



Co-funded by
the European Union

Laboratorijoje užauginti organai: ar galime atspausdinti naują širdį?



BIO4YOU
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."

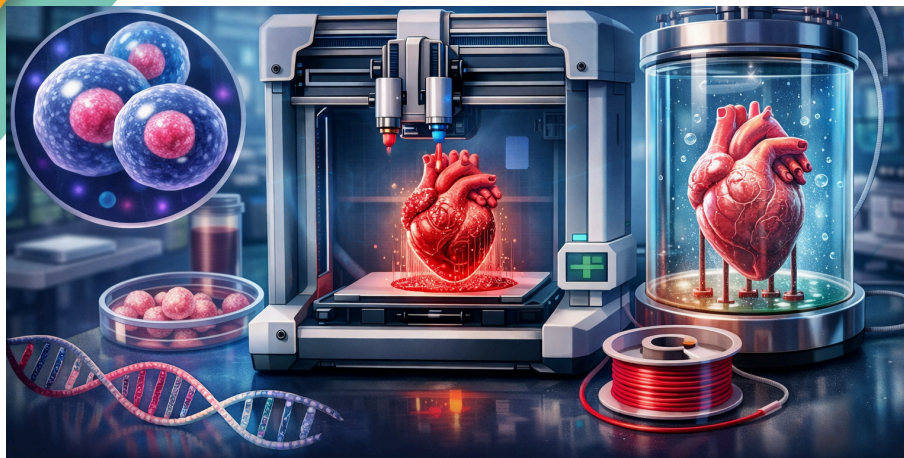




TURINYS

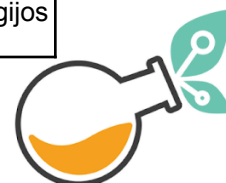
Įvadas	2
Tyrinėjimas	3
Natūralios regeneracijos ir biologiškai įkvėpto organų augimo supratimas	3
1.1 Kaip kūnas atsistato: regeneracija gamtoje	3
1.2 Kamieninės ląstelės: regeneracinės medicinos pagrindas	3
1.3 Nuo ląstelių iki audinių: kaip formuojasi gyvos struktūros	3
1.4 Bioįkvėpimas ir 3D biospausdinimas	4
1.5 Ar galime atspausdinti žmogaus širdį?	4
1.6 Klausimai apmąstymams	5
Taikymas	5
2. Biologiškai įkvėptų principų taikymas laboratorijoje auginamiems organams	5
2.1 Bioįkvėpimas: mokymasis iš natūralaus atsinaujinimo	5
2.2 Kaip papildytoji realybė padeda siekti mokymosi tikslų	6
2.3 Praktinė veikla (apžvalga)	6
Gilinimas	8
3. Regeneracinės medicinos supratimo gerinimas naudojant papildytąją realybę	8
3.1 Kaip papildytoji realybė (AR) stiprina mokymąsi apie laboratorijoje užaugintus organus	8
3.2 „Delightex Edu“ kaip papildytosios realybės (AR) mokymosi įrankis	8
3.3 Įtraukimo didinimas per žaidimo elementų panaudojimą ir sąveiką	9
3.4 AR pagrįsta refleksija ir vertinimas	9
Išvados	10
Literatūra	12





Šis vaizdas buvo sugeneruotas naudojant dirbtinio intelekto pagrindu veikiančius vaizdų generavimo įrankius švietimo ir iliustraciniams tikslais.

