



Sisteminis požiūris į *STEAM* ugdymo taikymą mokyklose

TECHNOLOGIJŲ TAIKYMO MOKYKLOJE GAIRĖS

Autoriai: David Segarra, Belén López, Laura Rubio, Rafael Marín (FCRi).
Bendradarbiaujant su Antoni Chaquet López, Joan Fonollosa, Álex Ortiz, Eduard Margelí, Víctor López, Marcel Costa, Víctor Grau, Silvia Zurita, Jordi Díaz-Marcos.

Bendrai finansuojama pagal
Europos Sąjungos programą
„Erasmus+“



Šio leidinio turinys neatspindi oficialios Švietimo mainų paramos fondo, Europos Sąjungos ar jos institucijų nuomonės. Atsakomybė už šiame leidinyje pateiktą informaciją bei išreiškiamą požiūrį tenka leidinio autoriams.

Turinys

ĮVADAS	3
Bendrosios kryptys: STEAM projektų taikymas klasėje	4
Tyrinėjimais grįstas ugdymas	5
PROGRAMAVIMAS	6
ROBOTIKA	8
VIRTUALIOS IR NUOTOLINĖS LABORATORIJOS	10
MOKOMIEJI VAIZDO ŽAIDIMAI	12
MAŽAI KAINUOJANTYS EKSPERIMENTAI	14
3D SPAUSDINIMAS	16
OPTIKA IR FOTONIKA	18
NANOTECHNOLOGIJOS	20



ĮVADAS

Vadinamosios STEAM disciplinos (gamtos mokslai, technologijos, inžinerija, menai ir matematika) suteikia unikalią galimybę įtraukti mokinius į procesus, atkartojančius mokslinę veiklą: tyrinėjimą, eksperimentavimą, modeliavimą, argumentavimą ir kt. Dalyvavimas visuose šiuose praktiniuose mokslinių tyrimų procesuose padeda mokiniams suprasti, kaip kuriamos mokslinės žinios ir parodoma, kad holistinis požiūris yra būtinas veiksmingam mokslo ir technologijų ugdymui.

Šiame vadove aprašomos tokiam mokymosi kontekstui tinkamos technologijos. Prie kiekvienos pateikiami patarimai ir praktiniai pavyzdžiai kaip jas galima naudoti klasėje, taip pat atkreipimas dėmesys, ką svarbu žinoti prieš pradėdant jas taikyti.

Šis vadovas yra dokumento *Šiuolaikinių STEM technologijų analizė ir jų galimas pritaikymas klasėje* tęsinys. Abu dokumentai, parengti pagal sySTEAM projektą (finansuojamą pagal Europos Komisijos programą *Erasmus+*) ir yra vienas kitą papildantys.



Bendrosios kryptys: STEAM projektų taikymas klasėje

Šiose gairėse yra nurodytos įvairios klasėje taikomos technologijos ir apibūdinami jų ypatumai. Nors kiekviena iš jų yra unikali, visoms galima pritaikyti tam tikrus bendrus bruožus. Šiame įvade pateikiamos pagrindinės mokymo rekomendacijos, padedančios sėkmingai dirbti su STEAM disciplinomis. Šios rekomendacijos taip pat yra pritaikomos darbui su kitomis technologijomis.

Mokymo rekomendacijos:

Pritaikykite klasę. Mokiniam reikės tinkamos erdvės darbui su eksperimentais, dalytis idėjomis komandose, rašyti ir (arba) diskutuoti. Atsižvelgiant į mokslinių tyrimų projektus, taip pat turi būti suteikiamos reikalingos medžiagos. Daugeliu atvejų, šios medžiagos yra nebrangios arba jas galima rasti mokyklos laboratorijose, o sudėtingesniems eksperimentams atlikti yra galimybė naudoti simulatorius arba virtualias laboratorijas.

Formuluokite tinkamus klausimus. Mokytojai turi pasirūpinti, kad mokymo klausimai (nepriklausomai nuo to, ar juos kelia mokiniai ar patys mokytojai) skatintų mokinius gilinti savo samprotavimus. Reikėtų vengti klausimų, į kuriuos galima atsakyti paprastais apibrėžimais. Be to, klasėje būtina palaikyti atmosferą, kurioje kiekvienas gali reikšti savo nuomonę ir atsakyti į klausimus nebijodami klysti.

Įvertinkite jau turimas mokinių žinias. Mokiniai jau gali turėti kažkiek žinių apie tam tikrus reiškinius, bet tos žinios gali būti neteisingos arba nepakankamos. Šioje situacijoje mokytojų užduotis – įvertinti, papildyti ir atstatyti mokinių žinias, kad jos moksliskai būtų tikslesnės. Todėl gera mintis yra pradėti kiekvieną naują klasės projektą su diskusija apie tai, ką mokiniai galvoja apie tą problemą, kurią ruošiasi tirti. Taip pat rekomenduojama prašyti mokinių nupiešti modelius arba parašyti paaiškinimus, kaip, jų manymu, veikia tam tikras reiškinys.

Organizuokite grupinius debatus. Tokiu būdu mokiniai gali pasidalinti savo idėjomis, apsvarstyti kitas idėjas ir mokytis iš savo klasės draugų. Šie debatai neturėtų būti vykdomi spontaniškai, juose turėtų būti pritaikomos žinios iš ankstesnio mokymosi apie debatų kultūrą. Mokiniai turi iš anksto būti supažindinti su tokiais įgūdžiais, kaip kalbėjimo laiko laikymasis, kelių sekundžių pagalvojimas prieš atsakant, tinkamiausios argumento išraiškos pasirinkimas ar išvadų darymas. Mokytojai turėtų būti debatų tarpininkai arba moderatoriai, tačiau jie taip pat turėtų suteikti mokiniams šiek tiek laisvės diskutuoti tarpusavyje.

Ištobulinkite galutinius „produktus“. „Produktais“ galima laikyti laboratorinius užrašus, eksperimento protokolus, žodinius pristatymus ir / arba plakatus. Mokytojai mokiniams turėtų pateikti įvairių „produktų“ pavyzdžių, kurie būtų naudojami kaip modeliai. Vertindami „produktus“ mokytojai turėtų nesutelkti per daug dėmesio į rašybos klaidas ar prastą sintaksę, o konstruktyviais komentarais padėti mokiniams pagerinti jų argumentaciją.



Tyrinėjimais grįstas ugdymas

Vienas dažniausiai rekomenduojamu ugdymo metodų, siekiant sėkmingai perteikti STEAM dalykus mokiniams, yra tyrinėjimais grįstas ugdymas (angl. Inquiry-based science education, IBSE), kuris padeda mokiniams iš tikrųjų suprasti, ką jie mokosi. Tyrinėjimais grįstas ugdymas padeda išvengti paviršutiniško mokymosi, kurį skatina informacijos ir sąvokų mokymasis mintinai.

Tyrimai rodo, kad mokiniai nuo ankstyvo amžiaus aktyviai domisi juos supančiu pasauliu ir, kad mokiniai geba formuluoti paaiškinimus apie reiškinius, kuriuos jie mato kasdieniame gyvenime. Tyrinėjimais grįstas ugdymas stiprina tokį domėjimąsi ir teisingai suplanuotomis veiklomis padeda formuoti mokinių spontaniškus supratimus į mokliškai tikslesnius paaiškinimus.

Šis metodas leidžia mokiniams dirbti kaip mokslininkams, užuot tiesiog mokantis iš jau sukurtų mokslo produktų. Kaip žmogus išmoksta gaminti gamindamas ar įgyja socialinių įgūdžių būdamas kartu su žmonėmis, lygiai taip pat gebėjimas atlikti mokslinius tyrimus geriausiai ugdomas atliekant mokslinius tyrimus. Mokiniai turi tirti, daryti išvadas ir galiausiai gebėti pristatyti tai, ką išmoko.

