljaju kod različitih skupina organizama (zaokruži na shematskom prikazu).

---

---

---

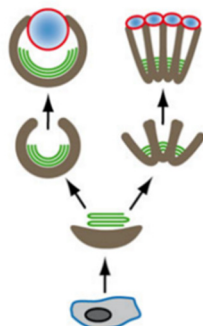
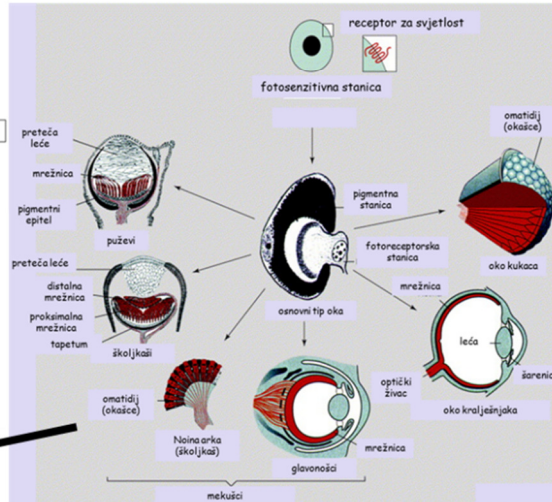
---

---

---

---

---



**BILJEŠKE:**

---

---

---

---

---

---

---

---

Prilog 3 Plakati za učenje

### KONJI i ZEBRE

konji i zebre veliki su organizmi te im je zato potreban dobro razvijen vid

- oba oka nalaze se sa strane glave, zbog čega im je vidno polje drugačije od našeg
- to im omogućuje odličan periferni pogled te time vide gotovo 360° oko sebe i nema potrebe za okretanjem glave
- svijetlo plavo desno područje vidi samo desnim, a svijetlo plavo lijevo područje vidi samo lijevom okom, što mu daje neostnu sliku, ali će u njoj zamijetiti i najmanji pokret
- u zelenom području konj ne vidi ništa (mrtvi kut). Ispred konja, u široki razmak između očiju, na udaljenosti do 130 cm nalazi se mrtvi kut
- tamno plavo područje vidi s oba oka te to područje vidi najoštrije
- njihovo viđenje boja više je u sivom tonu te s različitim nijansama crne i bijele
- kao i brojne druge životinje, konji i zebre imaju dobro razvijen noćni vid

### KUKCI

za osjet svjetlosnih podražaja kukci imaju tri vrste osjetnih struktura

- kožna osjetila- kukci primaju svjetlosne podražaje čitavom površinom tijela
- najjednostavnije oči (ocelice) koje se nalaze na čelu ili tjemenu, može ih biti od 1-3. Njima kukci razlikuju jakost svjetla koja ih potiče na let. Zbog toga su dobro razvijene kod onih kukaca koji lete (osobito noćnih)
- sastavljene oči nalaze se sa strane glave. Sastoje se od više manjih okašica (oma) skupljenih zajedno u dva velika oka. Njima kukci raspoznaju svijet oko sebe koji vide u obliku mozaika.
- kukci vide na razmjerno kratkoj udaljenosti
- iako vide na kratke udaljenosti, svjetlosne podražaje koje primaju vrlo brzo procesiraju te im to omogućuje da izbjegnu brojne prepreke s kojima se susreću tokom leta
- vretenca i bogomoljke imaju najjači vid s gotovo 30 000 leća
- percepcija boje varira od vrste do vrste kukaca. Neki kukci kao što su leptiri i pčele, mogu vidjeti ultraljubičastu (UV) svjetlost
- utvrđeno je da pčele ne vide crvenu i narančastu boju, ali vide plavu u ultraljubičastom spektru. Naime, veliki broj cvjetča reflektira neku od nijanse plave.
- to im omogućuje da bolje percipiraju svjetle dijelove latica od peludnog zrnca što im ujedno pomaže u boljem traženju hrane

### PTICE

1) vid je najvažnije osjetilo kod ptica

2) omogućuje im da izbjegnu potencijalni napad i da dobro prate plijen

3) ptice posjeduju velike oči u odnosu na veličinu njihove glave. Neke ptice poput sova i orlova imaju čak i veće oči nego što ima čovjek, a u većine drugih oči su veličine njihovog mozga. Iz razloga što su im oči toliko velike, nepokretne su kod većine ptica te moraju okretati cijelu glavu.