Bendra mokymosi kelio tema	Biotechnologija ir regeneracinė medicina
Konkretus mokymosi vieneto pavadinimas	Laboratorijoje užauginti organai: ar galime atspausdinti naują širdį?
Tikslinių vartotojų amžius	14–18 metų
Reikalavimai besimokančiajam	• Pagrindinės žmogaus biologijos žinios (ląstelės, audiniai, organai). • Bazinis skaitmeninis raštingumas ir kompiuterio, planšetinio kompiuterio ar išmaniojo telefono naudojimo įgūdžiai. • Prieiga prie interneto prijungto įrenginio. • Nereikia jokių išankstinių bioinžinerijos, kamieninių ląstelių ar papildytosios realybės žinių.
Mokymosi vieneto aprašymas	Šis mokymosi modulis supažindina studentus su besiformuojančia regeneracinės medicinos sritimi, daugiausia dėmesio skiriant laboratorijoje auginamiems organams ir 3D biospausdinimo technologijoms. Naudodami biologijos įkvėptą STEM metodą ir papildytosios realybės panaudojimą, studentai tyrinėja, kaip gyvos ląstelės gali būti panaudotos pažeistiems audiniams ir organams atkurti arba pakeisti. Modulyje moksliniai pagrindai derinami su interaktyvia papildytosios realybės (AR) mokymosi veikla, naudojant „Delightex Edu“, ir padedama besimokantiems suprasti tiek biologinius principus, tiek technologinius iššūkius, slypinčius už organų inžinerijos.
Tema: Dalyvaujančios šalys	Biologija, biotechnologijos, technologijos, inžinerija, skaitmeninis raštingumas, STEM ugdymas
Raktiniai žodžiai	Regeneracinė medicina, kamieninės ląstelės, laboratorijoje auginami organai, 3D biospausdinimas, audinių inžinerija, bioįkvėpimas, papildyta realybė (AR), „Delightex Edu“
Pagrindinės kvalifikacijos, įgūdžiai ir žinios, kurias galima įgyti	• Suprasti pagrindinius regeneracinės medicinos ir kamieninių ląstelių biologijos principus. • Supratimas, kaip biologiškai įkvėptos technologijos naudojamos audiniams ir organams auginti.





	• Kritinis mąstymas apie etinius, medicininius ir technologinius iššūkius. • Skaitmeninis ir mokslinis raštingumas per papildytosios realybės (AR) pagrindu sukurtą tyrinėjimą. • Gebėjimas susieti biologiją su realaus pasaulio medicinos inovacijomis.
Naudoti ištekliai ir didaktinės priemonės	• Mobilieji įrenginiai arba planšetiniai kompiuteriai su AR funkcijomis. • Kompiuteriai su interneto prieiga. • „Delightex Edu“, AR/VR platforma. • Ląstelių, audinių ir organų 3D modeliai. • Mokytojų parengta pagalbinė medžiaga (tekstai, paveikslėliai, vaizdo įrašai).
Vertinimo kriterijai ir vertinimas	• Dalyvavimas diskusijose ir papildytosios realybės (AR) pagrindu vykdomoje veikloje. • Interaktyvių užduočių ir pratimų atlikimas. • Gebėjimas paaiškinti pagrindines sąvokas, susijusias su laboratorijoje auginamais organais ir bioinžinerija. • Refleksyvi diskusija ir formuojamasis grįžtamasis ryšys.

Įvadas

Šiame mokymosi skyriuje nagrinėjama, kaip mokslininkai naudoja biologiškai įkvėptas technologijas, tokias kaip kamieninės ląstelės ir 3D biospausdinimas, organams auginti laboratorijoje. Derindami biologiją, technologijas ir papildytąją realybę, mokiniai įgyja įžvalgų apie tai, kaip laboratorijoje užauginti organai galėtų pakeisti šiuolaikinę mediciną ir spręsti realius sveikatos iššūkius.





Tyrinėjimas

Natūralios regeneracijos ir biologiškai įkvėpto organų augimo supratimas

Šiame skyriuje mokiniai supažindinami su regeneracinės medicinos ir laboratorijoje auginamų organų moksliniais pagrindais. Jie tyrinėja, kaip gamta atsinaujina, kaip mokslininkai naudoja kamienines ląsteles audiniams regeneruoti ir kaip biologiškai įkvėptos technologijos, tokios kaip 3D biospausdinimas, siekia atkurti sudėtingus žmogaus organus.

Tyrinėjimo etapas suteikia esminių bendrųjų žinių, reikalingų norint suprasti organų spausdinimo galimybes ir apribojimus.

1.1 Kaip kūnas atsistato: regeneracija gamtoje

Gyvi organizmai turi natūralų gebėjimą atkurti ir regeneruoti pažeistus audinius. Žmogaus oda gyja po traumos, kaulai gali ataugti po lūžių, o kai kurie gyvūnai, pavyzdžiui, salamandros, gali regeneruoti ištisas galūnes.