Tam, kad pasiektų šiuos tikslus, mokytojai turi stengtis suprasti mokinių interesus, jų turimą patirtį bei juos supantį kontekstą. Tai būtina, siekiant planuoti tokias veiklas ir patirtis, kurios atitinka jų žinių lygį, juos motyvuoja ir skatina galvoti apie juos supančius reiškinius.

Bendrieji pastebėjimai apie tyrinėjimais grįstą ugdymą:

Tiesioginė patirtis yra svarbi. Mokiniams turėtų būti leidžiama tiesiogiai patirti fenomeną, apie kurį jie mokosi. Mokymosi tyrimai rodo, kad už mokyklos ribų mokiniai mokosi ir kuria savo suvokimą pagal tai, kas juos supa aplink. Tas pats turėtų vykti ir klasėje: skirtingi eksperimentai turėtų palengvinti jų turimų idėjų kritinį vertinimą ir naujų klausimų formavimą.

Klausimai yra pradžios taškas. Mokiniai turi suprasti, kad jų mokslinių tyrimų pradinis taškas turėtų būti klausimas. Vienas iš būdų juos motyvuoti ir įtraukti į tyrimą yra suteikti jiems galimybę tą klausimą iškelti patiems. Tokiu būdu mokymasis bus prasmingesnis.

Reikia mokytis įvairių įgūdžių. Tam, kad atliktų tyrimą, mokiniai turi sugebėti stebėti reiškinius, užduoti klausimus, prognozuoti, planuoti eksperimentus, analizuoti informaciją ir formuluoti įrodymais paremtus teiginius. Mokytojų užduotis – vadovauti mokiniams viso šio proceso metu.

Daugiau nei paprastas eksperimentavimas. Gamtos mokslų pamokos neturėtų būti tik apie praktinį eksperimentų vykdymą, o labiau turėtų skatinti mokinius reflektuoti ir diskutuoti apie tai, kas gaunama tų eksperimentų metu.

Naudokite antrinius informacijos šaltinius. Tyrimais grįstame ugdyme, išskyrus tiesioginių eksperimentų metu, būtina ieškoti informacijos skirtinguose šaltiniuose. Mokiniai gali skaityti knygas, naršyti internete ar tartis su ekspertais tam, kad surastų informaciją, reikalingą jų eksperimentui.

Mokslas yra veikla, grindžiama bendradarbiavimu. Mokiniai turėtų dirbti mažose grupelėse tam, kad galėtų dalintis idėjomis, diskutuoti ir mąstyti, visai kaip tai daro profesionalūs mokslininkai. Mokytojai turi formuoti subalansuotas ir linkusias bendradarbiauti grupeles tam, kad būtų skatinama kiekvienam mokiniui, prisidedančiam pagal savo gebėjimus, palanki darbo atmosfera.



PROGRAMAVIMAS

Programavimas negali būti tik technologijų ar inžinerijos sritis... Ugdymas turėtų būti organizuojamas taip, kad mokiniai visose disciplinose galėtų mokytis programavimo.

Tikslai

Informatinis mąstymas neseniai pelnė savo vietą ugdymo planuose ir yra įtrauktas į tokius išsilavinimo standartus, kaip JAV nacionalinės tyrimų tarybos Naujos kartos bendrojo ugdymo standartai. Taip yra dėl to, kad programavimas mokiniams yra labiau priemonė, padedanti dalyvauti procesuose, analogiškuose mokslinei veiklai, nei tikslas išmokti tam tikrų programavimo kalbų. Programavimas klasėje padeda mokiniams:

- gebėti kurti juos supančių reiškinų modelius, pasitelkiant abstrakčias koncepcijas;
- įgyti problemų sprendimo įgūdžių;
- ugdyti kūrybingumą ir vaizduotę;
- mokytis skirtingų programavimo kalbų, pavyzdžiui, *Scratch* arba *Processing*.

Patarimai, kaip naudoti programavimą klasėje

Nepriklausomai nuo to, ar programavimas naudojamas klasėje kaip priemonė ar kaip tikslas, ekspertų patarimai dažnai yra tokie pat:

- **Atskirkite programavimo kalbos mokymąsi nuo mokslinės medžiagos, kurią reikia išmokti.** Mokiniai turi įgyti pagrindinių programavimo įgūdžių prieš galėdami juos taikyti naujai išmoktai medžiagai. Mokytojai gali paraginti mokinius suprogramuoti vaizdo žaidimus ar animacijas, kuriose bendrauja skirtingi veikėjai. Tokia užduotis juos motyvuotų ir tuo pat metu padėtų suprasti, kaip veikia programinė įranga.
- **Medžiagą dėstykite po truputį papildydami.** Jeigu mokiniams reikia suprogramuoti tam tikrą gamtos reiškinio modelį, jie turėtų pradėti nuo paprastų procesų, pavyzdžiui, vandens stiklinės šildymo saulės šviesoje. Po to galima užduoti sudėtingesnius procesus, tokius kaip elektros paskirstymas iš Van der Graafo generatoriaus. Be to, jei veikla siekiama išmokyti mokinius apie skirtingų programavimo kalbų veikimą, jie turėtų pradėti nuo paprastų užduočių, kuriose nereikia atlikti daug nurodymų. Tokiu būdu mokiniai, įgyvendindami nurodymus, galėtų žingsnis po žingsnio priprasti prie programavimo kalbų.
- **Naudokite kelias sritis apimančius įrankius.** Programavimas negali būti atskirtas nuo technologijų ar inžinerijos. Tai kelias sritis apimanti disciplina, paliečianti visus dalykus. Ugdymas turėtų būti organizuojamas taip, kad mokiniai galėtų mokytis programavimo visuose dalykuose.
- **Naudokite įrankį taip, kad būtų skatinamas įvairiapusis požiūris.** Programavimas leidžia kiekvienam mokiniui dirbti savarankiškai, tai reiškia, kad kiekvienas gali mokytis ir dirbti savo tempu. Todėl planuojant veiklą svarbu nusistatyti aiškius tikslus, turint omeny tai, kad mokiniai visada turės pradėti nuo savo modelio struktūrizavimo popieriuje. Pavyzdžiui, programuojant



žaidimą ypač svarbu, kad taisyklės būtų aiškios nuo pat pradžių. Kuriant animaciją programuotojai turi susikurti eskizą, o aiškinant natūralų reiškinį būtina žinoti, kokie veiksniai atlieka tam tikrą vaidmenį.

Svarbu žinoti prieš pradėdant taikyti

Pirmiausiai mokytojai turi žinoti ir įvaldyti programinę įrangą, kuri naudojama programavimui. Patartina išbandyti kelias skirtingas programines įrangas, kad pamatytumėte, kokias funkcijas kiekviena iš jų turi. Paprasčiausios, kurias gali naudoti mokiniai, yra *Scratch* (nėra būtina žinoti programavimo kalbą), *Processing* (su *Java* pagrįsta sintakse, bet įkandama pradėdantiesiems) arba *Scratch* adaptacija, vadinama *Arduino* (programavimui robotikoje). Visos jos yra atvirojo kodo ir įperkamos bet kuriai mokyklai.

Antra, mokytojai turi stebėti mokinių nusivylimą, kad galėtų rasti tinkamą pusiausvyrą tarp instrukcinio mokymo ir savarankiško mokymosi. Mokytojai turėtų stengtis įsikišti tik tada, kai mokiniams prireikia jų pagalbos. Iš pradžių visi mokiniai gali dirbti su ta pačia veikla, o tada išsiskirstyti pagal savo tikslus. Programavimas neturi tapti kliūtimi, modeliuojant tam tikrą fenomeną.

