



Co-funded by
the European Union

40_Nanorobotai žmogaus organizme



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."

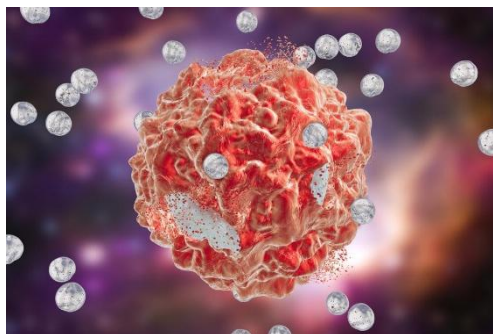




Turinys

Įvadas	3
Tyrinėkite:	5
Atlikite:	6
Tobulinkite:	7
Išvados:	8
Nuorodos	9





Bendroji mokymosi kelio tema	Nanorobotai žmogaus organizme
Konkretus mokymosi vieneto pavadinimas	<i>Kaip smulkios dalelės atneša didelius sprendimus</i>
Tikslinių naudotojų amžius	14-18 metų
Reikalavimai besimokančiajam	Pagrindinės ląstelės biologijos, chemijos (atomai, molekulės, medžiagos) žinios, smalsumas dėl modernios medicinos ir technologijų.
Mokymosi vieneto aprašymas	Šis vienetas supažindina mokinius su nanomedicinos sritimi, daugiausia dėmesio skiriant tam, kaip nanodalelės transportuoja vaistus per žmogaus organizmą. Besimokantieji pirmiausia tyrinės, kas yra nanodalelės, kaip jos elgiasi nanoskale ir kodėl jų saugus bei tikslus transportavimas yra vienas didžiausių iššūkių šiuolaikinėje medicinoje. Tada jie atliks interaktyvius užduotis AR laboratorijoje, imituodami nanodalelių kelionę per kraujotaką, kad pristatytų vaistus tikslinėms ląstelėms. Galiausiai jie pagilins savo supratimą apmąstydami realaus pasaulio taikymus, etinius klausimus ir būsimus nanomedicinos iššūkius. Tikslas – padaryti abstrakčią ir sudėtingą sritį prieinamą ir patrauklią, parodant, kaip mokslas mažiausioje skalėje gali išspręsti kai kuriuos didžiausius sveikatos priežiūros iššūkius.
Dalykas: dalyvaujančios šalys	- Dalykai: Biologija, Chemija, Sveikatos mokslai, INK/Skaitmeninis raštingumas, Etika. - Dalyvaujančios šalys: Mokiniai, mokytojai, galimi kvestiniai ekspertai (nanotechnologijų tyrėjai, sveikatos priežiūros specialistai).





Raktažodžiai	Nanodalelės, Nanotechnologijos, Nanomedicina, Vaistų transportavimas, Tikslinė terapija, Kraujosmeegenų barjeras, Regeneracinė medicina, AR mokymasis.
Pagrindinės įgyjamos kvalifikacijos, įgūdžiai ir žinios	• Nanodalelių apibrėžimas ir savybės. Nanomedicinos transportavimo organizme principai. • Realios pasaulio taikymo sritys (vakcinos, vėžio terapija, neurologinis gydymas). • Etiniai aspektai
Naudojami ištekliai ir didaktinės priemonės	NIH – Nanomedicina: Medicinos ateitis yra maža. Britų nanomedicinos draugija – Kas yra nanomedicina? TWI Global – Kas yra nanodalelės?
Vertinimo kriterijai ir vertinimas	Vertinimas apima žinias, įgūdžius, kūrybiškumą ir apmąstymus. Vertinimas yra tiek formatyvus (nuolatinis grįžtamasis ryšys AR veiklų ir diskusijų metu), tiek sumatyvus (galutinės prezentacijos, grupės ataskaitos ir AR pagrįstų vertinimų rezultatai).





Įvadas

Kiekvieną sekundę mūsų kraujotaka į visas organizmo dalis perneša deguonį, maistines medžiagas ir vaistus. Tačiau ne visi vaistai pasiekia tinkamą paskirties vietą. Pavyzdžiui, chemoterapijos vaistai dažnai cirkuliuoja visame organizme, atakuodami tiek sveikas, tiek vėžines ląsteles. Tai sukelia skausmingus šalutinius poveikius ir riboja gydymo veiksmingumą.

