

## Uloga edukacije u borbi protiv antimikrobne rezistencije uz istraživanje literaturnih izvora

*Karmela Brčić Đapić*

Nadbiskupska klasična gimnazija, Voćarska cesta 106, 10000 Zagreb, Hrvatska

[kdjapic1@gmail.com](mailto:kdjapic1@gmail.com)

### SAŽETAK

Ovaj rad istražuje primjenu istraživačkog pristupa uz istraživanje literaturnih izvora u poučavanju biologije, posebno fokusirajući se na temu antimikrobne rezistencije (AMR). Kroz multidisciplinarni pristup, naglašava se važnost poticanja aktivnog sudjelovanja učenika te razvoj kritičkog mišljenja i analitičkih vještina. Nastava usmjerena prema istraživanju internetske literature, ostvaruje korist za poticanje kreativnosti i dubljeg razumijevanja bioloških koncepata. Posebna pažnja posvećena je aktivnostima učenika tijekom nastave, uključujući istraživanje literaturnih izvora, izradu postera i prezentaciju rezultata. Kroz aktivnosti, ovakav pristup može se uspješno primijeniti, pri čemu se kod učenika potiču vještine samostalnog istraživanja, razvijanje kritičkog mišljenja, boljeg razumijevanja bioloških koncepata te osnaživanje komunikacijskih i suradničkih vještina. Kako bi se preduhitрили uočeni problemi potrebno je: učenicima pružiti smjernice za kritičku evaluaciju vjerodostojnosti izvora, koristiti vizualne alate i rasprave kako bi učenici lakše razumjeli povezanost uzroka i posljedica, organizirati role-playing aktivnosti i scenarije koji omogućuju učenicima da prepoznaju osobnu odgovornost u prevenciji AMR-a.

**Ključne riječi:** antimikrobna rezistencija; edukacija o AMR-u; istraživanje literaturnih izvora; timski rad

### UVOD

Cilj nastave trebao bi nadilaziti jednostavno memoriranje činjenica i definicija, te se usmjeriti na razvoj sposobnosti učenika za kontinuirano učenje tijekom života. Bitno je potaknuti ih da samostalno promatraju, kritički razmišljaju, rješavaju probleme, te primjenjuju svoje znanje u praktičnim situacijama. Također, važno je naglasiti važnost prepoznavanja praktične primjene stečenog znanja u svakodnevnom životu. Umjesto da se fokusiramo samo na pasivno primanje informacija, nastojimo potaknuti učenike da budu aktivni sudionici u procesu učenja (Jeremić, 2012).

Biologija ima ključnu ulogu u oblikovanju razumijevanja života i prirode. Učenici uče o složenosti organizama na svim razinama, od molekularne strukture do ekosustava, te o njihovim međuovisnostima i interakcijama s okolinom (MZO, 2019). Razumijevanje bioloških koncepata nije samo akademski izazov za učenike, već ključan korak prema rješavanju globalnih problema s kojima se sučeljavamo danas. U tom kontekstu, jedan od najznačajnijih izazova je antimikrobna rezistencija (AMR), koja je prijetnja za javno zdravlje i zahtijeva multidisciplinarni pristup svom rješenju.

Nastava biologije usmjerena prema istraživačkom pristupu preko analize internetske literature donosi izuzetne prednosti za razvoj biološke pismenosti, ali i kreativnosti učenika. Istraživačko učenje je aktivni oblik učenja, kojim učenici istražujući samostalno stvaraju znanje i izgrađuju koncepte (Bognar i Matijević, 2005), čime je omogućeno trajnije pamćenje, a kao posljedica navedenog procesa jača intrinzična motivacija učenika (Balažinec, 2020; Garašić i sur., 2018). Takav pristup učenju potiče učenike da samostalno istraže bogatstvo bioloških informacija dostupnih online, ali i procijene vjerodostojnost izvora informacija, čime se potiče kritičko razmišljanje, analitičke vještine i dublje razumijevanje bioloških koncepata, što su ključne kompetencije za uspješno funkcioniranje u suvremenom društvu.

