



Co-funded by
the European Union

Genetinės ligos: iššūkiai ir sprendimai



BIOS4YOU
AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY

Project Number: KA220-BW-23-30-126516

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them."





TURINYS

Įvadas	3
Tyrinėjimas	4
1. Genetinės ligos: iššūkiai ir sprendimai	4
1.1 Kas yra genetinės ligos?	4
1.2 Genetinių mutacijų tipai	4
1.3 Dažnos genetinės ligos	5
1.4 Diagnostiniai iššūkiai	5
1.5 Gydomo iššūkiai	5
1.6 Nauji sprendimai	5
1.7 Kodėl svarbu papildytoji realybė ir 3D modeliavimas	6
Apmatymo klausimai	6
Taikymas	7
2. Biologiskai įkvėpti genetinių ligų sprendimai	7
2.1 Bioįkvėpimas genų taisyme ir reguliavime	7
2.2 Praktinis pritaikymas naudojant papildytosios realybės (AR) technologiją	7
2.3 Siūlomi AR pagrindu sukurti pratimai ir veikla	8
2.4 Pasaulinis įkvėpimas ir aktualumas realiame pasaulyje	9
Gilinimas	10
3. AR gilesniam mokymuisi ir įsitraukimui	10
3.1 Kaip AR gilina genetinių ligų supratimą	10
3.2 Sudėtingų sąvokų prieinamumo ir patrauklumo užtikrinimas	10
3.3 Naudingos AR priemonės pavyzdys („Deligtex“)	10
3.4 Praktiniai pasiūlymai, kaip integruoti papildytąją realybę į mokymosi patirtį	11
Išvados	12
Literatūra	14





Šaltinis: dirbtinio intelekto sugeneruotas vaizdas

Bendra mokymosi kelio tema	Biotechnologija. Biogamyba ir sintetinė biologija
Konkretus mokymosi vieneto pavadinimas	Genetinės ligos: iššūkiai ir sprendimai
Tikslinių vartotojų amžius	14–18 metų
Reikalavimai besimokančiajam	• Pagrindinis biologijos sąvokų (ląstelės, DNR, genai) supratimas • Pagrindiniai skaitmeniniai įgūdžiai (naudojimas kompiuteriu, planšetiniu kompiuteriu ar išmaniuoju telefonu) • Gebėjimas dirbti individualiai ir komandoje • Prieiga prie interneto ir AR suderinamų įrenginių • Nereikia jokių išankstinių žinių apie genetiką, biotechnologijas, biogamybą ar papildytosios realybės turinio kūrimą





Mokymosi vieneto aprašymas	Šiame mokymosi vienete mokiniai supažindinami su genetinėmis ligomis kaip sudėtingais biologiniais iššūkiais, kuriuos sukelia DNR ir genų funkcijos pokyčiai. Mokiniai nagrinėja genetinių sutrikimų priežastis, tipus ir realaus pasaulio poveikį, taip pat mokslinius, technologinius ir etinius iššūkius, susijusius su jų diagnostika ir gydymu. Pasitelkdami biologiškai įkvėptą mąstymą ir sintetinės biologijos metodus, mokiniai atranda, kaip natūralūs mechanizmai, tokie kaip DNR atkūrimas, genų reguliavimas ir ląstelių regeneracija, įkvėpia šiuolaikinius medicinos sprendimus, įskaitant genų terapiją ir genų redagavimą. Papildytoji realybė (AR) naudojama kaip pagrindinė edukacinė priemonė nematomiems molekuliniams procesams vizualizuoti ir interaktyvios AR pagrindu sukurtos viktorinos kūrimui paremti, vertinimą paverčiant aktyvia, tyrimais pagrįsta mokymosi patirtimi.
Tema: Dalyvaujančios šalys	Biologija, genetika, biotechnologijos, sintetinė biologija, skaitmeninis raštingumas / informatika, sveikatos ugdomumas, etika
Raktiniai žodžiai	Genetinės ligos, DNR, genai, mutacijos, bioįkvėpimas, sintetinė biologija, biogamyba, genų terapija, genų redagavimas, CRISPR, DNR atkūrimas, biotechnologijos, žmonių sveikata, papildyta realybė (AR), skaitmeninis vertinimas
Pagrindinės kvalifikacijos, įgūdžiai ir žinios, kurias galima įgyti	Kvalifikacija / Požiūris • Genetinės įvairovės ir sveikatos iššūkių suvokimas • Atsakingas ir etiškas mąstymas apie genetines ir sintetinės biologijos technologijas • Smalsumas biotechnologijoms ir medicinos inovacijoms Įgūdžiai • Kritinis mąstymas ir problemų sprendimas • Priežasties ir pasekmės ryšių analizė genetikoje ir biotechnologijoje • Skaitmeninis ir vaizdinis raštingumas naudojant AR įrankius • Bendradarbiavimo, bendravimo ir turinio kūrimo įgūdžiai Žinios