Galiausiai, STEAM paradigma iš pradžių gali patraukti tik tam tikro profilio mokinių (berniukus augančius tam tikroje aplinkoje ar besidominčius mokslu), todėl mokytojo iššūkis – vienodai įtraukti visus mokinius. Vienas iš būdų tai padaryti yra susieti programavimo veiklą su įvairiomis sritimis ir socialinėmis problemomis.

Šaltiniai

Computing at School: svetainė, skirta skatinti programavimą klasėse. Joje yra virtuali bendruomenė, kuri suteikia išteklius ir instrukcijas (<http://www.computingatschool.org.uk/>)

Processing: programinės įrangos apdorojimo svetainė su jų naudojimo instrukcijomis, gairėmis ir pavyzdžiais (<https://processing.org/>)

Scratch mokytojams: mokytojų puslapyje yra instrukcijos, gairės ir galimybės su mokiniams dirbti internete (<https://scratch.mit.edu/educators/>)

Brennan, K., Resnick, M. (2012). New Frameworks for Studying and Assessing the Development of Computational Thinking. In: *Annual Meeting of the American Educational Research Association* Vancouver: American Educational Research Association, pp. 1–25.

Wagh, A., Cook-Whitt, K., Wilensky, U. (2017), Bridging Inquiry-based Science and Constructionism: Exploring the Alignment Between Students Tinkering with Code of Computational Models and Goals of Inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 54, pp. 615–641.

Praktiniai pavyzdžiai

Scratch instrukcijos: vaizdo instrukcijos su skirtingais žaidimų ir animacijų kūrimo pavyzdžiais (<https://scratch.mit.edu/help/videos/>)

BBC moko informatikos: BBC tinklalapis, kuriame yra informacijos, padedančios paaiškinti tam tikras programavimo koncepcijas pagrindinės mokyklos mokiniams (<https://www.bbc.com/education/subjects/zvc9q6f>)



ROBOTIKA

Ekspertai rekomenduoja planuoti ir atlikti prasmingą veiklą, kuri įteigia mokiniams, kad moderni inžinerija paprastai yra tarpdisciplininio pobūdžio ir ja siekiama spręsti socialines problemas ir poreikius.

Tikslai

Kadangi robotika reikalauja kurti ir įgyvendinti idėją, tai yra kelias sritis apimanti disciplina, grindžiama inžinerijos, matematikos, fizikos, elektronikos, programavimo ir dizaino dalykais. Tai yra gera galimybė dirbti ties įvairiais ugdymo aspektais:

- Norint abstrakčias idėjas paversti realybe ir padaryti jas geriau suprantamas mokiniams;
- Norint skatinti mokinių savarankiškumą ir gebėjimą spręsti problemas;
- Norint sužadinti mokinių domėjimąsi mokslu ir technologijoms;
- Norint skatinti mokinių darbą grupėse ir pagerinti klasės ryšį.

Be to, darbas robotikoje yra grindžiamas holistiniu požiūriu, kadangi veiklos tikslas yra sukurti įrenginį, kuris tenkina tam tikrus poreikius arba pagerina esamą įrankį. Todėl mokiniai turi sąmoningai sieti save su savo aplinka.

Patarimai, kaip naudoti robotiką klasėje:

Robotikos naudojimas klasėje turėtų būti grindžiamas holistinio ir tyrinėjimais grįsto ugdymo poreikiu, atsižvelgiant į šiuos aspektus:

- **Veiklas sunkinkite palaipsniui.** Nors robotikos tikslas yra sukurti objektą, kurį visi mokiniai turi įsivaizduoti tam, kad išspręstų realiai kylančias problemas, mokiniams reikės tam tikrų, ypač programavimo srities, pagrindų. Ekspertai rekomenduoja su labai paprastais nurodymais pakartoti nedideles užduotis tam, kad mokiniai suvoktų ryšį tarp programavimo ir robotikos, ir įgytų žinių, kurių jiems reikės kuriant jų pačių įrenginį.
- **Formuokite darbo grupes.** Sėkminga pažanga robotikoje labai priklauso nuo to, ar mokytojas gebės paskirstyti savo mokinius į nehomogeniškas (skirtingų įgūdžių ir gebėjimų) grupes. Jei tai pavyksta, mokiniams bus lengviau atlikti užduotį. Tokios grupės sėkmingiau galės išnaudoti skirtingas mokinių stiprybes. Maksimalus rekomenduojamas mokinių skaičius grupėje – 4.
- **Reikalaukite galutinių produktų.** Be paties roboto, projektais grindžiamą veiklą turėtų lydėti: projekto ataskaita, kurioje būtų išsamiai aprašomi technologiniai procesai, žodinis pristatymas prieš likusią grupės dalį (pavyzdžiui, mokslo mugėje ar įsivaizduojamo prototipo pardavimo metu) ir prezentacijos vaizdo įrašas, kurio metu parodomas roboto veikimas (tai yra idealus pasirinkimas tuo atveju, jei kažkas nepavyksta ir tinkamai neveikia per gyvą prezentaciją).
- **Įvertinkite visus projekto aspektus.** Be to, kad būtų vertinamas galutinis robotikos projektas (nesvarbu, ar robotas veikia, ar ne) turėtų būti įvertinti ir kiti aspektai, įskaitant grupės koordinavimą ir kiekvieno mokinio individualų įsitraukimą. Mokiniai taip pat turėtų turėti galimybę vertinti kitus projektus, ar netgi balsuoti už geriausią.



- **Užtikrinkite, kad veiklos būtų prasmingos.** Ekspertai rekomenduoja planuoti ir atlikti prasmingą veiklą, kuri įteigia mokiniams, kad moderni inžinerija paprastai yra tarpdisciplininio pobūdžio ir ja siekiama spręsti socialines problemas ir poreikius. Pedagogai gali organizuoti vizitus į universitetus, inžinerines mokyklas, bendroves, startuolius ar technologines muges.

Svarbu žinoti prieš pradėdant taikyti

Nors robotikos veikla iš pradžių gali pasirodyti sudėtinga ir gali trukti pasitikėjimo savimi, ekspertai ragina mokytojus neatsisakyti eksperimentavimo su šia veikla pamokose. Tęstinis profesinis augimas galėtų padėti. Be to, mokytojai gali būti motyvuoti tuo, kad robotika skatina iniciatyvumą ir yra patraukli, ji palengvina bendrą mokytojų ir mokinių mokymąsi.

Nereikia didelių techninių reikalavimų robotikai įgyvendinti ir tai palengvina jos naudojimą klasėje. Būtinoms priemonėms yra: kompiuteriai (pageidautina nešiojamieji tam, kad mokiniai nebūtų pririšti prie vietos ir būtų galima lengvai keisti klasės išdėstymą), prie kompiuterių prijungtos robotų plokštės ir priemonės, kurias mokiniai naudodami savo projektus.

Mokiniai privalo turėti minimalius programavimo įgūdžius, reikalingus naudotis programine įranga. Šie įgūdžiai gali būti ugdomi privalomuose užsiėmimuose arba lygiagrečiai su kitomis disciplinomis. Pavyzdžiui, *Arduino* programos darbo žinios yra naudingos, nes dėl savo paprastumo programa yra vienas iš labiausiai rekomenduojamų įrankių pradiniam darbui su robotika klasėje.

Šaltiniai

Arduino: svetainė, kurioje galima rasti *Arduino* programinės įrangos taikymo būdus ugdymo procese (<https://www.arduino.cc/en/Main/Education>)

Lego League: robotų varžybos, kurios motyvuoja mokinius rasti išeišis dabartinio pasaulio problemoms, pavyzdžiui, rūšivimui, maisto saugai ar energijos šaltiniams (<http://www.firstlegoleague.org>).