Korištenje interneta kao izvora informacija omogućava učenicima širok spektar resursa, od znanstvenih članaka do interaktivnih simulacija i videa, što potiče raznolikost pristupa učenju. Učenici imaju priliku istražiti teme koje ih posebno zanimaju i koje su relevantne za njihovu svakodnevnicu, što ih dodatno motivira za učenje. Kroz proces pretraživanja internetske literature, učenici uče kako pravilno procjenjivati i koristiti različite izvore informacija, čime se razvija sposobnost donošenja informativnih zaključaka. Kroz istraživanje različitih izvora i interpretaciju podataka, učenici imaju priliku razviti i vlastite ideje i perspektive te ih prenijeti na ostale članove razreda putem prezentacija ili rasprava. Time se potiče međusobno učenje i suradnja među učenicima, što dodatno obogaćuje njihovo iskustvo učenja.

## METODE

Provedeno istraživačko učenje u nastavi biologije ima za cilj osnažiti ključne kompetencije učenika, kao što su razvoj kritičkog mišljenja, razumijevanje bioloških koncepata te vještine suradnje i komunikacije, s naglaskom na tematiku antimikrobne rezistencije (AMR). Izdvojeni ishodi povezani su s obrazovnim standardima za biologiju srednjih škola prema kurikulumu (Tablica 1), te su specifično usmjereni na razrede u okviru makrokoncepata SŠ B (Procesi i međuovisnosti u živome svijetu) i SŠ D (Prirodnoznanstveni pristup). Ovi ishodi temelje se na službenim Standardima kurikuluma za biologiju srednjih škola (MZO, 2019), koji se odnose na:

- ☛ BIO SŠ B.4.1., BIO SŠ B.4.2., BIO SŠ B.4.3.: Standardi za osnovne i srednje škole u pogledu temeljnog razumijevanja bioloških principa i vještina.
- ☛ BIO SŠ D.4.1., BIO SŠ D.4.2.: Standardi za dublje razumijevanje i primjenu bioloških koncepata, s posebnim naglaskom na razvoj kritičkog mišljenja i analitičkih vještina.

**Tablica 1.** Očekivani ishodi učenja o antimikrobnoj rezistenciji uz provedbu istraživanja literaturnih izvora

Očekivani ishodi	Povezani obrazovni standardi	Objašnjenje
Usvajaju temeljne pojmove antimikrobne rezistencije, mehanizme razvijanja antimikrobne rezistencije, MDR/XDR bakterija i njihove najvažnije predstavnike.	BIO SŠ B.4.1., BIO SŠ B.4.2., BIO SŠ D.4.1.	Učenici će razumjeti osnovne pojmove kao što su antimikrobna rezistencija, mehanizme njenog razvoja, te vrste bakterija otpornih na lijekove (MDR/XDR).
Povezuju čovjekov utjecaj na razvoj i metode prevencije antimikrobne rezistencije.	BIO SŠ B.4.3., BIO SŠ D.4.2.	Kroz istraživački rad, učenici će analizirati način na koji ljudska aktivnost (prekomjerna uporaba antibiotika, samoliječenje) doprinosi razvoju AMR-a i kako se može spriječiti.
Koriste kritičko promišljanje, proučavanje znanstvenih radova, kreiraju uzročno-posljedične veze, oblikuju zaključke i izvještavaju o njima.	BIO SŠ B.4.2., BIO SŠ D.4.1.	Učenici će razvijati vještine kritičkog razmišljanja i analize znanstvenih radova, stvarati povezanosti između uzroka i posljedica, te izvještavati o svojim nalazima.
Vode i moderiraju rad grupe, koriste komunikacijske vještine: argumentiranje, aktivno slušanje, parafraziranje, fokusiranje, sažimanje.	BIO SŠ B.4.3., BIO SŠ D.4.2.	Kroz grupne projekte, učenici će razvijati komunikacijske vještine, uključujući argumentiranje, aktivno slušanje, sažimanje i parafraziranje, što je ključno za uspješno vođenje timskog rada.