	• Genetinio ligų pagrindo supratimas • Įvairių tipų genetinių mutacijų atpažinimas • Informuotumas apie diagnostikos ir gydymo iššūkius • Biologiškai įkvėptų ir sintetinės biologijos sprendimų supratimas • AR vaidmens biotechnologijų švietime ir vertinime supratimas
Naudoti ištekliai ir didaktinės priemonės	• Edukaciniai tekstai ir moksliniai straipsniai apie genetiką, biotechnologijas ir sintetinę biologiją • Genetinių ligų ir medicininių biotechnologijų atvejų analizės • Internetinės švietimo platformos ir duomenų bazės • Papildytosios realybės įrankiai ir programos („Delightex“) • Su AR suderinami įrenginiai (išmanieji telefonai, planšetiniai kompiuteriai, kompiuteriai) • DNR, genų, baltymų ir ląstelių 3D modeliai
Vertinimo kriterijai ir vertinimas	• Aktyvus dalyvavimas diskusijose ir papildytos realybės (AR) pagrindu vykdomoje veikloje • AR palaikomų pratimų, susijusių su genetiniais mechanizmais, atlikimas • Mokslinio tikslumo ir aiškumo mokinių sukurtame AR teste • Gebėjimas paaiškinti genetines ligas, iššūkius ir sprendimus • Biotechnologijų ir sintetinės biologijos etinių, socialinių ir technologinių pasekmių apmąstymai

Įvadas

Genetinės ligos yra būklės, kurias sukelia mūsų DNR, biologinio kodo, kuriame yra žmogaus kūno kūrimo ir palaikymo instrukcijos, pokyčiai ar klaidos. Kai kurios genetinės ligos yra paveldimos iš tėvų, o kitos atsiranda dėl savaiminių mutacijų arba aplinkos poveikio. Šios būklės gali paveikti organų vystymąsi, ląstelių funkciją ir organizmo reakciją į aplinką, dažnai sukeldamos visą gyvenimą trunkančių sveikatos problemų.

Šiame mokymosi skyriuje mokiniai nagrinės genetinių ligų priežastis ir pasekmes, taip pat mokslinius ir technologinius iššūkius, susijusius su jų supratimu, diagnozavimu ir gydymu. Susieję biologiją su biotechnologijomis pagrįstu mąstymu ir šiuolaikinėmis technologijomis, mokiniai atras, kaip pati gamta siūlo užuominų genetinei žalai ištaisyti ir kaip tokios inovacijos kaip dirbtinis intelektas, genų analizė ir personalizuota medicina prisideda prie naujų sprendimų. Tyrinėdami šiuos dalykus, mokiniai įgis supratimo apie tai, kaip genetika formuoja žmonių sveikatą ir kaip mokslas veikia, kad biologinius iššūkius paverstų tobulėjimo galimybėmis.





Tyrinėjimas

1. Genetinės ligos: iššūkiai ir sprendimai

Šiame skyriuje mokiniai kaupia pagrindines žinias apie genetines ligas, jų priežastis ir su jomis susijusius iššūkius diagnozuojant bei gydant. Šiame skyriuje pristatomos esminės genetikos, molekulinės biologijos ir biotechnologijų sąvokos, paruošiančios mokinius vėlesnei veiklai, pavyzdžiui, papildytosios realybės vizualizacijai, modeliavimui ir etinėms diskusijoms apie naujus medicininius sprendimus.

1.1 Kas yra genetinės ligos?

Genetinė liga yra būklė, kurią sukelia DNR pokyčiai dėl atskirų genų mutacijų arba chromosomų sutrikimų. Skirtingai nuo infekcinių ligų, genetinius sutrikimus sukelia ne bakterijos ar virusai; jie paveldimi iš tėvų arba atsiranda savaime ląstelių dalijimosi ar ankstyvojo vystymosi metu. Manoma, kad genetinės ligos paveikia maždaug **1 iš 25 žmonių visame pasaulyje**.

Pagrindinės genetinių ligų charakteristikos yra šios:

- Juos sukelia DNR sekos pokyčiai (pvz., taškinės mutacijos, įterpimai ar ištrynimai) arba chromosomų skaičiaus ar struktūros pokyčiai.
- Jie gali būti **monogeninis**, apimantis vieną geną, arba **poligeninis**, apimantis daug genų ir aplinkos veiksnių.
- Jų sunkumas labai įvairus – nuo lengvų būklių, tokių kaip spalvų aklumas, iki gyvybei pavojingų sutrikimų.