Šis natūralus atsinaujinimas įmanomas dėl šių priežasčių:

- ląstelės gali dalytis ir pakeisti pažeistas,
- specializuotos ląstelės dirba kartu, kad atkurtų audinius,
- Biologinės sistemos laikosi organizuotų augimo modelių.

Regeneracinė medicina įkvėptagamtos pačių atstatymo mechanizmai.

1.2 Kamieninės ląstelės: regeneracinės medicinos pagrindas

Kamieninės ląstelės yra ypatingos ląstelės, turinčios du unikalius gebėjimus:

- jie gali atsinaujinti (gaminti daugiau kamieninių ląstelių),
- jie gali diferencijuotis į skirtingus ląstelių tipus (raumenų, nervų, kraujo).

Regeneracinėje medicinoje kamieninės ląstelės naudojamos:

- auginti naujus audinius,
- atkurti pažeistus organus,
- tirti ligas laboratorinėmis sąlygomis.

Skirtingai nuo įprastų ląstelių, kamieninės ląstelės veikia kaip biologiniai „pradiniai taškai“, todėl jos yra būtinos laboratorijoje pagamintų audinių ir organų auginimui.

1.3 Nuo ląstelių iki audinių: kaip formuojasi gyvos struktūros

Organai sudaryti ne iš pavienių ląstelių, o iš organizuotų audinių. Ląstelės bendrauja, išsirikiuoja ir jungiasi, sudarydamos struktūras, kurios gali atlikti specifines funkcijas.

Pavyzdžiui:

- širdies raumens ląstelės turi susitraukti kartu,





- kraujagyslės turi tiekti deguonį ir maistines medžiagas,
- Audiniai turi išgyventi ir prisitaikyti gyvenamojoje aplinkoje.

Šis procesas rodo, kad biologijoje struktūra ir funkcija yra glaudžiai susijusios – tai pagrindinis iššūkis bandant atkurti organus laboratorijoje.

1.4 Bioįkvėpimas ir 3D biospausdinimas

Mokslininkai pasitelkia bioįkvėpimą kurdami technologijas, kurios imituoja natūralius procesus. Viena iš tokių technologijų yra 3D biospausdinimas, kai gyvų ląstelių sluoksniai išdėstomi tam tikrais raštais, kad susidarytų audinių tipo struktūros.

Skirtingai nuo plastikinio 3D spausdinimo:

- gyvos ląstelės turi išlikti gyvos,
- audiniams reikia maistinių medžiagų ir deguonies, struktūros turi augti ir prisitaikyti laikui bėgant.

Bioįkvėpimas padeda inžinieriams suprasti, kaip gamta kuria sudėtingas sistemas, vadovaudamasi laboratorijoje užaugintų organų vystymusi.

Siūlomas vaizdo įrašo šaltinis:

Norėdami geriau suprasti, kaip biologiškai įkvėptos technologijos ir 3D biospausdinimas yra naudojami regeneracinėje medicinoje, studentai raginami peržiūrėti šiuos trumpus vaizdo įrašus, kuriuose iliustruojami realaus pasaulio tyrimai ir dabartiniai iššūkiai, susiję su laboratorijoje auginamais organais:

- <https://www.youtube.com/watch?v=ABgehFQu8eU>
- <https://www.youtube.com/watch?v=yh8lQPjD4Og>

Norėdami geriau suprasti, kaip biologijos įkvėptos technologijos naudojamos audiniams ir organus primenančioms struktūroms auginti laboratorijoje, studentai raginami peržiūrėti šį trumpą vaizdo įrašą. Jame iliustruojami pagrindiniai audinių inžinerijos ir biospausdinimo etapai, padedant susieti biologinius principus su technologiniais procesais.

- <https://www.youtube.com/watch?v=2NFsvn9q9hA>

1.5 Ar galime atspausdinti žmogaus širdį?

Žmogaus širdis yra vienas sudėtingiausių organų organizme. Ji privalo:

- nuolat pumpuoti,
- sudėtyje yra daug audinių tipų,
- apima tankų kraujagyslių tinklą,
- dirbti tobulai koordinuotai.