Dabar įsivaizduokite, kad vaistai galėtų keliauti kaip valdomos raketos: mažyčiai transporto priemonės, užprogramuotos pristatyti vaistus tik ten, kur jų reikia. Tai yra nanomedicinos, srities, kuri taiko nanotechnologijas (veikiančias milijardosios metro skalėje) sveikatos priežiūrai, pažadas. Nanodalelės gali būti suprojektuotos taip, kad judėtų per organizmą, išvengtų natūralių gynybos mechanizmų ir pristatytų gydymą tiesiai į sergančias ląsteles.

Šiame mokymosi vienetė mokiniai leis į kelionę po nematytą nanomedicinos pristatymo pasaulį. Pirma, jie tyrinės mokslo ir medicinos pagrindus nanoskaale, tada atliks interaktyvias misijas papildytosios realybės (AR) laboratorijoje, kurioje jie nukreips nanodaleles per žmogaus organizmą, ir galiausiai pagilins savo supratimą apmąstydami šios revoliucinės technologijos galimybes, iššūkius ir etiką.

Nanomedicina naudoja struktūras, kurios yra tokios mažos, kad tūkstantis jų, išrikiuotų iš eilės, būtų plonesnis už žmogaus plauką. Šiuo mastu medžiagos elgiasi neįprastai. Medicinai tai reiškia didžiulius pokyčius. Nanodalelės gali būti kuriamos kaip mažytės kapsulės vaistams nešti, taikantis į sergančias ląsteles daug tiksliau nei tradiciniais metodais.

Šios technologijos svarba slypi jos potenciale pakeisti ligų gydymo būdus: In **vėžio terapijoje**, nanodalelės gali atpažinti vėžio ląsteles ir chemoterapiją pristatyti tiesiai joms, tausodamos sveikus audinius.

In **neurologijoje**, kai kurios nanodalelės gali prasiskverbti pro kraujo-smegenų barjerą – natūralią užtvartą, kuri paprastai blokuoja daugumą vaistų, atveriant naujas galimybes gydyti smegenų ligas.





In **infekcinių ligų** srityje, nanomedicina jau naudojama kuriant mRNA vakcinas nuo COVID-19, kur lipidų nanodalelės apsaugo ir saugiai perneša jautrią genetinę medžiagą į ląsteles.

Išsprendus vaistų pristatymo problemą, nanomedicina ne tik žada efektyvesnius gydymo būdus, bet ir mažina kančias, minimalizuodama kenksmingą šalutinį poveikį.

Kas yra nanodalelės?

Nanodalelė yra itin mažytė dalelė, kurios dydis svyruoja nuo 1 iki 100 nanometrų. Jums suprasti: nanometras yra viena milijardoji metro dalis. Jei vieną žmogaus plauką supjaustytumėte į 100 000 dalių, vienas iš tų fragmentų būtų maždaug nanodalelės dydžio (TWI Global, 2023).

Šiuo mikroskopiniu mastu medžiagos dažnai elgiasi labai skirtingai nei jų didesnės, masyvesnės formos. Pavyzdžiui, auksas, kuris paprastai atrodo blizgus ir geltonas, sumažintas iki nanodalelių gali atrodyti raudonas ar violetinis dėl to, kaip jis sąveikauja su šviesa. Nanodalelės taip pat turi labai didelį paviršiaus ir tūrio santykį, todėl jos yra daug reaktyvesnės ir naudingesnės cheminėms, biologinėms bei technologinėms reikmėms (PNNL, 2023).

Medicinoje nanodalelės yra ypač svarbios. Jos veikia kaip mikroskopinės transporto priemonės vaistams. Mokslininkai gali jas suprojektuoti taip, kad jos:

- saugiai keliautų kraujotaka,
- būtų nesunaikintos imuninės sistemos,
- specifiškai prisitvirtintų prie sergančių ląstelių (pvz., vėžio ląstelių) ir
- kontroliuojamai išleistų vaistus tik ligos židinyje.