RiE 2017: 8-ojo tarptautinio kongreso robotikos švietime tema svetainė (<http://rie2017.info/>)

Sterling, L. (2015) Five Reasons to Teach Robotics in Schools, *The Conversation*, [online] Prieiga per internetą: <http://theconversation.com/five-reasons-to-teach-robotics-in-schools-49357>.

Praktiniai pavyzdžiai

Hackster: bendruomenė, skirta mokytis naudojimosi *Arduino* programine įranga, kurioje pateikiami praktiniai pavyzdžiai (<https://www.hackster.io/arduino/projects>)

RoboESL: Europos projektas, kuris naudoja robotiką siekiant mažinti ankstyvą pasitraukimą iš švietimo (<http://roboesl.eu/>)

Blog S4A: praktiniai pavyzdžiai ir įvairaus sudėtingumo robotikos projektai naudojant *Scratch for Arduino* (<http://blog.s4a.cat/>)

Botball: projektas, kurio tikslas yra skatinti robotikos taikymą klasėje dalyvaujant robotų konkurse (<http://www.botball.org/>).



VIRTUALIOS IR NUOTOLINĖS LABORATORIJOS

Virtualių ir nuotolinių laboratorijų taikymo klasėje būdai – nuo nedidelių simuliacijų iki realių duomenų rinkimo iš mokslinių tyrimų centrų, tokių kaip Europos branduolinių mokslinių tyrimų organizacija (CERN).

Tikslai

Virtualios laboratorijos, simulatoriai ir nuotolinės laboratorijos klasėje turi skirtingus tikslus:

- Sudaryti palankesnes sąlygas eksperimentams ir praktikoms, kurios paprastai negali būti atliekamos mokyklų laboratorijose dėl įrangos trūkumo;
- Atlikti eksperimentus be jokios rizikos, taip sumažinant mokinių baimę klysti;
- Padėti iliustruoti reiškinius ar struktūras, kurias pristatyti tradiciniais metodais, pavyzdžiui, ant rašymo lentos, sunku;
- Fizinės laboratorijos negali būti visiškai pakeistos virtualiomis, šie du įrankiai papildo vienas kitą.

Virtualios ir nuotolinės laboratorijos gali būti naudojamos įvairiose mokslo ir technikos disciplinose: fizikoje, chemijoje, biologijoje, technologijose (inžinerijoje) ir matematikoje, tačiau jų panaudojimo galimybės šiose disciplinose nėra vienodos. Pavyzdžiui, yra daugiau galimybių virtualias ir nuotolines laboratorijas pritaikyti fizikoje nei matematikoje. Šie įrankiai taip pat gali būti pasitelkti bet kuriuo ugdymo proceso metu.

Taigi, tokia technologija yra puikiai suderinta su STEAM metodologija – ji leidžia mokiniams dalyvauti moksliniame procese, padaro pamokas malonesnėmis ir linksmesnėmis bei leidžia mokiniams patirti didesnę veiklos klasėje įvairovę.

Patarimai, kaip klasėje naudoti virtualias ir nuotolines laboratorijas:

Virtualių ir nuotolinių laboratorijų taikymo klasėje būdai – nuo nedidelių simuliacijų iki realių duomenų rinkimo iš mokslinių tyrimų centrų, tokių kaip Europos branduolinių mokslinių tyrimų organizacija (CERN). Taigi, yra daugybė įvairiausių įrankių ir kiekvienas pasirinkimas gali pareikalauti konkretaus pritaikymo. Mokytojai turėtų nepamiršti šių patarimų:

- **Planuokite paprastas veiklas su aiškiais tikslais.** Mokiniai pasieks geriausių rezultatų naudodami šias technologijas tada, kai veiklos yra paprastos, o tikslai – aiškūs. Tai reiškia, kad nors mokiniai gali dirbti savarankiškai, gairės ir nurodymai turi būti lengvai suprantami, kad mokinių smalsumą būtų galima laisvai tirti ir kad jie galėtų suprasti, kodėl reikia vykdyti sistematizuotus mokslinius tyrimus.
- **Stebėkite veiklas.** Nors ekspertai ir rekomenduoja nekontroliuoti viso proceso, mokytojai veiklos metu jam vadovauja. Laikas nuo laiko mokytojai turėtų pristabdyti veiklą tam, kad mokiniai pasidalintų sunkumais, su kuriais susiduria, ir aptartų padarytą progresą. Priešingu atveju mokiniai gali paprasčiausiai žaisti su simuliacijomis jų tinkamai nenaudodami.
- **Kurkite rezultatus.** Sukurti galutinį darbo produktą yra būtina. Tai galėtų būti ataskaita apie praktinę eksperimento dalį arba klausimų lapas apie mokslinį procesą, ties kuriuo klasė tuo



metu dirba. Pavyzdžiui, mokiniai gali atsakyti į kelis pradinis klausimus, sukurti hipotezę arba parašyti eksperimento išvadas.

- **Naudokite technologijas tinkamai.** Virtualios ir nuotolinės laboratorijos turėtų būti naudojamos tik tada, kai jos tikrai būtinos, pavyzdžiui, atliekant eksperimentą, kurio negalima atlikti mokykloje, nes tam trūksta tinkamų išteklių. Tokios simuliacijos turėtų papildyti realius eksperimentus, o ne juos pakeisti.

Svarbu žinoti prieš pradėdant taikyti

Būtinai geras interneto ryšys, kompiuteriai ar planšetės, skirtos mokiniams (bent po vieną porai). Tai palengvina šios technologijos naudojimą bet kurioje mokyklos klasėje.

Mokytojai turi turėti pakankamai laiko tam, kad galėtų tinkamai planuoti ir kurti veiklas bei išvengti improvizacijos. Norint naudoti *GoLab* virtualias laboratorijas, reikia pagrindinių darbo su *Graasp* įrankių žinių.

GoLab laboratorijos yra puiki mokymo aplinka, kuri suteikia iš anksto užprogramuotas ir lengvai pritaikomas pamokas, tačiau kartais pageidautina jas pritaikyti prie mokinių savybių ir jų konteksto.

Šaltiniai

Kolorado universiteto simuliatoriai (<https://phet.colorado.edu/>)

Go-Lab projektas: gerai išvystyta mokymo aplinka su laboratorijoms visame pasaulyje, įvairios funkcijos ir galimybės dalintis ir pritaikyti mokytojų sukurtas veiklas (<https://www.golabz.eu/>)

Scientix: Europos mokslo švietimo bendruomenė: išteklių ir virtualių ir nuotolinių laboratorijų pavyzdžiai (<http://blog.scientix.eu/2015/08/virtual-laboratories-in-teaching-and-learning-science/>)

ChemCollective: virtualios laboratorijos, skirtos chemijos mokymui (<http://chemcollective.org/home>)

Vozniuk, A. (2017). Enhancing social media platforms for educational and humanitarian knowledge sharing: analytics, privacy, discovery, and delivery aspects. [pdf] Lausanne (Switzerland): École Polytechnique Fédérale de Lausanne.

Praktiniai pavyzdžiai

Faulkes Telescope Project: robotų teleskopų tinklas, kuris leidžia klasėje vizualizuoti tikrus astronominius vaizdus. Jame taip pat pateikiami susijusių veiklų pavyzdžiai (<http://www.faulkes-telescope.com/>)

Galaxy Crash: galaktikų susiliejimų simuliatorius, kuriame galima palyginti mokinių sukurtas prognozes (<https://www.golabz.eu/lab/galaxy-crash>)

Vcise: Drosophila Melanogaster genetinis eksperimentas arba virtuali laboratorija, kurioje taikant paprastųjų vaisinių muselių genetinį principą stebimi paveldimumo modelių modifikacijos rezultatai (<https://www.golabz.eu/lab/vcise-Drosophila-melanogaster-genetics-experiment>)



MOKOMIEJI VAIZDO ŽAIDIMAI

...vaizdo žaidimai turėtų būti naudojami ne tik motyvuoti ir įtraukti mokinius pamokų metu, bet ir mokiniams imituoti kontekstą, kuriame dirba mokslininkai ir inžinieriai.