Nors mokslininkai sėkmingai išaugino paprastus audinius ir mažų organų modelius, visiškai funkcionuojančios žmogaus širdies atspausdinimas išlieka pagrindiniu moksliniu iššūkiu.

Vien todėl, kad kažkas yra įmanoma teoriškai, dar nereiškia, kad tai šiandien yra visiškai įgyvendinama.





Siūlomi 3D vizualizacijos ištekliai:

Siekdami geriau suprasti dinaminę žmogaus širdies struktūrą ir funkciją, studentai raginami ištirti šiuos animuotus 3D širdies modelius. Šios vizualizacijos padeda iliustruoti, kodėl visiškai funkcionuojančios širdies atkūrimas yra vienas didžiausių regeneracinės medicinos iššūkių.

<https://sketchfab.com/3d-models/3d-animated-realistic-human-heart-v20-168b474fba564f688048212e99b4159d>

<https://sketchfab.com/3d-models/human-heart-3d-animated-911272d9f7c146bea5403d1e4d2dfb31>

1.6 Klausimai apmąstymams

- Kaip gamta regeneruoja audinius ir organus?
- Kodėl kamieninės ląstelės yra svarbios regeneracinėje medicinoje?
- Kas apsunkina žmogaus širdies atkūrimą laboratorijoje?
- Kaip bioįkvėpimas lemia medicinos inovacijas?

Taikymas

2. Biologiškai įkvėptų principų taikymas laboratorijoje auginamiems organams

Vykdomo skyriuje studentai pritaiko savo regeneracinės medicinos žinias tyrinėdami, kaip natūralūs biologiniai procesai įkvėpia sprendimus audinių ir organų auginimui laboratorijoje.

Per praktines, papildytosios realybės (AR) paremtas veiklas, pasitelkdami „Delightex Edu“, mokiniai tyrinėja, kaip ląstelės formuoja audinius, kodėl organai yra sudėtingos sistemos ir su kokiais iššūkiais susiduria mokslininkai, bandydami atspausdinti funkcionuojančią žmogaus širdį.

2.1 Bioįkvėpimas: mokymasis iš natūralaus atsinaujinimo

Gamta pateikia galingų regeneracijos ir savęs taisymo pavyzdžių, kurie įkvėpia šiuolaikines biomedicinos technologijas:

- **Ląstelių atsinaujinimas ir diferenciacija** leisti pažeistiems audiniams atsinaujinti.
- **Savęs organizavimas** leidžia ląstelėms išsidėstyti į funkcinius audinius.
- **Tinklo formavimas**, pavyzdžiui, kraujagyslės, palaiko išlikimą ir augimą.

Studentai tyrinėja, kaip šie natūralūs gebėjimai lemia audinių inžinerijos ir laboratorijoje auginamų organų vystymąsi, sustiprindami mintį, kad medicinos inovacijos dažnai prasideda stebint gamtą.





2.2 Kaip papildytoji realybė padeda siekti mokymosi tikslų

Papildytoji realybė vaidina svarbų vaidmenį padedant mokiniams suprasti procesus, kurių negalima tiesiogiai stebėti realiaame gyvenime.

Naudojant **Delightex EduAR** veiklos leidžia studentams:

- vizualizuoti **kamieninių ląstelių, audinių ir organų** 3D struktūras,
- tyrinėti **sluoksniuotų organų modeliai**, pavyzdžiui, žmogaus širdis,
- stebėti, kaip **ląstelės, audiniai ir kraujagyslės** sąveikauja kaip sistema,
- palyginti **biologinę regeneraciją** su 3D biospausdinimo technologijomis.

AR (papildyta realybė) daro abstrakčias biomedicinos sąvokas prieinamesnes ir palaiko tyrimais pagrįstą mokymąsi, nereikalaujant pažangios laboratorinės įrangos.