Ši gebėjimas taip tiksliai pristatyti gydymą paverčia nanodaleles nanomedicinos pagrindu. Pavyzdžiui, lipidų nanodalelės buvo būtinos pernešant jautrią mRNA, naudojamą COVID-19 vakcinose. Panašiai,





mokslininkai tiria nanodaleles, kurios gali prasiskverbti pro kraujo-smegenų barjerą, atveriant naujas galimybes gydyti neurologines ligas ([NIH, 2022](#)).

Tyrinėjimas

Pirmas žingsnis mūsų kelionėje – suprasti pagrindus.

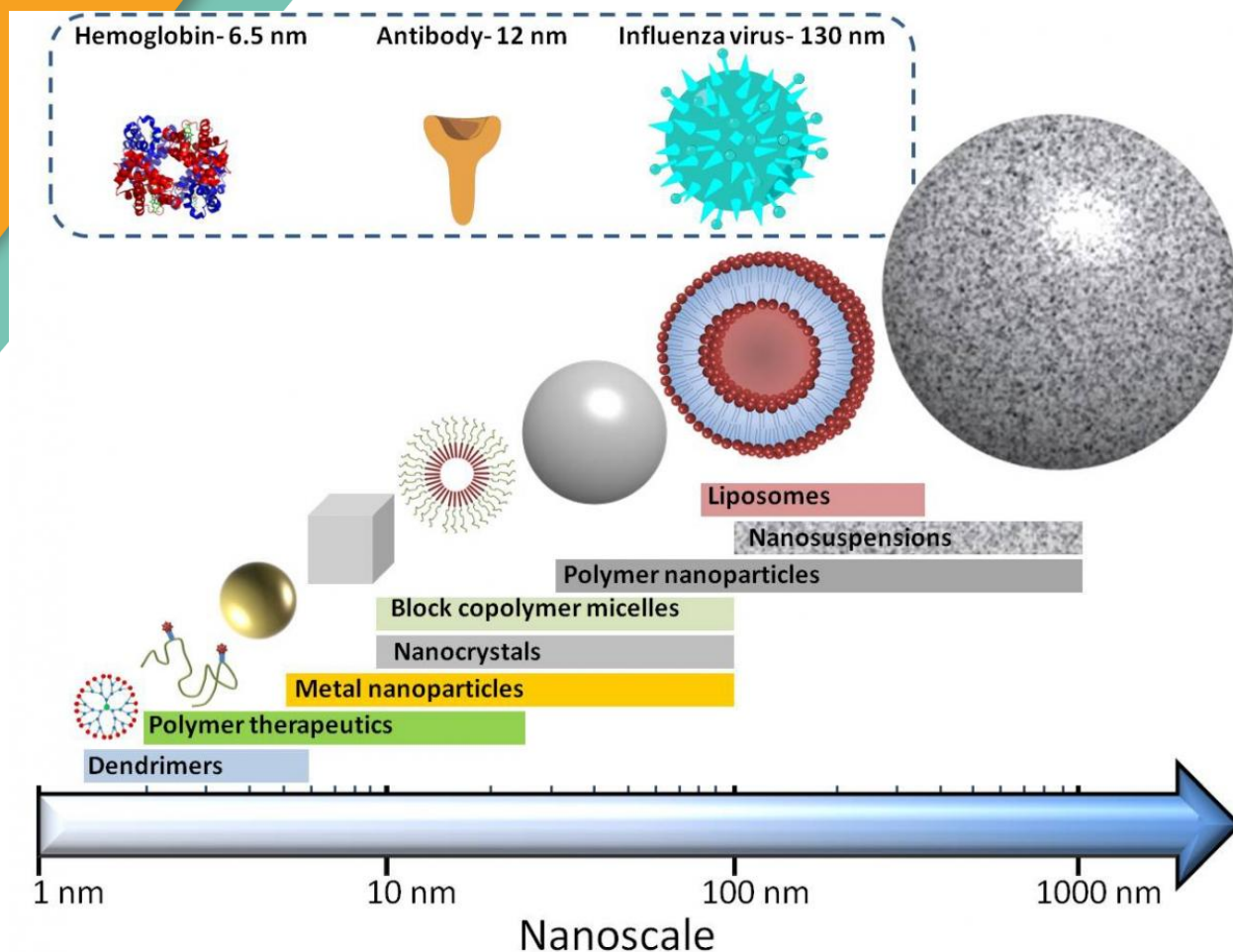
Studentai supažindinami su koncepcija, kad dauguma organizmo ląstelių yra specializuotos: odos ląstelės apsaugo, raumenų ląstelės susitraukia, o nervų ląstelės perduoda signalus. Kamieninės ląstelės, priešingai, iš pradžių yra bendrininkės. Jos panašios į tuščius statybinius blokus, kurie gali daugintis arba transformuotis į specializuotas ląsteles, kai to reikia.