Gerai žinomas pavyzdys yra **pjautuvinė ląstelių anemija**, kai vieno nukleotido pokytis HBB gene pakeičia hemoglobino struktūrą, todėl raudonieji kraujo kūneliai tampa standūs ir pjautuvo formos.

1.2 Genetinių mutacijų tipai

Genetinės mutacijos skiriasi mastu ir poveikiu, tačiau visos gali sutrikdyti baltymų gamybą ar funkcionavimą.

Mutacijos tipas	Aprašymas	Ligos pavyzdys
Taškinė mutacija	Vieno nukleotido pokytis	Pjautuvinė anemija (GAG → GTG)
Įterpimas / ištrynimai	Pridėti / pašalinti nukleotidai	Cistinė fibrozė (3 bp ΔF508)
Trinukleotidų kartojimas	CAG plėtra	Huntingtono liga
Chromosominis	Aneuploidija, translokacija	Dauno sindromas (21-oji trisomija)





Dėl šių mutacijų baltymai gali tapti nefunkcionalūs, iš dalies funkcionalūs arba kenksmingi ląstelėms.

1.3 Dažnos genetinės ligos

Genetines ligas galima suskirstyti pagal tai, kaip jos atsiranda:

- **Monogeninės (Mendelio) ligos** sukelia mutacijos viename gene. Pavyzdžiai: cistinė fibrozė, Diušeno raumenų distrofija ir hemofilija A.
- **Daugiafaktorinės genetinės ligos** atsiranda dėl daugelio genų ir aplinkos veiksnių, tokių kaip tam tikri medžiagų apykaitos ar neurologiniai sutrikimai, sąveikos.
- **Chromosomų sutrikimai**, tokias kaip Dauno sindromas, sukelia papildomos arba trūkstamos chromosomos ir veikia bendrą vystymąsi.

Šių sąlygų tyrimas padeda mokslininkams suprasti, kaip konkretūs genetiniai pokyčiai sukelia pastebimą biologinį poveikį.

1.4 Diagnostiniai iššūkiai

Genetinių ligų diagnozavimas dažnai yra sudėtingas. Daugelis sutrikimų turi panašius simptomus, ir visame pasaulyje nustatyta daugiau nei 7000 retų genetinių ligų. Kai kurios būklės pasireiškia tik vėliau gyvenime, todėl jas sunku anksti nustatyti. Be to, daugelis žmonių yra sveiki genetinių mutacijų nešiotojai, nejaučiantys simptomų.

Šiuolaikinės diagnostikos priemonės apima naujagimių atrankos programas, viso genomo sekvenavimą ir naujas dirbtinio intelekto technologijas, kurios analizuoja genetinius duomenis ir fizines savybes, kad būtų galima anksčiau ir tiksliau diagnozuoti.

1.5 Gydomo iššūkiai

Tradicinis genetinių ligų gydymas dažniausiai sutelktas į simptomų valdymą, o ne į pagrindinės genetinės priežasties taisymą. Nors šie metodai gali pagerinti gyvenimo kokybę, jie turi svarbių apribojimų:

- Pats mutavęs genas lieka nepakitęs.
- Audinių ir organų pažeidimai gali būti negrįžtami.
- Gydomo teikimas specifinėms ląstelėms, pavyzdžiui, toms, kurias apsaugo biologiniai barjerai, vis dar yra sudėtingas.

Šie iššūkiai pabrėžia naujų gydymo strategijų poreikį.

1.6 Nauji sprendimai

Naujausi biotechnologijų pasiekimai siūlo daug žadančių genetinių ligų sprendimų:





- **Genų terapija** naudoja virusinius vektorius, kad į paveiktas ląsteles perneštų sveikas genų kopijas.
- **CRISPR/Cas9 genų redagavimas** leidžia mokslininkams tiksliai modifikuoti DNR, ištaisant mutacijas jų šaltinyje.
- **RNR pagrindu sukurtos terapijos ir ląstelių terapijos** siekiama atkurti normalią baltymų gamybą arba pakeisti pažeistas ląsteles.

Kai kurie iš šių metodų jau pasiekė klinikinį pritaikymą, parodydami, kaip pagrindinės genetinės žinios gali lemti tikrus medicinos proveržius.

1.7 Kodėl svarbu papildytoji realybė ir 3D modeliavimas

Genetiniai procesai, tokie kaip mutacijos, baltymų lankstymasis ir genų redagavimas, vyksta mikroskopiniu lygmeniu ir negali būti matomi tiesiogiai. Papildytoji realybė ir 3D modeliavimas šiuos nematomus procesus padaro matomus, leisdami mokiniams tyrinėti:

- Kaip baltymų struktūra keičiasi dėl mutacijų
- Kaip genų redagavimo įrankiai modifikuoja DNR
- Kaip chromosomų anomalijos veikia ląsteles.