2.3 Praktinė veikla (apžvalga)

- **1 veikla: Nuo kamieninių ląstelių iki audinių**

Studentai tyrinėja kamieninių ląstelių ir ląstelių dalijimosi papildytosios realybės (AR) modelius. Jie stebi, kaip ląstelės dauginasi ir specializuojasi, aptaria, kodėl kamieninės ląstelės yra būtinos naujų audinių augimui.

Biologijos įkvėpta koncepcija: Natūrali ląstelių regeneracija ir diferenciacija.

- **2 veikla: Kodėl sunku atspausdinti širdį**

Naudodami sluoksniuotą žmogaus širdies papildytosios realybės (AR) modelį, studentai nagrinėja:

- raumenų audinys,
- kameros ir vožtuvai,
- kraujagyslių tinklai.

Jie analizuoja, kodėl visi šie komponentai turi veikti kartu ir kodėl atkurti šį sudėtingumą yra sudėtinga.

Pagalbinis vaizdo šaltinis:

Prieš analizuodami sluoksniuotą širdies papildytosios realybės (AR) modelį, mokiniai peržiūri trumpą vaizdo įrašą, kuriame demonstruojama, kaip realiuoju laiku veikia žmogaus širdis. Šis šaltinis padeda suprasti nuolatinį judėjimą ir koordinaciją, reikalingą funkcionuojančiam organui.

<https://www.youtube.com/watch?v=mMeOjwH4NVU>

Biologijos įkvėpta koncepcija: Struktūros ir funkcijos ryšys gyvosiose sistemose.

- **3 veikla: Gyvojo audinio spausdinimas ir auginimas**

Studentai lygina:

- paprastas 3D spausdintuvu atspausdintas objektas,
- iš ląstelių sukurtas gyvo audinio modelis.

Jie nustato pagrindinius skirtumus tarp negyvų medžiagų spausdinimo ir gyvų organų auginimo.

Biologijos įkvėpta koncepcija: Skirtumas tarp mechaninės konstrukcijos ir biologinio augimo.





- **4 veikla: Sprendimo užduotis – ar šiandien galime atspausdinti širdį?**

Mokiniai atlieka papildytosios realybės (AR) pagrindu atliekamą sprendimų priėmimo užduotį, kurios metu jie:

- įvertinti dabartinės mokslinės galimybes,
- nustatyti technologinius ir biologinius apribojimus,
- atskirti dabartinę mediciną nuo ateities potencialo.

Biologijos įkvėpta koncepcija: Mokslinis samprotavimas, pagrįstas biologiniais apribojimais.

- **5 veikla: Funkcinio organo projektavimas – kodėl struktūra yra svarbi**

Naudodami interaktyvų papildytosios realybės (AR) organų modelį „Delightex Edu“ programoje, mokiniai tyrinėja, kaip skirtingi struktūriniai komponentai prisideda prie organų funkcijos.

Aktyvuodami ir deaktivuojdami sluoksnius ir elementus, besimokantieji analizuoja, kaip organai veikia kaip integruotos sistemos, o ne kaip paprastos formos. Ši veikla pabrėžia, kodėl laboratorijoje auginami organai turi atkartoti biologinę organizaciją, o ne tik išorinę formą.

Biologijos įkvėpta koncepcija: Struktūros ir funkcijos ryšiai bei sisteminis mąstymas gyvuose organizmuose.

*Per biologijos įkvėptas, papildytosios realybės (AR) pagrįstas veiklas mokiniai pereina nuo sąvokų supratimo prie **biologinio mąstymo taikymas**. Jie patiria, kaip regeneracinė medicina derina biologiją, technologijas ir inžineriją, ir kodėl žmogaus širdies auginimas yra ne tik techninis, bet ir biologinis iššūkis.*





Gilinimas

3. Regeneracinės medicinos supratimo gerinimas naudojant papildytąją realybę

Skyriuje „Patobulinimas“ paaiškinama, kaip papildytoji realybė (AR) pagilina mokinių regeneracinės medicinos supratimą, padarydama sudėtingus biologinius procesus matomus, interaktyvius ir prasmingus. Šiame skyriuje AR naudojama mokymuisi apie laboratorijoje užaugintus organus paremti, suteikiant mokiniams galimybę tyrinėti biologines struktūras ir biologiškai įkvėptas technologijas, prie kurių negalima prisijungti tradicinėje klasėje.