Yra trys pagrindiniai kamieninių ląstelių tipai. Embrioninės kamieninės ląstelės yra pluripotentinės, o tai reiškia, kad jos gali tapti bet kokio tipo žmogaus kūno ląstelėmis. Suaugusiųjų kamieninės ląstelės, pavyzdžiui, randamos kaulų čiulpu, yra labiau ribotos, bet vis tiek būtinos pažeistiems audiniams atnaujinti ir taisyti. Tada yra indukuotos pluripotentinės kamieninės ląstelės (iPSC) – revoliucinis Shinya Yamanaka ir Kazutoshi Takahashi atradimas 2006 m., kai normalios suaugusiųjų ląstelės yra „perprogramuojamos“, kad veiktų kaip embrioninės ląstelės (Takahashi & Yamanaka, 2006).

Studentai taip pat nagrinėja, kaip šios ląstelės jau naudojamos medicinoje. Kaulų čiulpų transplantacija gelbsti pacientus, sergančius kraujo vėžiu, tokiu kaip leukemija. Ragenaus kamieninės ląstelės grąžina regėjimą žmonėms su pažeistomis akimis (NIH, 2022). O Mayo klinikos mokslininkai tiria, kaip kamieninės ląstelės gali taisyti pažeistą širdies audinį (Mayo Clinic, 2023).

Šiame etape studentai įgyja esminių žinių: kamieninės ląstelės yra gamtos taisymo sistema, o žmonija pradeda mokytis jas naudoti.





1 pav. – Šaltinis: Britų nanomedicinos draugija

Taikymas

Kai pagrindas yra paruoštas, studentai pereina prie vykdymo fazės, kurioje jie eksperimentuoja, kaip iš tikrųjų veikia nanomedicinos transportas.

AR laboratorijoje jie virtualiai susitraukia iki nanodalelės dydžio ir patenka į imituojamą kraujotaką. Jų misija: pristatyti gyvybę gelbstintį vaistą į naviko vietą. Pakeliui jie turi vengti imuninių ląstelių, kurios bando juos sunaikinti, naršyti kraujagyslėmis ir rasti būdą įveikti ląstelių membranas bei išlaisvinti savo krovinį.

AR sistema veikia kaip vadovas, siūlydama išsamias instrukcijas ir vizualius paaiškinimus apie kiekvieną kelionės etapą. Studentai mato, kaip skirtingi





dizainai, pavyzdžiui, nanodalelių dengimas „nematomomis“ molekulėmis, kad jos paslėptų nuo imuninės sistemos, veikia jų sėkmę.

Šie interaktyvūs pratimai įkvėpti gamtos bio-inspiracijos. Lygiai taip pat, kaip virusai evoliucionavo, kad efektyviai patektų į ląsteles, nanomedicinos inžinieriai imituoja šias strategijas geram tikslui. Studentai skatinami apmąstyti: kaip gamta transportuoja molekules ir ko mes galime iš jos pasimokyti?

Už papildytos realybės ribų, paprasti klasės užsiėmimai sustiprina pamoką. Pavyzdžiui, karoliukai ir gelis gali būti naudojami modeliuojant nanodaleles, judančias per barjerus, padedant studentams susieti abstrakčias idėjas su apčiuopiamomis patirtimis.

Grįžtamasis ryšys yra įtrauktas į procesą. Papildytos realybės programos iškart parodo, ar vaistas pasiekė tikslą. Studentai savo apmąstymus įrašo skaitmeniniuose laboratorijos žurnaluose, o grupinės diskusijos leidžia jiems dalintis strategijomis ir lyginti rezultatus.