## IZVEDBA NASTAVE

Priprema za nastavni sat o AMR-u za nastavnika je izazovan, ali izuzetno inspirativan proces, gdje se od njega očekuje da istraži različite izvore informacija kako bi produbio razumijevanje ove važne teme koja ima sve veći utjecaj na globalno zdravlje. Kroz niz znanstvenih članaka, izvještaja Svjetske zdravstvene organizacije i edukativnih materijala, nastavnici stječu temeljno znanje o AMR-u, pripremajući se za učinkovitu edukaciju učenika.

Nakon produbljivanja temeljnih znanja o AMR-u, nastavnik se usredotočuje na identifikaciju ključnih pojmova i koncepta koje želi prenijeti učenicima. Upoznavanje s temeljnim konceptima razvoja antimikrobne rezistencije i kontekstualizacija teme prema društvu i pojedincu, su glavni ciljevi. Učenici će unaprijediti svoje istraživačke vještine kroz grupni rad i kritičko razmišljanje te komunikacijske vještine kroz argumentiranje, aktivno slušanje i izlaganje metodom vršnjačke edukacije. Jedan od ključnih alata koji može dodatno obogatiti razumijevanje AMR-a jest videozapis "The Evolution of Bacteria on a Mega-Plate Petri Dish". Ovaj videozapis vizualno demonstrira procese evolucije bakterija i razvoja antimikrobne rezistencije. Prije nego što učenici zarone u ovu vizualnu demonstraciju, važno je naglasiti kako je razumijevanje osnovnih pojmova, poput primarne i sekundarne AMR-a, ključno za dešifriranje poruka koje videozapis nosi. Promatrajući kako se bakterije razvijaju na Mega-Plate Petrijevoj zdjeli, učenici imaju priliku vidjeti u praksi kako se procesi mutacija i horizontalnog prijenosa gena odvijaju te kako doprinose razvoju rezistencije. Utjecaj čovjeka na razvoj antimikrobne rezistencije postaje jasniji kada povežemo opažene uzročno-posljedično načine. Videozapis osvjetljava kako ljudske aktivnosti, poput nepravilne uporabe antibiotika ili korištenja istih u poljoprivredi, dovode do selekcije bakterijskih sojeva otpornih na lijekove. Kroz prikaz superbakterija i MDR/XDR bakterija, videozapis naglašava eskalaciju problema antimikrobne rezistencije te naglašava hitnost problema. Promatrajući bakterije koje su postale otporne na multiple lijekove, učenici shvaćaju ozbiljnost situacije te izazove s kojima se suočava medicinska zajednica. Nadalje, videozapis pruža uvid u nozokomijalne infekcije, naglašavajući kako se antimikrobna rezistencija može širiti u zdravstvenim ustanovama. To postavlja temelj za raspravu o metodama zaštite i prevencije, kao što su higijenske prakse i racionalna uporaba antibiotika.

U konačnici, videozapis "The Evolution of Bacteria on a Mega-Plate Petri Dish" postaje snažan alat u nastavnom procesu, nadopunjujući temeljna znanja i potičući učenike na dublje promišljanje o problemu antimikrobne rezistencije i mogućim rješenjima.

### Aktivnosti učenika

Učenici započinju sa istraživanjem teme uz moderiranje i sugestiju nastavnika. Učenike treba podijeliti u pet grupa, pri čemu svaka grupa ima zadanu temu za istraživanje i na raspolaganju najmanje po dva laptopa (Slika 1).