3.1 Kaip papildytoji realybė (AR) stiprina mokymąsi apie laboratorijoje užaugintus organus

Tokios temos kaip kamieninės ląstelės, audinių regeneracija ir organų sudėtingumas dažnai yra abstrakčios ir sunkiai įsivaizduojamos. AR padeda įveikti šiuos iššūkius, mokslines sąvokas paversdama apčiuopiama vizualine patirtimi.

Mokymamiesi papildytosios realybės (AR) pagalba, studentai gali:

- stebėti ląstelių ir audinių formavimąsi trimis matmenimis,
- tyrinėti sluoksniuotas organų struktūras, tokias kaip žmogaus širdis,
- suprasti kraujagyslių tinklą vaidmenį palaikant gyvus audinius,
- atpažinti skirtumą tarp gyvų audinių auginimo ir negyvų objektų spausdinimo.

Šis vizualinis ir interaktyvus požiūris padeda giliau suprasti sąvokas ir mažina kognityvinį perkrovą.

3.2 „Delightex Edu“ kaip papildytosios realybės (AR) mokymosi įrankis

„Delightex Edu“ puikiai tinka šiam moduliui, nes suteikia galimybę tyrinėti ir kurti saugioje edukacinėje aplinkoje.

Naudodamiesi „Delightex Edu“, mokiniai ir mokytojai gali:

- sąveikauti su jau paruoštais ląstelių, audinių ir organų 3D biologiniais modeliais,
- tyrinėkite AR scenas naudodami AR arba QR kodus be žymeklių,
- sekti vedamus mokymosi kelius be pažangių techninių įgūdžių,
- dirbti individualiai arba kartu su kitais specialistais atliekant AR pagrindu sukurtas užduotis.

Platforma leidžia besimokantiems aktyviai įsitraukti į turinį, stiprinant motyvaciją ir mokymosi atsakomybę.

Šiame skyriuje „Delightex Edu“ taip pat naudojama sisteminiam mokymuisi paremti taikant interaktyvius organų modelius, leidžiančius studentams tyrinėti, kaip struktūriniai komponentai sąveikauja, kad įgalintų arba apribotų organų funkcionalumą.





Siūlomas multimedijos šaltinis:

Norėdami iliustruoti, kaip papildytoji realybė gali būti naudojama žmogaus anatomijai tyrinėti trimis matmenimis, mokiniai gali peržiūrėti šį trumpą vaizdo įrašą, kuriame demonstruojamos „Delightex Edu“ žmogaus organų vizualizacijos. Šis šaltinis padeda suprasti organų struktūrą ir erdvinį ryšius, kurie yra labai svarbūs aptariant laboratorijoje užaugintus organus.

<https://www.facebook.com/delightexedu/videos/human-anatomy/715913087136373/>

3.3 Įtraukimo didinimas per žaidimo elementų panaudojimą ir sąveiką

Šiame skyriuje pateikiamos AR pagrindu atliekamos veiklos apima lengvus žaidimo elementus, kurie skatina įsitraukimą, kartu išlaikant dėmesį mokymuisi:

- Taškai ir ženkleliai už atliktas tyrinėjimo užduotis ir sprendimų priėmimo veiklą,
- Scenarijais pagrįsti iššūkiai, susiję su regeneracine medicina,
- Bendradarbiavimo diskusijos užduotys, kurių metu mokiniai lygina sprendimus ir rezultatus.

Žaidifikacija skatina dalyvavimą, refleksiją ir komandinį darbą, neblaškydama dėmesio nuo mokslinio turinio.

3.4 AR pagrįsta refleksija ir vertinimas

Papildytoji realybė taip pat palaiko formuojamąjį vertinimą ir refleksiją. Užuot pasikliaavę vien rašytiniais testais, mokiniai demonstruoja supratimą bendraudami ir diskutuodami.