Gilinimas

Paskutinis etapas peržengia praktiką link apmąstymų ir vaizduotės. Čia papildyta realybė tampa ne tik simuliacijos, bet ir kritinio mąstymo įrankiu. Studentai tyrinėja nanotechnologijų scenarijus. Kai kurie pavyzdžiai, skatinantys mokymąsi, yra:

Ar įmanoma sukurti nanodaleles, kurios išlaisvina vaistus tik tada, kai jos susiduria su rūgštine naviko aplinka?

- Kaip nanomedicina galėtų išspręsti vaistų pristatymo per kraujosmegečių barjerą problemą?
- Kokios etinės problemos kyla, jei galime sukurti daleles, kurios organizme cirkuliuoja mėnesius ar metus?

AR įrankiai daro šias abstrakčias problemas matomas, paversdami jas interaktyviais galvosūkiu. Studentai manipuliuoja nanodalelėmis, koreguoja jų savybes ir iškart mato pasekmes.





Žaidybinimas gilina įsitraukimą: per šiuos užsiėmimus studentai ne tik **supranta, kaip veikia nanomedicinos transportas**, bet ir apmąsto jos poveikį, apribojimus bei ateities galimybes.

- taškai ir ženkleliai apdovanoja sėkmingai įvykdytas misijas.
- Lyderių lentelės skatina bendradarbiavimą ir draugišką konkurenciją.
- Misijos atveria palaipsniui sudėtingesnius iššūkius, nuo vieno organo gydymo iki vaistų pristatymo kelioms sistemoms.

Grupinės užduotys reikalauja, kad studentai dirbtų kartu, kurdami nanodaleles skirtingoms ligoms.

Išvados

Iki šio skyriaus pabaigos studentai keliavo kraujagyslėmis, patyrė vaistų pristatymo nanoskale iššūkius ir apmąstė, kodėl transportas yra pagrindinis nanomedicinos klausimas.

Jie tyrinėjo nanodalelių mokslo pagrindus, atliko praktines misijas, atspindinčias realius medicininius iššūkius, ir patobulino savo mokymąsi su AR bei žaidybinimu, kurie padarė nematytus procesus matomus ir patrauklius.

Svarbiausia, kad jie susiejo mokslą su visuomene, suprasdami, kaip nanomedicina galėtų formuoti sveikatos priežiūros ateitį, siūlydama tikslesnius, efektyvesnius ir humaniškesnius gydymo būdus.

Etapas	Aprašymas
Tyrinėjimas	- Tyrimai ir atradimai: Šiame pirmajame etape studentai supažindinami su pasauliu, kuriame yra nanodalelės ir jų elgesiu nanoskale. Jie atranda, kad nanodalelė matuojama tarp 1 ir 100 nanometrų, dydžio, tokio mažo, kad plaukas yra 100 000 nanometrų storio. Studentai sužino, kad medicinoje nanodalelės veikia kaip mikroskopiniai kurjeriai. Jos sukurtos judėti kraujagysle, išvengti imuninės sistemos ir pristatyti gydymą tik ten, kur jo reikia, pavyzdžiui, tiesiai į