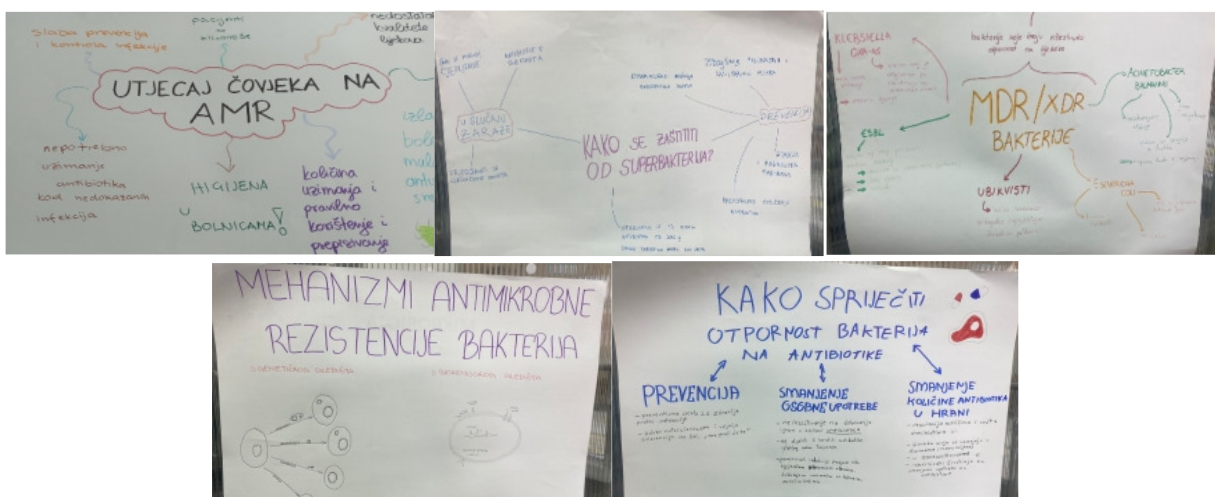


Slika 1. Učenici marljivo istražuju literaturu kako bi produbili svoje razumijevanje teme

Nakon što istraže svoje teme, rezultate trebaju prikazati kroz izradu postera (Slika 2). Na kraju, svaka grupa predstavlja svoj poster pred ostalim učenicima. Nastavnik aktivno sudjeluje u procesu istraživanja i izrade postera tako što obilazi, sugerira i usmjerava rad učenika. Njegova prisutnost pruža podršku i smjernice učenicima te osigurava kvalitetno vođenje aktivnosti. Zadane teme su:

- definirati pojam primarne i sekundarne antimikrobne rezistencije

- ☞ istražiti i opisati oblike stjecanja antimikrobne rezistencije (spontane mutacije, horizontalan prijenos gena: transformacija, transdukcija i konjugacija)
- ☞ istražiti i opisati mehanizme sekundarne rezistencije (inaktivacija antibiotika putem modifikacija ili degradacije, produkcija enzima koji razgrađuju ili modificiraju antibiotik, smanjenje propusnosti stanične stijenke, pojačano izbacivanje antibiotika pomoću efluks pumpi)
- ☞ istražiti i opisati kako čovjek utječe na razvoj antimikrobne rezistencije
- ☞ povezati opažene načine uzročno-posljedično - za svaki način ponuditi primjer
- ☞ definirati pojam i značenje superbakterija, MDR/XDR bakterija
- ☞ objasniti razvoj multiplorezistentnih sojeva
- ☞ objasniti pojam ubikvitarnih mikroorganizama
- ☞ objasniti pojam nozokomijalnih infekcija
- ☞ uzročno-posljedično povezati razvoj multiplorezistentnih sojeva sa njihovim rizikom za zdravlje i zdravstveni sustav
- ☞ imenovati važne predstavnike (npr Acinetobacter baumannii, ESBL sojevi E. coli, Klebsiella pneumoniae OXA-45, Mycobacterium tuberculosis XDR)
- ☞ istražiti i opisati metode zaštite i prevencije prijenosa multiplorezistentnih uzročnika
- ☞ opisati načela antiseptice, kontaktne izolacije i druge mjere prevencije (bolničkih) infekcija
- ☞ uzročno-posljedično povezati izostanak mjera zaštite i prevencije s rizikom širenja i daljnjeg razvoja multiplorezistentnih uzročnika te posljedicama na zdravlje i zdravstveni sustav
- ☞ istražiti postojeće smjernice za prevenciju razvoja antimikrobnih svojstava
- ☞ istražiti i objasniti načelo racionalne primjene antimikrobnih lijekova
- ☞ istražiti postojeće lokalne, nacionalne i međunarodne dokumente na temu prevencije razvoja antimikrobnih lijekova
- ☞ ponuditi primjere za prevenciju na razini pojedinca, društva, nacionalnog i međunarodnog zakonodavstva.