Pavyzdys: pjautuvo formos hemoglobino pasukimas, redagavimo imitavimas (<https://www.delightex.com/edu/lesson-plans>).

Interaktyvi vizualizacija padeda mokiniams susieti abstrakčias genetines sąvokas su realiomis biologinėmis pasekmėmis.

Apmąstymo klausimai

- 1- Kaip vieno nukleotido pokytis gali sukelti sunkią ligą?
- 2- Kodėl genų terapijos taikymas tinkamoms ląstelėms yra sudėtingas?
Kurie pastarojo meto genetinės terapijos pasiekimai jums atrodo perspektyviausi ir kodėl?





Taikymas

2. Biologiškai įkvėpti genetinių ligų sprendimai

Vykdomo etape mokiniai pereina nuo genetinių ligų supratimo prie aktyvaus tyrinėjimo, kaip pati gamta įkvėpia genetinių iššūkių sprendimus. Gyvi organizmai išvystė galingus mechanizmus savo genetinei informacijai apsaugoti, atkurti ir reguliuoti. Studijuodami šiuos natūralius procesus, mokiniai gali geriau suprasti, kaip šiuolaikinės biotechnologijos ir medicina bando juos imituoti, sustiprinti ar pritaikyti genetinėms ligoms gydyti.

2.1 Bioįkvėpimas genų taisyme ir reguliavime

Gamta nuolat saugo DNR nuo pažeidimų, kuriuos sukelia radiacija, cheminiai veiksniai ir replikacijos klaidos. Ląstelės nėra pasyvios sistemos; jos aktyviai stebi ir taiso savo genetinę medžiagą naudodamos labai efektyvius mechanizmus.

Pagrindiniai biologijos įkvėpti principai:

- **DNR atkūrimo mechanizmai**Ląstelės naudoja natūralias atkūrimo sistemas mutacijoms aptikti ir ištaisyti, įkvėpdamos šiuolaikines genų redagavimo technologijas.
- **Selektyvus genų aktyvavimas**Ne visi genai yra aktyvūs visą laiką; ląstelės reguliuoja genų raišką priklausomai nuo savo aplinkos, amžiaus ir funkcijos.
- **Ląstelių specializacija ir regeneracija**Kamieninės ląstelės parodo, kaip galima pakeisti pažeistas arba defektines ląsteles, įkvėpdamos regeneracinės medicinos ir ląstelių terapijos plėtrą.
- **Klaidų tolerancija ir prisitaikymas**Kai kurie organizmai toleruoja genetinę variaciją ir prie jos prisitaiko, o tai suteikia įžvalgų apie atsparumą ir ilgalaikį išlikimą.

Šios natūralios strategijos sudaro konceptualų tiltą tarp biologinių sistemų ir technologinių genetinių ligų sprendimų.

2.2 Praktinis pritaikymas naudojant papildytosios realybės (AR) technologiją

Daugelis genetinių procesų vyksta molekulinio lygmeniu ir negali būti stebimi tiesiogiai. Papildytoji realybė (AR) leidžia studentams sąveikauti su dinaminiais DNR, genų, baltymų ir ląstelių 3D vaizdais, abstrakčias sąvokas paverčiant apčiuopiama mokymosi patirtimi.

AR programa gali paremti šį modulį, suteikdama studentams galimybę:

- Vizualizuoti DNR struktūrą ir nustatyti konkrečius genus, paveiktus mutacijų.
- Stebėkite, kaip mutacijos keičia baltymų formą ir funkciją.





- Imituoti natūralius DNR atkūrimo procesus ir palyginti juos su genų redagavimo metodais.
- Ištyrę, kaip pataisyti genai atkuria normalią ląstelių funkciją.

AR įrankiai suteikia galimybę sąveikauti realiuoju laiku, sukurti, keisti mastelį ir atlikti nuoseklią tyrinėjimą, palaikydami tyrimais pagrįstą ir patirtinį mokymąsi.