4) ptice koje su aktivne danju često posjeduju sposobnost da vide ultraljubičastu svjetlost kao što to vide kukci

5) ptice predatori poput orlova i sova imaju dobro razvijen binokularni vid

6) oči ora imaju otprilike pet puta više fotosenzitivnih stanica nego što imaju ljudi (oko 1 000 000 čunjića, čovjek ima 200 000). Skoro je svaki taj receptor povezan s jednim neuronom. Zbog toga orlov vidni živac, koji prenosi informacije od oka do mozga, sadrži dvostruko više vlakana nego vidni živac čovjeka. Stoga ne iznenađuje da ove ptice dobro razlikuju nijanse boja.

7) mogu se poslužiti mišićima oka da promijene oblik leće te im to omogućuje da fokusiraju plijen koji je dosta udaljen

8) većina ptica ima puno bolji vid na daljinu u odnosu na čovjeka pa tako je poznato da škanjac ima 6 do 8 puta bolji vid

**GOLUB**      **SOVA (i ostali predatori)**

■ Stereoskopski vid      ■ Binokularni vid

■ Ljudski vid      ■ UV      ■ UV vid kod ptica

### MORSKI PSI

oko morskog psa na prvi pogled je jako slično ljudskom, ali funkcionalno je drugačije

1) Oči morskog psa bočno su postavljene te mu to omogućuje gotovo da vidi kut od 360°. Međutim, zbog takvog položaja imaju i dvije slijepje točke. Prva se nalazi ispred „njuške“, dok je druga točno iza glave. Također, zbog takvog položaja očiju, gotovo da nemaju razvijen stereoskopski vid (postoji vrlo malo područje preklapanja).

2) morski psi ne vide boje te maksimalno vide udaljenost objekta do **15 m**

3) mogu vidjeti čak 10 puta bolje nego što mogu ljudi u bistroj vodi, zahvaljujući brojnim svjetlosnim receptorima

4) posjeduju još dodatni sloj **tapetum lucidum (reflektirajući sloj)** od kristala iza mrežnice koji im omogućuje odličnu vizualnu oštrinu

5) leća u oku morskog psa kao i kod ostalih hrskavičnjača i koštunjača, ne mijenja oblik (kao kod ljudi) nego radi po principu fotoaparata/kamere tako da mišići leću pomiču van-unutra

6) veličina oka varira od vrste do vrste

7) morski psi su velikim očima obitavaju u gornjim slojevima oceana gdje je velika količina svjetlosti

8) međutim, psi koji obitavaju na dubinama od 1000 do 4000 m imaju puno manje oči koje im omogućavaju oštrinu vida

→ što morski psi vide  
 9) **Zašto dolazi do napada morskog psa na ljude** ako je potvrđeno u znanstvenoj zajednici kako ljudsko meso nije previše ukusno morskim psima te im često kosti predstavljaju problem u probavi?

morski lav      čovjek na dasci za surfanje

### ZMIJE

1) zmijske ne vide boje, ali njihove oči opremljene su kombinacijom dvaju svjetlosnih receptora

2) jedna vrsta receptora im omogućuje osvjetljenje slike koje vide, a drugi jasnoću

3) dnevni vid kojim se koriste primarno je zaslužan za detekciju pokreta, ponekad gotovo nepomičnog plijena

4) složenost očiju varira među vrstama zbog njihovog različitog načina života. Zmije koje žive uglavnom pod zemljom imaju manje oči koje procesuiraju samo svjetlo i tamu, ali zmije koje žive iznad zemlje i love imaju kristalno jasan vid i dobru percepciju dubine.