Slika 2. Rezultati učeničkih istraživanja prikazani u obliku postera

Na kraju izlaganja, učenici kroz grupnu raspravu stavljaju temu antimikrobne rezistencije u kontekst današnjeg društva. Kroz analizu stvarnih problema i razmatranje posljedica koje AMR može imati na zdravlje ljudi i društvo u cjelini, učenici razvijaju kritičko mišljenje i analitičke vještine. Tijekom rasprave, učenici se usmjereni na identificiranje utjecaja pojedinca na širenje AMR-a, prepoznaju sposobnost prevencije i razmatraju odgovornost svakog pojedinca u smanjenju ovog globalnog problema.

Kroz suradnički rad i kreativno razmišljanje, učenici donose zaključak o načinima prevencije razvoja antimikrobne rezistencije, fokusirajući se na primjenu praktičnih mjera kao što su pravilna uporaba antibiotika, edukacija zajednice i odgovorno ponašanje. Ovaj pristup omogućuje im da se povežu sa stvarnim životnim situacijama i shvate važnost osobne odgovornosti za sprječavanje širenja AMR-a.

Svaka grupa predstavlja uz pomoć izrađenog postera svoju temu preostalim grupama u trajanju od maksimalno 5 minuta. Predstavnik grupe će sumirati ključne informacije i poruke koje je grupa iznijela na temu, naglašavajući najvažnije aspekte istraživanja, te ih jasno i sažeto predstaviti ostatku razreda (Slika 3).



Slika 3. Svoje rezultate istraživanja predstavili su kroz šarene i informativne postere

## UČINCI UČENJA

Poster su uglavnom dobro odrađeni, a učenici su uspjeli prikazati ključne aspekte antimikrobne rezistencije (AMR), uključujući mehanizme razvoja rezistencije, vrste bakterija, te važnost prevencije. Najveća snaga bila je u vizualnom prikazu složenih bioloških procesa, poput prijenosa gena rezistencije, što je pomoglo učenicima da bolje razumiju apstraktne koncepte.

Međutim, neki su učenici imali poteškoća u preciznom predstavljanju odnosa između ljudskog ponašanja (poput nepravilne uporabe antibiotika) i razvoja rezistencije. Također, kod nekoliko poster nedostajala je dublja analiza posljedica AMR-a na globalno zdravlje, što je trebalo bolje integrirati.

Na kraju izlaganja, učenici kroz grupnu raspravu stavljaju temu antimikrobne rezistencije u kontekst današnjeg društva. Kroz analizu stvarnih problema i razmatranje posljedica koje AMR može imati na zdravlje ljudi i društvo u cjelini, učenici razvijaju kritičko mišljenje i analitičke vještine. Tijekom rasprave, učenici se usmjereni na identificiranje utjecaja pojedinca na širenje AMR-a, prepoznaju sposobnost prevencije i razmatraju odgovornost svakog pojedinca u smanjenju ovog globalnog problema. Kroz suradnički rad i kreativno razmišljanje, učenici donose zaključak o načinima prevencije razvoja antimikrobne rezistencije, fokusirajući se na primjenu praktičnih mjera kao što su pravilna uporaba antibiotika, edukacija zajednice i odgovorno ponašanje. Ovaj pristup omogućuje im da se povežu sa stvarnim životnim situacijama i shvate važnost osobne odgovornosti za sprječavanje širenja AMR-a.

Pri provedbi nastave uočeni su slijedeći izazovi za učenike, ali i nastavnike te problemi u provedbi zadatka kao i pri razumijevanju proučavane literature:

- ☞ Skepticizam prema znanstvenim informacijama: Učenicima je možda bilo teško razlikovati vjerodostojne izvore od lažnih informacija, što je otežalo analizu podataka iz različitih izvora.
- ☞ Prepoznavanje uzročno-posljedičnih veza: Razumijevanje kompleksnih mehanizama koji stoje iza razvoja antimikrobne rezistencije moglo je biti izazovno za učenike, posebno u vezi s načinima na koje ljudski faktor doprinosi problemu.