Tikslai

Gamtos mokslų, matematikos ir technologijų pamokose gali būti naudojami įvairių tipų vaizdo žaidimai, įskaitant arkadinius, *sandbox* tipo, viktorinas, strateginius žaidimus, simuliacijas ir tikslinės praktikos žaidimus. Jų ugdomoji vertė priklauso nuo to, kiek dėmesio jiems skiriama. Ekspertai skirsto vaizdo žaidimus į tuos, kuriais siekiama pagerinti klasės dinamiką ir tuos, kurie sutelkia dėmesį į mokslinių veiklų atlikimą.

STEAM sferoje mokiniai gali naudoti vaizdo žaidimus tam, kad sužinotų, kaip vykdyti mokslinę veiklą, t. y. praktikuoti tris mokslinės praktikos aspektus: modeliavimą, tyrimą ir argumentavimą.

Be to, vaizdo žaidimai turėtų būti naudojami ne tik motyvuoti ir įtraukti mokinius pamokų metu, bet ir mokiniams imituoti kontekstą, kuriame dirba mokslininkai ir inžinieriai.

Nenuvertinant kitų rūšių vaizdo žaidimų vertės, tie, kurie yra labiausiai suderinti su naujomis tendencijomis ugdyme yra žaidimai, kurie kelia mąstymo iššūkį. Mokiniai turi išspręsti problemas kurdami modelį ar paaiškinimą, dažnai tai darydami įgyjant naujų įgūdžių. Į žaidimus integruotos atlygio sistemos imituoja socialinį mokslinės praktikos kontekstą.

Patarimai mokomųjų vaizdo žaidimų naudojimui klasėje:

- **Pagalvokite, kada ugdymo procese pristatysite vaizdo žaidimą.** Įvairūs esami vaizdo žaidimai leidžia mokytojams naudoti skirtingus žaidimų tipus darbui su skirtingais moksliniais aspektais. Taigi, mokytojo užduotis – teisingai suplanuoti vaizdo žaidimų naudojimą, kad jis užimtų prasmingą mokymosi proceso dalį nepriklausomai nuo to, ar žaidimai naudojami tyrinėjimui, aptarimui ar žinių taikymui.
- **Užtikrinkite paprastą pradžią.** Visi mokiniai turi gebėti įvaldyti bent dalį vaizdo žaidimo, o mokytojas turi palengvinti pažangą sudėtingesniuose etapuose. Yra vaizdo žaidimų, kurie leidžia žaidėjams tobulėti per skirtingus lygius, kadangi žaidėjai įgyja įgūdžių spręsdami sudėtingesnius modelius arba rasdami sudėtingesnius atsakymus ir paaiškinimus.
- **Derinkite skaitmenines ir fizines veiklas.** Iš didaktikos tyrimų matyti, kad mokiniai, naudodamiesi tik internetinėmis technologijomis arba skaitmeninėmis priemonėmis, mokosi mažiau nei tada, kai veikla suderinta su fizinėmis veiklomis, pvz., popieriumi, pieštuku ar praktiniais eksperimentais.



Svarbu žinoti prieš pradėdant taikyti

Mokytojai turėtų atsižvelgti į aspektus, susijusius su pačiais vaizdo žaidimais, ir į veiklos tikslus:

- **Naudokite atlygius.** Nors vaizdo žaidimo tikslas yra su kažkuo varžytis, atlygiai negali būti priskiriami tik tradicinei mokymo paradigmai. Gali būti kuriamos strategijos, kuriomis atkuriamos žmonių, kurie atlieka tyrimus, sąlygos. Pavyzdžiui, pereinant vis daugiau žaidimo lygių, žaidėjai gali laimėti papildomų taškų už kuriuos galėtų įsigyti realių išteklių mokyklos laboratorijai.
- **Sunkinkite sprendimus.** Žaidėjai neturėtų galėti laimėti vaizdo žaidimą naudodami paprastą interneto paiešką, vietoj to, jie galėtų pateikti sudėtingus atsakymus, kurie vestų į kitus klausimus.
- **Nesusitelkite į griežtumą.** Mokiniai turėtų galėti daryti pažangą vaizdo žaidime nenaudodami specialios kalbos ar žinių. Svarbiau, kad jie galėtų suformuoti ir susieti idėjas, nei žinoti tam tikrą žodyną.
- **Atsižvelkite į ankstesnį mokinių išsilavinimą.** Mokiniai dažnai galvoja apie galimus sprendimus, kurie neretai yra neteisingi ar dviprasmiški, todėl vaizdo žaidimas turėtų padėti performuluoti šias idėjas.

Yra daug skaitmeninių platformų, kuriose yra skirtingi vaizdo žaidimai, iš kurių daugelis gali būti žaidžiami internete. Taip palengvinamas jų naudojimas bet kokioje mokyklos erdvėje, kur mokiniai turi prieigą prie interneto ryšio ir kompiuterio.

Šaltiniai

Brain Pop: interneto svetainė, skirta skaitmeniniams švietimo įrankiams. Joje pateikiami įvairūs ištekliai, pavyzdžiui, vaizdo žaidimai ir simuliacijos, kurios yra suskirstytos pagal temas. Visi ištekliai pateikiami kartu su mokymo pasiūlymais ir papildoma medžiaga (<https://www.brainpop.com/>)

Physics Games: įvairaus sudėtingumo žaidimai susiję su fizika (<http://www.physicsgames.net/>)

Dragon Box: svetainė, kurioje yra skirtingų internetinių žaidimų, skirtų kompiuteriams ir mobiliems įrenginiams. Žaidimus galima atsisiųsti už mokestį (<https://dragonbox.com/>)

Funbrain: svetainė be šimtų mokomųjų vaizdo žaidimų siūlo ir knygas, komiksus, ir vaizdo įrašus darbui su matematika ir problemų sprendimu bei kitomis veiklomis (<https://www.funbrain.com/>)

Praktiniai pavyzdžiai

Bridge Builder (Physics Games): vaizdo žaidimas, kuriame žaidėjai turi veikti taip, tarsi jie būtų inžinieriai, projektuojantys ir statantys tiltą tam, kad sunkvežimis galėtų atvykti į savo paskirties vietą (http://www.physicsgames.net/game/Bridge_Builder.html)

Guts and Bolts: vaizdo žaidimas, kuriame žaidėjai žaidžia keliuose ekranuose tam, kad sukurtų anatinį modelį, susijusį su kraujotaka, kvėpavimo ir virškinimo sistemomis (<https://www.brainpop.com/games/gutsandbolts/>)

Geniverse Lab: žaidimas, kuris leidžia mokiniams pasinerti į genetikos ir paveldimumo tyrimus šeriant ir tiriant virtualius drakonus (<https://learn.concord.org/geniverse>)



MAŽAI KAINUOJANTYS EKSPERIMENTAI

Mažai kainuojantys eksperimentai gali būti atliekami iš bet kurio dalyko perspektyvos ir gali būti taikomi bet kuriuo ugdymo proceso metu.

Tikslai

Yra du pagrindiniai tikslai, naudojant šią techniką klasėje: pirmas – užsiimti moksline veikla (tyrimu ir eksperimentavimu), turint omenyje tai, kad eksperimentai yra lengvai atliekami, užima mažai vietos, nekainuoja daug ir gali būti atliekami namuose. Antrasis tikslas – įtraukti mokinius ir skatinti juos praktikuoti mokslinę veiklą.