Mokytojai gali įvertinti mokymąsi stebėdami:

- kaip mokiniai tyrinėja papildytosios realybės (AR) modelius,
- kaip jie paaiškina biologinius procesus ir iššūkius,
- kaip jie pagrindžia sprendimus etikos ir mokslo kontekste.

Šis metodas labiau vertina supratimą, samprotavimą ir taikymą, o ne įsiminimą.

Integruodamas papildytąją realybę per „Delightex Edu“, šis mokymosi modulis regeneracinę mediciną daro prieinamą, įtraukiantį ir aktualų. AR padeda giliau suprasti biologiškai įkvėptą organų augimą, stiprina ryšį tarp biologijos ir realaus pasaulio medicininių iššūkių ir skatina studentus kritiškai mąstyti apie laboratorijoje auginamų organų ateitį.





Išvados

Šis mokymosi modulis vedė mokinius per „Tyrinėk–Vykdok–Tobulink“ etapus, kad suprastų, kaip laboratorijoje auginami organai yra kuriami naudojant biologiškai įkvėptus gamtos principus. Mokiniai tyrinėjo natūralią regeneraciją ir kamieninių ląstelių biologiją, pritaikė šias žinias per papildytosios realybės (AR) palaikomas veiklas ir pagilino savo supratimą apie funkcionuojančios žmogaus širdies auginimo sudėtingumą. Papildytosios realybės įrankių, ypač „Delightex Edu“, naudojimas abstrakčias biologines ir technologines sąvokas padarė prieinamesnes ir įdomesnes. Susiejus regeneracinę mediciną su realaus pasaulio medicinos iššūkiais, modulis skatina mokinius apmąstyti organų spausdinimo galimybes ir apribojimus bei toliau tyrinėti būsimas biomedicinos mokslo inovacijas.

Fazė	Aprašymas
Tyrinėjimas	- Tyrimai ir atradimai: studentai tyrinėja, kaip gyvi organizmai natūraliai regeneruoja audinius ir kaip šie biologiniai procesai įkvėpia regeneracinę mediciną. Jie tyrinėja kamieninių ląstelių vaidmenį, audinių formavimąsi ir žmogaus organų sudėtingumą, daugiausia dėmesio skirdami tam, kodėl širdį ypač sunku atkurti.
	- Turinio kūrimas: Supažindinamos su pagrindinėmis sąvokomis, įskaitant natūralią regeneraciją, kamieninių ląstelių diferenciaciją, audinių organizaciją, bioįkvėpimą ir 3D biospausdinimo principus. Moksliniai paaiškinimai pagrįsti pavyzdžiais iš gamtos ir dabartinių biomedicininų tyrimų.
	- Poreikių analizė: Mokinių ankstesnės pagrindinės biologijos žinios (ląstelės, audiniai, organai) ir bendras supratimas apie sveikatą ir mediciną nustatomi užduodant patariamuosius klausimus ir diskutuojant. Tai užtikrina tinkamą pagrindą 14–18 metų mokiniams.
Taikymas	- Mokymo programos įgyvendinimas: studentai taiko teorines žinias per biologijos įkvėptas praktines veiklas, kurios parodo, kaip ląstelės formuoja audinius ir kodėl organai veikia kaip sudėtingos sistemos. Daugiausia dėmesio skiriama procesų, o ne techninių laboratorinių procedūrų supratimui.
	- Interaktyvūs pratimai: naudodamiesi „Delightex Edu“, mokiniai sąveikauja su kamieninių ląstelių, širdies anatomijos, kraujagyslių tinklų ir sluoksniuotų organų sistemų papildytosios realybės modeliais, tyrinėdami, kaip biologinės struktūros veikia kaip integruotos sistemos.
	Jie tyrinėja sluoksniuotas organų struktūras, lygina biologinį augimą su 3D spausdinimu ir atlieka sprendimus, pagrįstus scenarijus, susijusius su laboratorijoje auginamais organais.
Gilinimas	- Atsiliepiamų rinkimas: tiesioginis vaizdinis grįžtamasis ryšys teikiamas per papildytosios realybės (AR) sąveikas. Mokymasis sustiprinamas grupinės diskusijos, mokytojo vadovaujamos refleksijos ir bendraamžių atsiliepiamų teikimo veiklų metu ir po jų metu.
	- AR integracija: papildytoji realybė naudojama biologinėms struktūroms ir procesams, kurių negalima tiesiogiai stebėti klasėje, vizualizuoti. „Delightex Edu“ leidžia tyrinėti ląsteles, audinius ir organus AR be žymeklių, palaikydama įtraukų ir patirtinį mokymąsi.