	vėžio ląstelę. Jie taip pat nagrinėja realius pavyzdžius: lipidų nanodaleles COVID-19 vakcinose, liposomas, naudojamas chemoterapijoje, ir aukso nanodaleles, kurios bandomos sunaikinti navikus šiluma.
	- Turinio kūrimas: Turinys pateikiamas derinant trumpus vaizdo įrašus, diagramas ir paprastas analogijas. Pavyzdžiui, kraujotaka lyginama su judria greitkelio, o nanodalelės veikia kaip mažyčiai pristatymo sunkvežimiai, gabenantys trapius siuntinius. Studentai tyrinėja kliūtis, su kuriomis susiduria šie sunkvežimiai: imuninės sistemos ląstelės veikia kaip policija, kraujo-smegenų barjeras yra kaip patikros punktas, o sergančios ląstelės yra pristatymo adresai. Tai užtikrina, kad besimokantieji suprastų pagrindines sąvokas: • Kas yra nanodalelės. • Kodėl jų efektyvus transportavimas yra pagrindinis nanomedicinos iššūkis. • Kaip jos jau keičia mediciną.
	- Poreikių analizė: Studentams šiame lygyje dažnai kyla sunkumų su abstrakčiais masteliais, tokiais kaip nanometras. Jiems reikia vizualinių priemonių ir interaktyvių demonstracijų, kad susidarytų intuiciją. Jiems taip pat reikia aiškiai suprasti, <i>kodėl</i> vaistų transportavimas yra svarbus, kad mokslas atrodytų susijęs su realiais žmonių sveikatos problemomis. Tai paruošia juos gilesniam, praktiniam įsitraukimui kitame etape.
Taikymas	- Mokymo programos įgyvendinimas: Studentai patenka į virtualią AR laboratoriją, kur jie yra „sumažinami“ iki nanoskales ir patalpinami į kraujotaką. Jų misija yra saugiai transportuoti vaistus į tikslinę vietą, įveikiant kliūtis pakeliui.
	- Interaktyvūs pratimai: : Naviguokite nanodaleles per kraujagysles, vengdami imuninių ląstelių, kurios bando jas pašalinti.
	- Atsiliepimų rinkimas: Atsiliepimai pateikiami trimis lygiais: 1. AR sistema: Momentiniai atsakymai apie tai, ar misija pavyko, ar nepavyko. 2. Mokytojo stebėjimas: Komandinio darbo, strategijos ir problemų sprendimo metodų stebėjimas. 3. Studentų refleksija: Rezultatų fiksavimas skaitmeniniame laboratorijos žurnale, strategijų lyginimas per diskusijas su bendraamžiais.
Gilinimas	- AR integracija: AR tampa ne tik simuliacija, bet ir problemų sprendimo aplinka. Studentai manipuliuoja nanodalelių dizainu: ar turėtų jie padengti ją „paslėpta“ danga, kad išvengtų imuninių ląstelių? Ar ji turėtų išleisti vaistus tik tam tikromis pH sąlygomis, kaip navike? AR leidžia besimokantiems eksperimentuoti ir iškart matyti rezultatus, kurių būtų neįmanoma pastebėti tikroje klasėje.
	- Interaktyvus mokymasis: Studentai apmąsto taikomąsias programas ir pasekmes. Tai skatina kritinį mąstymą ir jungia mokslą su visuomene.





	Žaidybinis turinys: Taškai ir ženkleliai: Suteikiami už kiekvieną sėkmingą misiją. Lyderių lentelės: Rodo grupės rezultatus ir skatina draugišką konkurenciją. Užuominos ir lygiai: Studentai pereina nuo paprastų pristatymo užduočių prie sudėtingų, kelių organų iššūkių. Apdovanojimai už tyrinėjimus: Papildomas pripažinimas už novatoriškas strategijas arba pavyzdžių susiejimas su dabartiniais tyrimais. Bendri žaidybiniai uždaviniai: Komandos kuria ir testuoja nanodaleles skirtingoms ligoms, reikalaujant derybų ir bendradarbiavimo.
	Vertinimai, pagrįsti AR: Galutinis vertinimas apima AR našumą, laboratorinius žurnalus, grupines prezentacijas ir etinius debatus.

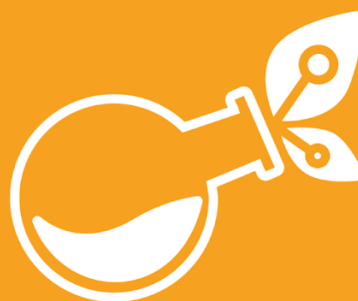
Nuorodos

- Didžiosios Britanijos nanomedicinos draugija. (2023). Kas yra nanomedicina? Atsisiųsta iš: <https://www.britishsocietynanomedicine.org/what-is-nanomedicine>
- Nacionaliniai sveikatos institutai (NIH). (2022). Nanomedicina: Medicinos ateitis yra maža. Atsisiųsta iš: <https://www.nih.gov/research-training/nanomedicine>
- TWI Global. (2023). Kas yra nanodalelės? Atsisiųsta iš: <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-are-nanoparticles>
- PNNL – Ramiojo vandenyno šiaurės vakarų nacionalinė laboratorija. (2023). Nanomedžiagos paaiškintos. Atsisiųsta iš: <https://www.pnnl.gov/explainer-articles/nanomaterials>





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.