Tačiau, kiekvienas eksperimentas turėtų turėti savo konkrečius tikslus, kurie suformuotų norimas veiklas. Toks projektavimas daugiau ar mažiau susietų mažai kainuojantį eksperimentavimą su skirtingomis mokslo ir technikos disciplinomis.

Mažai kainuojantys eksperimentai gali būti atliekami iš bet kurio dalyko perspektyvos ir gali būti taikomi bet kuriuo ugdymo proceso metu. Pamokos pradžioje šie eksperimentai gali būti naudojami siekiant suformuoti hipotezes apie tam tikrą reiškinį ar žadinti mokinių smalsumą. Eksperimentai taip pat gali atsidurti pamokos viduryje tam, kad vaikai iširtų, kas vyksta arba prognozuotų, kas nutiks. Pamokos pabaigoje eksperimentai gali būti atliekami paaiškinus tam tikrą mokymo programos dalį, paprašant mokinių paaiškinti mažai kainuojančių eksperimentų rezultatus įgytomis žiniomis.

Pats mažai kainuojančių eksperimentų atlikimas nemoko mokinių elgtis kaip mokslininkų. Su tuo susijusi mokytojo užduotis – padėti mokiniams išmokti šių įgūdžių tinkamai kuriant veiklas susijusias su eksperimentu. Vietoj to, kad pateiktų klasei iš anksto paruoštą ataskaitos šabloną, mokytojai turėtų skatinti mokinius kelti klausimus *kaip ir kodėl kažkas veikia*.

Patarimai, kaip naudoti mažai kainuojančius eksperimentus klasėje

- **„Užsimotyvuokite“.** Mokytojai turi būti motyvuoti atlikti šiuos eksperimentus nebijodami nesėkmių. Tai gali būti skatinama mokymais, per kuriuos mokomasi naujų eksperimentų. Taip pat galima studijuoti internetinius šaltinius mažai kainuojančių eksperimentų tema.
- **Normuokite eksperimentų naudojimą.** Kartais mokiniai nuolat prašo atlikti eksperimentus, tačiau mokytojai turėtų juos naudoti tik tam, kad pasiektų iš anksto numatytų mokymosi tikslų.
- **Kurkite aiškias veiklas.** Tam, kad mokiniai priprastų praktikuoti mokslinę veiklą, veikla turėtų būti sukurta labai aiškiai ir turi apimti įvairius etapus, kaip hipotezė, išvados, patvirtinimas ir pan.
- **Stenkitės erdves padaryti lanksčias.** Nors šių eksperimentų atlikimui nėra didelių techninių reikalavimų, kabinetai turėtų būti lankstūs, kad būtų galima pritaikyti erdvę eksperimento poreikiams (stalai ir kėdės nepritvirtintos prie grindų). Dalis eksperimentų gali būti atliekami lauke.



Svarbu žinoti prieš pradėdant taikyti

Mažai kainuojantys eksperimentai atliekami ne internete ir, nors kiekvienas eksperimentas yra susijęs su skirtingo lygio interpretacija, kuri priklauso nuo turinio, su kuriuo buvo dirbama, sudėtingumu, tokie eksperimentai gali būti taikomi bet kuriuo ugdymo metu.

- **Atlikite bandomuosius eksperimentus.** Ekspertai rekomenduoja mokytojams išbandyti eksperimentą prieš jį atliekant klasėje su mokiniais.
- **Atlikite juos dažnai.** Tokio tipo eksperimentai turėtų būti atliekami reguliariai tam, kad mokiniai tobulintų reikalingus įpročius ir suprastų normas, kurios ilgainiui leis jiems dirbti savarankiškai. Mokiniai turėtų dirbti mažose grupelėse nuo 2 iki 4 žmonių.
- **Sukurkite tinkamą veiklą seką.** Mažai kainuojantys eksperimentai turėtų ne tik atkartoti mokytojų paruoštą ataskaitos šabloną, bet ir palengvinti prasmingą mokymąsi – eksperimentai turėtų paskatinti mokinius apmąstyti, kaip atlikti tam tikrą demonstraciją.
- **Kurkite „produktus“.** Svarbu, kad mokiniai pildytų skaitmeninius arba popierinius užrašus, kur jie mąstytų apie eksperimentą – tokiu būdu būtų išvengiama eksperimentavimo suvokimo tik kaip paprasto žaidimo. Galutinių „produktų“ skaičius gali būti bet koks: nuo užduoties su uždarais klausimais iki laboratorijos užrašų, kuriuose aprašyti visi eksperimento žingsniai.
- **Atlikite galutinį įvertinimą.** Galutinis vertinimas turėtų būti atliekamas dviem tikslais: pirmiausiai turėtų būti įvertintas mokinio supratimas ir akademinė pažanga, o tada turėtų būti nustatyta, ar eksperimentas veikia. Ekspertai rekomenduoja paprašyti mokinių įvertinti eksperimentus, atliktus ugdymo dalyko metu. Tokiu būdu mokytojai gali gauti labai vertingą grįžtamąjį ryšį, kuris leis jiems sužinoti, ar tam tikri aspektai arba mokinių požiūris į eksperimentą turėtų būti pakeistas.

Šaltiniai

Poppe, N., Markic, S, Eilks, I. *Low cost experimental techniques for science education (2010)*. [pdf] TEMPUS, European Commission. Prieiga per internetą: http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/salis_zusatz/material_pdf/lab_guide_low_cost_experiments_englisch.pdf [žiūrėta 2018 m. gegužę].

Praktiniai pavyzdžiai

Microecol: begalė informacijos ir mažai kainuojančių chemijos eksperimentų pavyzdžiai (<https://www.microchem.de/>)

Science Kids from New Zealand: mokslo ir technologijų eksperimentų vaizdo įrašai, skirti paaugliams (<http://www.sciencekids.co.nz/videos/experiments.html>)



3D SPAUSDINIMAS

Ekspertai rekomenduoja turėti 3D spausdintuvą klasėje tam, kad pritaikant platesnį veiklų ir projektų matymą, būtų galima įgalinti bendradarbiavimą tarp skirtingų sričių.

Tikslai

Potencialus 3D spausdinimo, kaip įrankio STEAM ugdymui, panaudojimas yra didžiulis, kadangi ši technologija leidžia susieti skirtingas disciplinas, įskaitant technologijas, matematiką, meninę raišką, biologiją ar chemiją. Tačiau mokytojai turi suprasti, kad pagrindinis šios veiklos tikslas turi būti objekto, kurį mokiniai vėliau atspausdins, projektavimas. Tokiu būdu mokiniai:

- atliepia tam tikrą poreikį, įskaitant ir pasiūlytą mokytojo (pvz., sukurti dekoratyvinį objektą kambariui, dalyvauti konkurse, kuriam reikia kurti daiktus, susijusius su mokykla, arba pasigaminti dalių, reikalingų robotui ar kitam elektroniniam įtaisui sukonstruoti);
- išbando savo dizainų įgyvendinamumą, nes dažnai mokiniai yra linkę suprojektuoti tokius objektus, kurių 3D spausdintuvai negali atspausdinti. Tai išbandydami jie sužinos, kaip techniniai apribojimai daro įtaką inžinerijos ar mokslinių tyrimų projektams;
- išmoksta gaminti modelius, nes jie turi išreikšti savo idėjas ir, naudodami tinkamą programinę įrangą, padaryti brėžinius.

Dėl visų šių priežasčių ekspertai, su kuriais konsultuotasi, sutinka, kad 3D spausdinimas yra geras įrankis mokslo ir technologijų mokymui klasėje.