- ☞ Rasprava o prevenciji i odgovornosti: Neki učenici su možda imali poteškoća u prepoznavanju osobnih odgovornosti i načina na koje mogu konkretno doprinosti smanjenju AMR-a.

Na osnovu provedene nastave i nakon refleksije nastavnika te analize ostvarenih ishoda i učinaka učenja izlučene su preporuke za daljnje izvođenje ovog i sličnih primjera nastave uz istraživanje literaturnih izvora:

- ☞ Povećati fokus na kritičku analizu izvora – Učenicima treba pomoći u prepoznavanju vjerodostojnih znanstvenih izvora, što im može pomoći u jačanju njihovih istraživačkih vještina.
- ☞ Pojednostaviti kompleksne mehanizme AMR-a – Objasniti osnovne biološke procese iza AMR-a kroz interaktivne aktivnosti ili vizualizacije, čime bi učenici bolje razumjeli uzroke i posljedice.
- ☞ Potaknuti daljnju diskusiju o osobnoj odgovornosti – Organizirati radionice ili debate u kojima bi učenici mogli razmjenjivati ideje i stvarati planove akcije koji uključuju konkretne korake u prevenciji AMR-a.
- ☞ Poticati suradnju s vanjskim stručnjacima – Povezivanje sa stručnjacima iz područja medicine i mikrobiologije može pomoći učenicima da dobiju konkretne informacije i savjete o prevenciji AMR-a.

Kako bi se preduhitрили uočeni problemi u drugoj izvedbi potrebno je:

- ☞ Prije istraživanja, učenicima pružiti smjernice za kritičku evaluaciju izvora i organizirati aktivnosti za analizu vjerodostojnosti izvora.
- ☞ Koristiti vizualne alate (dijagrami, simulacije) i rasprave kako bi učenici lakše razumjeli mehanizme AMR-a i povezanost uzroka i posljedica.
- ☞ Organizirati role-playing aktivnosti i scenarije koji omogućuju učenicima da prepoznaju osobnu odgovornost u prevenciji AMR-a.
- ☞ Jasno podijeliti zadatke unutar grupe, omogućiti redovno praćenje napretka i pružiti smjernice za efikasan timski rad.

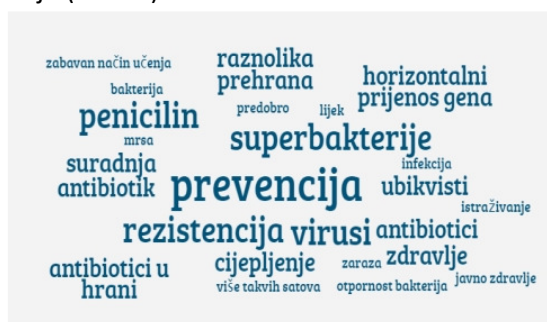
Na temelju provedenog istraživačkog pristupa, većina učenika uspješno je došla do ključnih zaključaka (Tablica 2), osobito u prepoznavanju odgovornosti u prevenciji AMR-a, kao i u prepoznavanju i analizi vjerodostojnosti izvora.