2.3 Siūlomi AR pagrindu sukurti pratimai ir veikla

- **1 pratimas: DNR taisymas – mokymasis iš gamtos**
Mokiniai tyrinėja papildytosios realybės (AR) modelį, kuriame nagrinėjama mutacijos sukelta DNR žala. Jie aktyvuoja natūralius DNR atkūrimo mechanizmus ir stebi, kaip ląstelės aptinka ir ištaiso klaidas. Tada mokiniai lygina natūralius atkūrimo mechanizmus su žmogaus sukurta genų terapija, nustatydami panašumus ir skirtumus.
- **2 pratimas: Baltymų struktūra ir funkcija**
Naudodami papildytąją realybę (AR), mokiniai manipuliuoja 3D baltymų modeliais, kad palygintų sveikus ir mutavusius baltymus. Sukdami ir priartindami molekulinę struktūrą, besimokantieji stebi, kaip maži genetiniai pokyčiai gali sukelti didelių funkcinių pasekmių, tokių kaip baltymų susilankstymas.
- **3 pratimas: Genų redagavimo modeliavimas**
Studentai imituoja genų redagavimo procesą, įkvėptą natūralaus DNR atkūrimo. Jie pasirenka klaidingą geną, pritaiko virtualų „taisymo įrankį“ ir stebi poveikį genų raiškai ir ląstelių elgesiui prieš ir po atkūrimo. Šiame pratime pabrėžiamas tikslumas, ribos ir etiniai aspektai.
- **4 pratimas: Nuo ląstelės iki organizmo**
Studentai stebi pataisyto geno poveikį nuo vienos ląstelės iki audinių ir organų lygmens. AR vizualizacija rodo, kaip geno atkūrimas gali pagerinti organų funkciją, padėdama studentams susieti molekulinį įvykį su realaus pasaulio sveikatos rezultatais.
- **5 pratimas: AR viktorinos kūrimas: genetinės ligos – iššūkiai ir sprendimai**

Šiame pratime studentaisuprojektuokite ir sukurkite interaktyvią AR pagrindu sukurta viktorinądaugiausia dėmesio skiriama genetinėms ligoms, jų priežastims, iššūkiams ir galimiems sprendimams. NaudojantDelightexMokiniai sukuria testą, kuriame moksliniai klausimai derinami su 3D DNR, genų, baltymų ir ląstelių vizualizacijomis.

Mokiniai kuria viktorinos scenarijus, rašo klausimus su pasirenkamaisiais atsakymais arba sprendimais pagrįstus klausimus ir susieja kiekvieną klausimą su papildytosios realybės modeliais, kurie demonstruoja genetines mutacijas, baltymų neteisingą lankstymąsi ir genų redagavimo rezultatus. Viktorina apimataškv ir gyvybių sistema, kur teisingi atsakymai pelno taškų, o neteisingi pasirinkimai mažina gyvybių skaičių, suteikiant tiesioginį grįžtamąjį ryšį ir skatinant kruopštų samprotavimą.





Mokiniai kuria viktorinos scenarijus, rašo klausimus su pasirenkamaisiais atsakymais arba sprendimais pagrįstus klausimus ir susieja kiekvieną klausimą su papildytosios realybės modeliais, kurie demonstruoja genetines mutacijas, baltymų neteisingą lankstymąsi ir genų redagavimo rezultatus. Viktorina apimatašų ir gyvybių sistema, kur teisingi atsakymai pelno taškų, o neteisingi pasirinkimai mažina gyvybių skaičių, suteikiant tiesioginį grįžtamąjį ryšį ir skatinant kruopštų samprotavimą.

2.4 Pasaulinis įkvėpimas ir aktualumas realiame pasaulyje

Panašios AR paremtos veiklos naudojamos visame pasaulyje genetikos ugdyme, siekiant padėti mokiniams:

- Suprasti sudėtingus molekulinis procesus vizualizacijos pagalba.
- Ugdykite problemų sprendimo įgūdžius išbandydami skirtingas intervencijos strategijas.
- Bendradarbiaukite aptardami rezultatus ir dizaino pasirinkimus.
- Apmąstyti genetinių technologijų etines ir visuomenines pasekmes.

Derindami biologijos įkvėptus principus su papildytosios realybės (AR) praktine veikla, mokiniai genetiką patiria ne kaip abstrakčią teoriją, o kaip besivystančią sritį, kurioje natūralūs mechanizmai įkvepia novatoriškus medicininius sprendimus.





Gilinimas

3. AR gilesniam mokymuisi ir įsitraukimui

Genetinės ligos apima sudėtingus ir nematomus biologinius procesus, vykstančius molekuliniu ir ląstelinio lygmenimis. Tokias sąvokas kaip DNR mutacijos, baltymų lankstymosi sutrikimai, genų reguliavimas ir genų redagavimas mokiniams sunku iki galo suprasti naudojant tradicinius vadovėlius ar vien statinius vaizdus. Papildytoji realybė (AR) žymiai pagerina mokymosi procesą, paversdama šiuos abstrakčius procesus interaktyvia, vizualia ir patyrimine mokymosi patirtimi.