Patarimai, kaip naudoti 3D spausdinimą klasėje:

- **Supažindinkite mokinius su projektavimo programine įranga.** Mokiniai su programine įranga, tokia kaip *Scratch*, skirta projektuoti objektus, kurie bus spausdinami, turėtų pradėti pažindintis ankstyvajame pagrindinės mokyklos etape. Ugdymo turinio tęstinumas turėtų užtikrinti, kad mokiniai laikui bėgant savo žinias plėstų, o jų poreikiai atitiktų spausdinamus objektus.
- **Apsiimkite vadovo vaidmenį.** Mokytojai yra atsakingi už veiklų, skatinančių mokinius ir ugdančių jų savarankiškumą, siūlymą, tuo pačiu metu analizuojant, ar pateikti projektai yra perspektyvūs ir ar jie atitinka pamokos tikslus. Kai kurios klaidos turi būti leidžiamos tam, kad mokiniai, atspausdinę dizainą, galėtų suprasti padarytas klaidas.
- **Pajvairinkite veiklą.** Ekspertai siūlo praktiškai įgyvendinti įvairią su nusimatytais tikslais susijusią veiklą. Tai gali būti tokios veiklos, kaip konkursai, kur laimėtojai, kurie išrenkami klasės draugų remiantis atliktu dizainu, gauna galimybę atspausdinti objektą, kurį vėliau palieka mokyklai. Kita galimybė galėtų būti spausdinti dalį didesnio robotikos projekto. Taip pat galima pritaikyti 3D spausdinimą darbui kartu su kitomis disciplinomis, pavyzdžiui, matematika, vizualizuojant arba apskaičiuojant geometrines figūras.
- **Taikykite tiek individualų darbą, tiek darbą grupėse.** Pradiniais projekto etapais mokiniai turėtų pradėti dirbti vieni tam, kad susipažintų su programine įranga. Vėliau užduotimis paremta veikla ir sudėtingesni darbai gali būti atliekami poromis, o didesniems projektams yra geriau



grupės po 4 arba 5 žmonės, nes tada mokiniai gali dalintis idėjomis ir išnaudoti stipriąsias puses.

Svarbu žinoti prieš pradėdant taikyti

3D spausdintuvai yra trapūs ir brangūs įrenginiai: mokiniai neturėtų būti atsakingi už jų priežiūrą, nors mokytojai ir galėtų mokiniams vadovauti prižiūrint spausdintuvus. Veiklą su 3D spausdintuvais tikslas – mokinių dalyvavimas procese prieš spausdintuvų naudojimą, bet ne mintinas mechanikos ir spausdintuvo funkcijų mokymasis. Tačiau, tam, kad mokiniai pilnai dalyvautų procese, mokytojai gali paprašyti, kad mokiniai atliktų failų perkėlimą į spausdintuvą.

Nors 3D spausdintuvų panaudojimas daugiausiai gali būti pritaikomas dalykam, susijusiems su inžinerijos ir technologijų sritimis, kitų dalykų mokytojai taip pat galėtų juos panaudoti savo veiklose.

Galų gale, atsižvelgiant į daugiau techninių aspektų, mokytojai turėtų laikytis kelių atsargumo priemonių, pavyzdžiui, naudoti tinkamą plastiką skirtingų rūšių spausdintuvams ir išvengti smūgių ar šiurkščių judesių, kurie sukelia spausdinimo disbalansą.

Šaltiniai

Create Education: svetainė, siūlanti galimybes 3D spausdinimo taikymui klasėje, tiek pradinėje, tiek pagrindinėje mokykloje (<https://www.createeducation.com/resources-landing/>)

3D spausdintuvai mokyklose: panaudojimas ugdymo plane: Britų Vyriausybės pranešimas apie tyrimą, pristatantį 3D spausdintuvų panaudojimą dvidešimt vienoje mokykloje (<https://www.gov.uk/government/publications/3d-printers-in-schools-uses-in-the-curriculum>).

Praktiniai pavyzdžiai

Molekulės kūrimo projektas biologijos pamokoms (<https://ultimaker.com/en/resources/50531-ap-biology-capstone-project>)

Šachmatų žaidimo kūrimas 3D erdvėje (<https://ultimaker.com/en/resources/50520-checkmake-3d-printed-chess-set>)

Antspaudo ir keraminės dėžutės kūrimas 3D erdvėje (<https://ultimaker.com/en/resources/50534-3d-printed-pattern-stamp-ceramic-box>)

3D siluety kūrimas naudojant „Photoshop“ (<https://ultimaker.com/en/resources/50530-creating-a-3d-silhouette-using-photoshop>)



OPTIKA IR FOTONIKA

Šviesos reiškinių sudėtingumas lemia tai, kad mokiniai turi patys eksperimentuoti su jo savybėmis ir turi turėti galimybę kurti savo modelius.

Tikslai

Nors šviesa yra energijos išraiška, suteikianti daugiausiai informacijos apie mus supančią aplinką, dauguma žmonių turi klaidingą supratimą apie jos kilmę. Šis faktas nestebina, nes šviesa yra sudėtingas reiškinys, kurį sunku suprasti. Ji turi fizinius parametrus, kurie stipriai pralenkė žmogaus suvokimo galimybes. Pasak ekspertų, net mokykloje suvokimo apie šviesą buvo mokoma neteisingai.

Taigi, pagrindinis tikslas atliekant optikos ir fotonikos eksperimentus – pagerinti mokinių supratimą apie šviesą ir jos savybes. Tai reiškia, kad mokiniai turėtų gauti išsamius šviesos, kaip bangų ir kaip korposkulinio fenomeno, apibūdinimus, kurie paaiškina jų ryšį su šviesa tiek detaliai, tiek apibendrintai. Todėl pirmoji užduotis turėtų būti išaiškinti ankstesnius reiškinius, dėl kurių mokiniai gali abejoti: lūžį, absorbciją, dispersiją, difrakciją ar fotonus, nepamirštant ir kitų reiškinių.

Mokiniai turėtų išmokti paaiškinti kasdienes reiškinius, išsiaiškinti, kokį šviesos modelį jie taikys (geometrinį, bangų ar kvantinį) priklausomai nuo jų analizuojamo atvejo. Tokiu būdu, daugelis intuityvių ir galbūt klaidingų idėjų, kurias galėjo turėti mokiniai, gali būti ištaisytos.

Šviesos reiškinių sudėtingumas lemia tai, kad mokiniai turi patys eksperimentuoti su jo savybėmis ir turi turėti galimybę kurti savo modelius.

Patarimai, kaip naudoti optiką ir fotoniką klasėje

Ugdymo turinys apie optiką turėtų būti pritaikytas atsižvelgiant į mokinių pažinimo lygį kiekviename ugdymo etape. Pavyzdžiui, ankstyvosiose pagrindinės mokyklos klasėse mokytojai gali dirbti su šviesos, kaip energijos šaltinio, suvokimu (emisija, atspindžiu, lūžiu, absorbcija ir aptikimu), o su idėja, kad šviesa yra bangų reiškinys, taip pat ir su geometrine bei kvantine optika, mokinius galima supažindinti pagrindinio ugdymo pabaigoje. Ekspertų rekomendacijos mokytojams:

- **Atlikite mažus tiriamuosius projektus apie reiškinį, kurį mokysitės.** Atsižvelgiant į išsilavinimo lygį, tai gali būti tokie paprasti projektai, kaip mokinių akinių skirtumų nagrinėjimas arba automobilių šoninių veidrodžių formos analizavimas. Sudėtingesniems eksperimentams galima pasitelkti virtualias laboratorijas ir simulatorius (pavyzdžiui, darbui su šviesos šaltiniais, spindulių schemomis, lūžio ir refleksijos dėsniais, regos mechanizmais ar poliarizuota šviesa). Tokie eksperimentai turi būti atliekami remiantis kasdieniais reiškiniais, egzistuojančiais mokinių gyvenime tam, kad jie galėtų geriau suvokti čia pat esančius reiškinius.
- **Atsižvelkite į tai, ką sakote.** Kadangi ankstesnės mokinių idėjos dažnai skiriasi nuo mokslinės vizijos, jų paaiškinimuose gali būti mokyti trukdančių kalbos klaidų. Šia prasme, ekspertai rekomenduoja nedaryti prielaidos, kad mokiniai supranta tam tikrus reiškinius. Net jei jie atrodo



kaip pagrindiniai, kasdien naudojami reiškiniai, mokiniai gali jų nesuprasti, pavyzdžiui, to, kad šviesa keliauja tiesia linija.