**Tablica 2.** Uspješnost učenja i poučavanja uz savjete za buduću primjenu aktivnosti istraživanja literaturnih izvora

IDENTIFICIRANI PROBLEM/ZAKLJUČAK	PREDLOŽENA STRATEGIJA ZA PREDUHITRIVANJE PROBLEMA	PROCIJENA USPJEHA UČENIKA U POSTIZANJU ZAKLJUČKA	KOMENTAR O UČINKOVITOSTI NASTAVE
<b>SKEPTICIZAM PREMA IZVORIMA</b>	Pružiti smjernice za <b>kritičko vrednovanje izvora</b> i organizirati <b>aktivnosti analize izvora</b> .	80% učenika uspješno je prepoznavalo i ocjenjivalo izvore temeljem vjerodostojnosti.	Učenici su dobro prihvatili vježbe analize izvora, no neki su još imali poteškoća s prepoznavanjem prikrivenih predrasuda u izvorima.
<b>PREPOZNAVANJE UZROČNO-POSLEDIČNIH VEZA</b>	Korištenje <b>vizualnih alata</b> (dijagrami, simulacije) i <b>grupnih rasprava</b> za jasnije razumijevanje mehanizama AMR-a.	75% učenika je uspješno povezivalo uzrok (nepravilna uporaba antibiotika) i posljedicu (razvoj AMR-a).	Simulacije su bile korisne, ali neki učenici su imali poteškoća u povezivanju apstraktnih bioloških mehanizama s realnim posljedicama.
<b>RASPRAVA O PREVENCIJI I ODGOVORNOSTI</b>	Organizirati <b>role-playing aktivnosti</b> i <b>scenarije</b> koji omogućuju učenicima da prepoznaju osobnu odgovornost.	85% učenika je uspješno prepoznati i argumentirati svoju odgovornost u prevenciji AMR-a.	Učenici su se vrlo angažirali u raspravama i simulacijama, no potrebno je dodatno naglasiti svakodnevnu primjenu teorije u praksi.
<b>PODRŠKA U GRUPNOM RADU</b>	Jasno podijeliti zadatke unutar grupe, omogućiti <b>praćenje napretka</b> i pružiti smjernice za <b>efikasan timski rad</b> .	90% učenika je učinkovito surađivalo i preuzelo odgovornost za svoje zadatke.	Grupni rad bio je vrlo uspješan, no neki su učenici trebali dodatnu podršku u vođenju diskusije i dijeljenju ideja.
<b>MOTIVACIJA ZA AKTIVNO SUDJELOVANJE</b>	Povezati temu s <b>aktualnim događanjima</b> i koristiti <b>projektnu nastavu</b> za praktičnu primjenu znanja.	95% učenika je aktivno sudjelovalo, motivirani aktualnim primjerima iz medija.	Povezivanje s realnim svijetom povećalo je angažman i interes učenika za temu.

Učinkovitost nastave može se vidjeti kroz visoki postotak učenika koji su aktivno sudjelovali u grupnim raspravama i simulacijama. Iako je većina učenika uspješno shvatila glavne koncepte AMR-a, neki su još imali poteškoća u povezivanju apstraktnih bioloških mehanizama s realnim posljedicama, te je za njih bilo korisno dodatno pojašnjenje uz vizualne alate. Također, bilo je potrebno dodatno naglasiti svakodnevnu primjenu teorije u praksi, kako bi učenici bolje shvatili važnost osobne odgovornosti u kontekstu sprječavanja AMR-a. Povezivanje teme s aktualnim događanjima u svijetu povećalo je interes učenika i motiviralo ih da se dublje uključe u istraživanje, što je rezultiralo visokim postotkom aktivnog sudjelovanja. Ovaj pristup je pokazao visoku učinkovitost u aktivnom učenju i kritičkom razmišljanju, kao i u razvijanju suradničkih vještina među učenicima.

U aplikaciji AnswerGarden učenici su imali priliku slobodno izraziti ključni pojam koji su istraživali, a veličina istaknutih pojmova jasno iskazuje sažetak učenja tijekom istraživanja literature na temu borbe protiv antimikrobne rezistencije (Slika 5).



Slika 5. Prikaz rezultata ključnog pojma

## ZAKLJUČAK I METODIČKI ZNAČAJ

Učenici su uspješno savladali ključne koncepte antimikrobne rezistencije (AMR), razvili kritičko mišljenje i vještine analize izvora, te poboljšali suradničke i komunikacijske vještine. Teže su razumjeli apstraktne biološke procese poput mehanizama razvoja rezistencije, gdje je bilo potrebno dodatno pojašnjenje i vizualne pomoći. Za buduće izvedbe preporučuje se korištenje vizualnih alata, aktualnih primjera iz stvarnog života i jasna podjela zadataka u grupama kako bi se povećala angažiranost i olakšalo razumijevanje složenih tema.