- Interaktyvus mokymasis: mokiniai aktyviai tyrinėja, manipuliuoja ir analizuoja 3D modelius, skatindami tyrimais pagrįstą mokymąsi ir sisteminių mąstymą. AR palaiko eksperimentavimą, lyginimą ir apmąstymus apie realaus pasaulio biomedicininis iššūkius.

Žaidimo turinys:

- **Taškai ir ženkleliai.** Mokiniai renka taškus už atliktas tyrinėjimo užduotis ir gauna ženklelius, tokius kaip Audinių inžinierius arba Būsimasis gydytojas, už mokymosi etapų pasiekimą.

- **Lyderių lentelės.** Pasirinktinai grupėse sudarytos lyderių lentelės rodo kolektyvinę pažangą, skatindamos motyvaciją ir pabrėždamos bendradarbiavimą, o ne konkurenciją.

- **Užduotys ir lygiai.** Mokymosi veikla struktūrizuota kaip progresyvos užduotys, pereinant nuo ląstelių lygmens tyrinėjimo prie organų lygmens supratimo, didėjant sudėtingumui.

- **Atlygiai už tyrinėjimą.** Už išsamų tyrimą ir apgalvotą sprendimų priėmimą AR veikloje teikiami vaizdiniai apdovanojimai ir teigiamas grįžtamasis ryšys.

- **Bendradarbiavimo pagrindu sukurtos žaidimo užduotys.** Studentai dirba mažose grupėse, kad analizuotų scenarijus, aptartų iššūkius ir susitartų dėl sprendimų, susijusių su laboratorijoje auginamais organais ir etiniais aspektais.

AR pagrįsti vertinimai: Studentai demonstruoja supratimą sąveikaudami su papildytosios realybės modeliais, atlikdami užduotis ir aiškindami biologines bei technologines sąvokas. Vertinimas orientuotas į samprotavimus, žinių taikymą ir refleksiją, o ne į įsiminimą.





Literatūra

- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- Atala, A. (2018). *Regenerative medicine: From the laboratory to the clinic*. Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-10-3701-6>
- Dunleavy, M., & Dede, C. (2014). Augmented reality teaching and learning. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen, & M. J. Bishop (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 735–745). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_59
- European Medicines Agency. *Advanced therapy medicinal products (ATMPs)*. <https://www.ema.europa.eu/en/human-regulatory/overview/advanced-therapy-medicinal-products-overview>
- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109–123. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002>
- Murphy, S. V., & Atala, A. (2014). 3D bioprinting of tissues and organs. *Nature Biotechnology*, 32(8), 773–785. <https://doi.org/10.1038/nbt.2958>
- National Institutes of Health. *Stem cells: Basics*. <https://stemcells.nih.gov/info/basics>
- Yen, J., Weissburg, M. J., Helms, M., & Goel, A. K. (2014). *Biologically inspired design for education*. Cambridge University Press.
- Delightex Edu. *AR/VR platform for STEM education*. <https://www.delightex.com/edu>

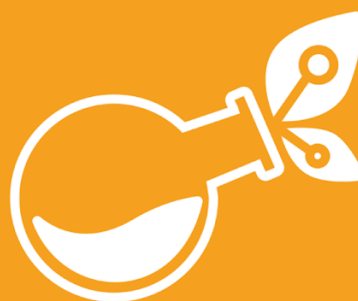
Kuriant šį mokymosi vienetą, turinio rengimui, tyrimų sintezei ir šaltinių medžiagos tvarkymui buvo naudojamos dirbtinio intelekto pagrindu sukurtos priemonės („ChatGPT“, „Perplexity AI“ ir „NotebookLM“):

- *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.