3.1 Kaip AR gilina genetinių ligų supratimą

AR leidžia mokiniams vizualizuoti genetinius mechanizmus, kurių negalima stebėti tiesiogiai. Sąveikaujant su DNR, genų, chromosomų ir baltymų 3D modeliais, mokiniai gali tyrinėti, kaip maži genetiniai pokyčiai sukelia svarbias biologines pasekmes. Ši erdvinė ir dinaminė vizualizacija padeda mokiniams:

- Suprasti priežasties ir pasekmės ryšius tarp mutacijų ir ligos simptomų
- Susieti molekulinio lygio įvykius su ląstelių, audinių ir organizmo lygio rezultatais
- Žingsnis po žingsnio suvokite sudėtingus procesus, tokius kaip genų redagavimas ir DNR taisymas

Užuoat įsiminę apibrėžimus, studentai aktyviai tyrinėja, kaip vystosi genetinės ligos ir kaip šiuolaikiniai sprendimai bando jas gydyti.

3.2 Sudėtingų sąvokų prieinamumo ir patrauklumo užtikrinimas

AR sumažina kognityvinį perkrovą, suskaidydamas sudėtingus genetinius procesus į valdomus vizualinius etapus. Mokiniai gali sukti, priartinti ir izoliuoti konkrečias struktūras, o tai leidžia jiems sutelkti dėmesį į vieną sąvoką vienu metu. Šis metodas palaiko įvairius mokymosi stilius ir padaro pažangias biotechnologijų temas prieinamas vidurinių mokyklų mokiniams.

Įsitraukimas dar labiau padidėja sąveikaujant ir tyrinėjant. AR pagrindu sukurtos užduotys skatina smalsumą, eksperimentavimą ir diskusijas, paversdamos mokinius aktyviais dalyviais, o ne pasyviais informacijos gavėjais.

3.3 Naudingos AR priemonės pavyzdys („Deligtex“)

Deligtex yra ypač veiksminga genetikos mokymo priemonė. Ji leidžia mokiniams ne tik tyrinėti papildytosios realybės (AR) turinį, bet ir kurti savo interaktyvią mokymosi medžiagą.





Naudodamiesi „Delightex“, besimokantieji gali kurti AR pagrindu sukurtus testus, simuliacijas ir vizualius genetinių ligų paaiškinimus, stiprindami supratimą per kūrimą ir apmąstymus.

3.4 Praktiniai pasiūlymai, kaip integruoti papildytąją realybę į mokymosi patirtį

Siekiant sustiprinti studentų ryšį su tema ir paremti veiksmingą žinių kaupimą, papildytąją realybę galima integruoti šiais būdais:

- **Tyrinėjimais grįstas mokymasis**Naudokite papildytąją realybę (AR), kad pristatytumėte genetines mutacijas ir vizualizuotumėte jų poveikį prieš formalius paaiškinimus.
- **Modeliavimas ir eksperimentavimas**Suteikti studentams galimybę išbandyti skirtingus genų redagavimo ar taisymo scenarijus ir stebėti rezultatus nerizikingoje aplinkoje.
- **AR pagrindu atliktas vertinimas:** Pakeiskite arba papildykite tradicinius testus papildytosios realybės (AR) pagrindu sukurtais testais arba mokinių sukurtais AR testais, kurie vertina supratimą taikant.
- **Bendradarbiavimas**Skatinkite mokinius dirbti grupėse, kad sukurtų, išbandytų ir tobulintų papildytosios realybės (AR) pagrindu veikiančius mokymosi scenarijus, skatindami bendravimą ir mokymąsi vieni iš kitų.
- **Refleksija ir etika**Naudokite AR scenarijus kaip atspirties tašką diskusijoms apie etinius, socialinius ir technologinius iššūkius, susijusius su genetinėmis intervencijomis.

Integravus papildytąją realybę (AR) į genetikos mokymą, mokymasis tampa prasmingesnis, įsimintinesnis ir motyvuojančios. AR padeda giliau suprasti sąvokas, skatina įsitraukimą ir suteikia studentams galių susieti biologinę teoriją su realaus pasaulio medicininiais iššūkiais. Šiame skyriuje AR veikia ne tik kaip vizualizacijos įrankis, bet ir kaip tiltas tarp biologijos, technologijų ir atsakingų inovacijų.





Išvados

Šiame mokymosi skyriuje genetinės ligos buvo nagrinėjamos kaip sudėtingi biologiniai iššūkiai, kuriuos sukelia DNR ir genų funkcijos pokyčiai. Mokiniai įgijo pagrindinį supratimą apie tai, kaip atsiranda genetinės mutacijos, kodėl jas sunku diagnozuoti ir gydyti, ir kaip pati gamta įkvepia genetinės informacijos atkūrimui ir reguliavimui. Nagrinėdami biologiškai įkvėptus mechanizmus, tokius kaip DNR atkūrimas, genų reguliavimas ir ląstelių regeneracija, mokiniai susiejo biologinę teoriją su realaus pasaulio medicininiais iššūkiais.