5) kod ljudi razvijen je trikromatni vid koji omogućuje da razlikujemo kratke, srednje i duge valne duljine (plavo, zeleno i crveno) u rasponu od 400 nm do 700 nm valne duljine (vidljivo područje spektra), međutim kod nekih zmijsa one imaju uvid i u IR dio spektra u rasponu od 5 do 30 μm

6) konkretno boe i pitoni, imaju još jedan vizualni alat: „pit“ organe (jamice) na glavi pomoću kojih vide izvore topline u svojoj okolini poput infracrvenih naočala koje im omogućuju da tijekom noći love toplokrvne životinje

7) relativni porast temperature plijena uzrokuje snažan signal, a relativni pad potpuno utišavanje aktivnosti.

■ Ljudski vid noću      ■ zmijski vid noću

### RAKOVI

1) rakovi također imaju sastavljene oči (slika koja nastaje u oku je mozaička), ali smatra se da ne mogu vidjeti detalje. Također posjeduju i nauplijevo oko.

kako jedan rak vidi drugog

2) njihov vid toliko je loš da imaju poteškoće vidjeti udaljenije objekte

3) međutim, odlično detektiraju pokrete plijena te ga vrlo jednostavno ulove

4) sastavljene oči su parne, a čine ih različit broj okašaka (oma) u rasponu od 25 do 14 000. Nalaze se često na pokretnim očnim drščima, što znatno povećava širinu vidnog polja, a nekad i prilignute uz tijelo (sjedede oči)

5) *Odontodactylus scyllarus* ima tako dobro razvijen vid u odnosu na ostale rakove te se radi o adaptaciji tokom dugotrajne evolucije

12 tipova fotoreceptora (ljudi posjeduju samo 3)

6) to im omogućuje da vide polariziranu svjetlost i hiperspektralne boje koje su nevidljive ljudskom oku i to u rasponu od 300 do 900 nm. Međutim, ne raspoznaje boje kao što to ljudi već kao što je prikazano na slici iznad.

■ UV      ■ IR      ■ UV      ■ IR

Spectral Sensitivity      Spectral Sensitivity

FOTORECEPTORI: ljudi vs *Odontodactylus scyllarus*

Prilog 4 Izlazna kartica

|  |  |
|--|--|
| Organizam koji me se najviše dojmio:           | Što je toliko posebno kod tog organizma: |
| (tema)   |  |
| čovjek vs _____<br>Tko pobjeđuje? Obrazložite. | Zanima me:                               |

## Elaboration of the teaching topic Sense of sight in the 2<sup>nd</sup> grade of high school

*Denis Horvat*

High school Čakovec, Jakova Gotovca 2, Čakovec

[denis.horvat96@gmail.com](mailto:denis.horvat96@gmail.com)

### **ABSTRACT**

The sense of sight, as one of the most important senses through which we receive a large amount of information in everyday life, is often a very interesting topic for students. By creating a teaching in which students become active participants, a comparative approach can be used to simultaneously observe adaptations of a particular system that have been developed by different groups of organisms. By comparing organisms based on the functional and morphological characteristics of the sense of sight and comparing the ability to respond to stimuli and survival of different organisms, observing from an evolutionary point of view how certain adaptations contributed to the survival of the species, students get a true picture of the living world. In this way, students are given an insight into the ways of development of individual systems and the possibilities of species survival in the ecosystem. The lesson in which students are active participants in the educational process is formed by using a number of interactive content and additional materials (which require a lot of effort and time) and supporting examples that are familiar to students from everyday life. Despite the fact that many students are not accustomed to such an approach, the feedback gathered during and after such teaching indicates that it should not be abandoned because it can develop into a routine in the long run and allow easier adoption of new content such as three basic structural elements.

**Keywords:** *annual executive curriculum; comparative approach; sense of sight; evolutionary development*