## LITERATURA

- Buffie C., Jarchum I., Equinda M., Lipuma L., et al. 2011. Profound alterations of intestinal microbiota following a single dose of clindamycin results in sustained susceptibility to *Clostridium difficile*-induced colitis. *Infect Immun.* 80: 62–73.
- Chee-Sanford J.C., Mackie R.I., Koike S., Krapac I.G., et al. 2009. Fate and transport of antibiotic residues and antibiotic resistance genes following land application of manure waste. *J Environ Qual.* 38(3): 1086–1108.
- Graham J.P., Price L.B., Evans S.L., Graczyk T.K., Silbergeld E.K. 2009. Antibiotic resistant enterococci and staphylococci isolated from flies collected near confined poultry feeding operations. *Sci Total Environ.* 407(8): 2701–2710.
- Horrigan L., Lawrence R.S., Walker P. 2002. How sustainable agriculture can address the environmental and human health harms of industrial agriculture. *Environ Health Perspect.* 110(5): 445–456.
- Jeremić, M. 2012. "Filozofija s djecom" i motiviranje na učenje. *Metodički ogledi*, 19(2): 79–87.
- Graham J.P., Price L.B., Evans S.L., Graczyk T.K., Silbergeld E.K. 2009. Antibiotic resistant enterococci and staphylococci isolated from flies collected near confined poultry feeding operations. *Sci Total Environ.* 407(8): 2701–2710.
- MZO 2019. Odluka o donošenju kurikulumu za nastavni predmet Biologije za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj. NN 7/2019. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019\\_01\\_7\\_149.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_01_7_149.html)
- KreniZdravo. 2025. WHO upozorava: Neke bakterije u krvi postale otporne na sve antibiotike. KreniZdravo, <https://krenizdravo.dnevnik.hr/zdravlje/who-upozorava-neke-bakterije-u-krvi-postale-otporne-na-sve-antibiotike>, pristupljeno 30.10.2025.

- KreniZdravo. 2025. Terapija antibioticima: Postali su na neki način omraženi, nekad su prijeko potrebni, a bakterije su sve otpornije – evo što kaže struka. KreniZdravo, <https://krenizdravo.dnevnik.hr/zdravlje/terapija-antibioticima-postali-su-na-neki-nacin-omrazeni-nekad-su-prijeko-potrebni-a-bakterije-su-sve-otpornije-evo-sto-kaze-struka>, pristupljeno 30.10.2025.
- Sveučilište u Zagrebu, PMF. 2025. Antimikrobna rezistencija: Razumijevanje i izazovi. PMF Repozitorij, <https://repozitorij.pmf.unizg.hr/islandora/object/pmf%3A3775/datastream/PDF/view>, pristupljeno 30.10.2025.
- Genetika, PMF. 2025. Mehanizmi rekombinacije u bakterija. <https://www.genetika.biol.pmf.hr/docs/sadrzaj/dvanaesto-poglavlje/mehanizmi-rekombinacije-u-bakterija/>, pristupljeno 30.10.2025.

## The importance of education in combating antimicrobial resistance through literature research

*Karmela Brčić Đapić*

Archbishop's Classical Gymnasium, Voćarska cesta 106, 10000 Zagreb, Croatia

[kdjapic1@gmail.com](mailto:kdjapic1@gmail.com)

### ABSTRACT

This paper examines the use of an inquiry-based approach to conducting literature reviews in biology education, with a specific focus on antimicrobial resistance (AMR). It highlights the importance of fostering active student participation and developing critical thinking and analytical skills through a multidisciplinary lens. Teaching that emphasizes online literature research enhances creativity and fosters a deeper understanding of biological concepts. Particular attention is given to student activities during lessons, which include researching literature sources, creating posters, and presenting their findings. This approach effectively encourages students to cultivate independent research skills, enhance critical thinking, gain a better understanding of biological concepts, and strengthen their communication and collaboration abilities. To address the challenges identified, it is essential to provide students with guidelines for critically evaluating the credibility of sources. Additionally, using visual tools and discussions can help students grasp the connections between cause and effect. Organizing role-playing activities and scenarios allows students to recognize their personal responsibility in preventing AMR.

**Keywords:** *antimicrobial resistance; AMR education; literature research; teamwork*