Papildytosios realybės integravimas atliko pagrindinį vaidmenį transformuojant abstrakčius genetinius procesus į prieinamą ir įtraukią mokymosi patirtį. Naudodamiesi interaktyviomis 3D vizualizacijomis ir kurdami papildytosios realybės (AR) testus, mokiniai peržengė pasyvaus mokymosi ribas ir pradėjo aktyviai tyrinėti, taikyti ir perteikti savo žinias. Toks požiūris sustiprino konceptualų supratimą, skatino kritinį mąstymą ir pabrėžė etinius bei visuomeninius kylančių genetinių technologijų aspektus. Galiausiai, skyrius parodo, kaip biologijos, bioįkvėpimo ir įtraukiančių skaitmeninių įrankių derinimas gali suteikti mokiniams galimybę geriau suprasti genetines ligas ir numatyti novatoriškus ateities sprendimus.

Fazė	Aprašymas
Tyrinėjimas	- Tyrimai ir atradimai: mokiniai nagrinėja pagrindinius genetikos principus, įskaitant DNR struktūrą, genus, mutacijas ir chromosomų anomalijas. Jie tiria, kaip atsiranda genetinės ligos, jų paplitimą visame pasaulyje ir pateikia realių pavyzdžių, kad suprastų temos biologinę ir socialinę reikšmę.
	- Turinio rengimas: mokytojai teikia prieinamą mokymosi medžiagą, pavyzdžiui, trumpus tekstus, vaizdinę medžiagą, infografikus ir įvadinius vaizdo įrašus, kuriuose paaiškinamos genetinės ligos, mutacijų tipai ir biologinės pasekmės. Turinys orientuotas į konceptualaus supratimo, o ne klinikinės detalės ugdymą.
	- Poreikių analizė: studentų ankstesnės genetikos ir biotechnologijų žinios vertinamos diskusijų arba trumpų diagnostinių klausimų pagalba, siekiant nustatyti klaidingas sampratas ir atitinkamai pritaikyti mokymosi tempą bei gylį.
Taikymas	- Mokymo programos įgyvendinimas: Biologiškai įkvėptos sąvokos, tokios kaip DNR atkūrimas, genų reguliavimas ir ląstelių regeneracija, yra susijusios su šiuolaikiniais genetinėmis sprendimais. Pamokos padeda mokiniams suprasti natūralius mechanizmus ir pritaikyti šias žinias atliekant praktines papildytosios realybės (AR) palaikomas užduotis.





	- Interaktyvūs pratimai: mokiniai dalyvauja papildytosios realybės (AR) pagrindu sukurtose veiklose, kuriose nagrinėjami DNR pažeidimai, baltymų sutrikimai, genų redagavimas ir biologiniai padariniai. Pagrindinė veikla apima AR pagrindu sukurtos testo projektavimas ir kūrimas Delightex programoje, transformuojant mokslines žinias į interaktyvų vertinimo turinį.
	- Atsiliepimų rinkimas: mokinių papildytosios realybės (AR) pratimams ir testų planams įvertinti naudojami kolegų vertinimai, diskusijos grupėse ir mokytojų atsiliepimai, skatinantys refleksiją ir iteracinį tobulėjimą.
Gilinimas	- AR integracija: papildytoji realybė naudojama nematomiems genetiniams procesams, tokiems kaip mutacijos, baltymų lankstymasis ir genų korekcija, vizualizuoti, todėl abstraktūs biologiniai mechanizmai tampa apčiuopiami ir suprantami.
	- Interaktyvus mokymasis: mokiniai aktyviai manipuliuoja 3D modeliais, imituoja biologinius procesus ir tyrinėja priežasties ir pasekmės ryšius, perkeldami mokymąsi nuo pasyvaus priėmimo prie patirtinio tyrinėjimo.
	Žaidimo turinys: - Taškai ir ženkleliai Mokiniai renka taškus ir skaitmeninius ženklelius už atliktus AR pratimus, teisingai atpažindami mutacijas ir sukurdami tikslius AR testo klausimus. - Lyderių lentelės Pasirinktinai galima naudoti lyderių lenteles, kurios skatina motyvaciją ir draugišką konkurenciją, pagrįstą užduočių atlikimu ar viktorinos rezultatais. - Užduotys ir lygiai Mokymosi veikla suskirstyta kaip progresyvios užduotys, pereinant nuo pagrindinių genetinių koncepcijų prie pažangių biologijos įkvėptų sprendimų ir testų kūrimo. - Atlygiai už tyrinėjimą Papildomi taškai arba paslėptas turinys atrakinami, kai mokiniai tyrinėja papildomus AR modelius arba nagrinėja pažangius genetinius scenarijus. - Bendradarbiavimo pagrindu sukurtos žaidimo užduotys Studentai dirba komandose, kad kartu kurtų papildytosios realybės testo klausimus, peržiūrėtų kolegų darbus ir kolektyviai spręstų genetinius iššūkius.
	AR pagrįsti vertinimai: Vertinimas atliekamas naudojant papildytosios realybės (AR) pagrindu sukurtas viktorinas ir mokinių sukurtus AR testus, leidžiančius besimokantiejiems parodyti supratimą taikant žinias, vizualizuojant biologinius procesus ir interaktyviu formatu aiškinant genetinius iššūkius bei sprendimus.





Literatūra

- MedlinePlus Genetics. *What are genetic disorders?* U.S. National Library of Medicine. <https://medlineplus.gov/genetics>
- Doudna, J. A., & Charpentier, E. (2014). *The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9*. Science, 346(6213). <https://science.sciencemag.org>
- Collins, F. S., & Varmus, H. (2015). *A new initiative on precision medicine*. New England Journal of Medicine, 372, 793–795.
- National Research Council. (2012). *A Framework for K–12 Science Education*. The National Academies Press.
- European Commission. *Ethics of genetic technologies and genome editing*. <https://ec.europa.eu>
- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). *Augmented reality for STEM learning: A systematic review*. Computers & Education, 123, 109–123.
- Radu, I. (2014). *Augmented reality in education: A meta-review*. Educational Psychology Review, 26(2), 153–176.
- Delightex. *AR learning and assessment tools for education*. <https://www.delightex.com/edu>
- Cleveland Clinic. (2025). *Genetic disorders: What are they, types, symptoms & causes*. <https://my.clevelandclinic.org/health/diseases/21751-genetic-disorders>
- Frangoul, H., Altshuler, D., Cappellini, M. D., Chen, Y. S., Domm, J., Eustace, B. K., Foell, J., de la Fuente, J., He, B., Kasper, R., Kernytsky, A., Lek, M., Mapara, M. Y., de Montalembert, M., Rondelli, D., Sharma, A., Sheth, S., Steinberg, M. H., Vichinsky, E., ... Corbacioglu, S. (2021). CRISPR-Cas9 gene editing for sickle cell disease and β -thalassemia. *New England Journal of Medicine*, 384(3), 252–260. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2031054>
- Liang, P., Song, F., Xu, J., Zhang, X., Wang, Y., & Huang, J. (2024). CRISPR–Cas9 gene editing: Curing genetic diseases by repairing the genetic code. *Journal of Nanobiotechnology*, 22(1), Article 145. <https://doi.org/10.1186/s12951-024-02375-7>
- Russell, S., Bennett, J., Wellman, J. A., Chung, D. C., Yu, Z.-R., Tillman, A., Wittes, J., Pappas, J., Elci, O., Marshall, K. A., Coley, L., Reichert, M., George, L. A., Piazza, C., Venkatesh, A., & Maguire, A. M. (2017). Efficacy and safety of voretigene neparvovec (AAV2-hRPE65v2) in patients with RPE65-mediated inherited retinal dystrophy: A randomised, controlled, open-label, phase 3 trial. *The Lancet*, 390(10097), 849–860. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)31868-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)31868-8)
- MedlinePlus Genetics. (n.d.). *How are genetic conditions treated or managed?* <https://medlineplus.gov/genetics/understanding/consult/treatment/>
- National Center for Biotechnology Information. (2020). *Advances in CRISPR/Cas-based gene therapy in human*





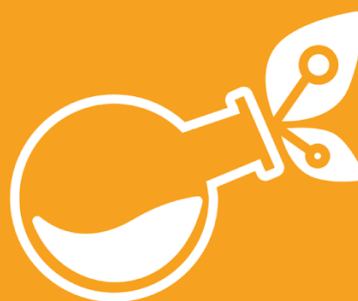
Kuriant šį mokymosi vienetą, turinio rengimui, tyrimų sintezei ir šaltinių medžiagos tvarkymui buvo naudojamos dirbtinio intelekto pagrindu sukurtos priemonės („ChatGPT“, „Perplexity AI“ ir „NotebookLM“):

- Atviras dirbtinis intelektas. *Pokalbių GPT* (didelis kalbos modelis). <https://chat.openai.com>
- Dirbtiniu intelektu paremtas paieškos ir tyrimų asistentas. <https://www.perplexity.ai>
- „Google“ *NotebookLM* [DI valdoma tyrimų ir užrašų darymo priemonė]. <https://notebooklm.google.com>





Co-funded by
the European Union



BIOS4YOU AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY



Project Number: KA220-BW-23-30-126516

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.