- **Darykite diagramas ir brėžinius.** Tai yra geras būdas padėti mokiniams formuluoti šviesos, ypač geometrinės optikos, savybes. Optika dažnai gali būti aiškinama linijomis, pavyzdžiui, parodant spindulių ar veidrodžių trajektoriją arba optikos dėsnių kampus. Toks aiškinimas gali padėti mokiniams geriau įsiminti ir suprasti reiškinius. Diagramas ir brėžinius taip pat galima naudoti siekiant mokytojams pamatyti mokinių turimą supratimą apie reiškinius.
- **Dirbkite grupėse.** Patartina organizuoti smulkias darbo grupes, kad mokiniai, vykdydami savo mokslinių tyrimų projektus, galėtų dalintis idėjomis, diskutuoti ir vienas kitam padėti.

Svarbu žinoti prieš pradėdant taikyti

Kadangi optika ir fotonika susieja fiziką su kitomis disciplinomis, pavyzdžiui, matematika, ir leidžia mokiniams dirbti kaip mokslininkams, ekspertai sutinka, kad mokytojai turi būti tvirtai pasiryžę skatinti eksperimentavimą šiose srityse nuo pradinių klasių.

Mokytojai turėtų pradėti nuo labai elementarios praktikos. Pavyzdžiui, mokiniai gali patys padaryti išvadas apie atspindžio dėsnį, veidrodžiu pagalba kreipdami šviesos spindulius. Tokie bandymai nereikalauja daug techninių investicijų, o keletas net gali būti atlikti su virtualiais simuliatoriais.

Tačiau mokinius išmokyti apie mokslą vien eksperimentų nepakanka – jiems turėtų būti leidžiama siūlyti eksperimentus, o ne tik atkurti mokytojų duotus eksperimentų šablonus.

Šaltiniai

Costa MFM (2008). Hands-on science. In: Costa MF, Dorrio B.V., Michaelides P., Divjak S., editors. *Selected Papers on Hands-on Science*. Lisbon: Associação Hands-on Science Network, pp. 1-13. ISBN 978-989-95336-2-2

Tekos, G., Solomonidou, C. (2009). Constructivist Learning and Teaching of Optics Concepts Using ICT Tools in Greek Primary School: A Pilot Study. *Journal of Science Education and Technology*, 8(5), pp. 415–428.

Nacionalinės gamtos mokslų mokytojų asociacija: svetainė, kurioje galima rasti informacijos apie įvairias disciplinas. Informacija suskirstyta pagal lygius ir temas (<http://www.nsta.org/elementaryschool/>)

Atmosferos optika: svetainė, kurioje galima rasti paaiškinimų ir diagramų apie atmosferos optiką (<http://www.atoptics.co.uk/>)

Praktiniai pavyzdžiai

Practical Physics: Fizikos instituto svetainė, su įvairiais fizikos eksperimentais, įskaitant optiką ir šviesą (<http://practicalphysics.org/>)

Optics 4 kids: įvairių optika parentų bandymų, kurie gali būti atliekami mokykloje, rinkinys. Bandymai suskirstyti pagal amžių (<https://www.optics4kids.org/classroom-activities>)

Optika: šviesa, spalva, ir jų naudojimas (angl. Optics: light, color, and their uses). Mokytojo vadovas. Šiame vadove, kurį išleido NASA, kalbama apie skirtingas optikos ir šviesos patirtis, kurios suskirstytos pagal mokinių amžių (<https://www.nasa.gov/audience/foreducators/topnav/materials/listbytype/Optics.Guide.html>)



NANOTECHNOLOGIJOS

[Nanotechnologijos] skatina diskusijas apie riziką ir etinius aspektus, susijusius su moksline praktika, ir taip skatina mokinių kritiškumą.

Tikslai

Pagal turimus tyrimus apie nanotechnologijų taikymą klasėje teigiama, kad:

- tai yra puikiai STEAM ugdymui tinkanti sritis, nes ji skatina ribų tarp skirtingų sferų žinių panaikinimą, ir ragina komandas dirbti daugiadalykiškai, kadangi tyrėjai turi tobulintis ir mokytis iš kitų sričių;
- tai leidžia mokiniams žengti koją kojon su naujausiais moksliniais ir techniniais atradimais, matant jų poveikį kasdieniame gyvenime;
- tai skatina diskusijas apie riziką ir etinius aspektus, susijusius su moksline praktika, ir taip skatina mokinių kritiškumą.
- mokiniai labiau autentišku būdu užsiima moksline veikla ir ją prisijaukina.

Patarimai, kaip naudoti nanotechnologijas klasėje:

Ekspertai, su kuriais konsultuotasi, sutaria dėl šių nanotechnologijų įgyvendinimo patarimų:

- **Sujunkite tai kartu su kaip įmanoma daugiau praktinės veiklos.** Šiais laikais kai kurie mokytojų išteklių centrai turi rinkinius, kuriuose yra mokyklinių medžiagų, skirtų mažai kainuojantiems eksperimentams (su kauliukais, putojančiomis piliulėmis ir pan.).
- **Naudokite nanotechnologijas tam, kad paaiškintumėte bendrąjį mokslą.** Pavyzdžiui, dirbdami su magnetizmu, mokytojai gali išnaudoti geležies fluido savybes; dirbdami su optinėmis savybėmis, jie gali naudoti auksą neturintį tikėtiną spalvą; dirbdami su biologija ar chemija, jie gali susieti savo tyrimą su sidabro biocidų pajėgumais.
- **Pradėkite nuo kasdinių problemų ar situacijų.** Paklauskite klasės apie dabartinę padėtį konkrečioje srityje, pavyzdžiui, tam tikros rūšies vėžio gydymą, ir visi kartu išsiaiškinkite, kaip tam gali padėti nanotechnologijos. Taip paskatinsite mokinių ryšį su aplinka.
- **Pasinaudokite interneto ištekliais,** nesvarbu, ar tai yra mokomieji vaizdo įrašai, ar papildyta realybė, tai padeda mokiniams suprasti ir vizualizuoti nanotechnologijų pasaulį.
- **Užbaikite klasės veiklą apsilankymais mokslinių tyrimų centruose ir laboratorijose.**

Svarbu žinoti prieš pradėdant taikyti

Nanotechnologijų kaip klasės išteklių naudojimas reikalauja specialaus mokytojo parengimo šioje srityje. Šis parengimas turėtų būti praktiškas ir techninis, suteikiantis mokytojams žinių, kurių jie stokoja dėl disciplinos naujumo. Tuo pat metu mokytojai turėtų gauti ir praktinių pavyzdžių ir tuos pavyzdžius naudoti klasėje.



Taip pat patartina skatinti mokinių darbą mažose grupelėse nuo 4 iki 6 žmonių, kuriose vaizdo įrašo ar mokslinio plakato pavidalu sukuriamas galutinis produktas, kuriam jie pritaikė savo skaitmeninių įrankių, komunikacijos ir sisteminimo įgūdžius.

Žvelgiant iš techninės perspektyvos, veiklos, susijusios su nanotechnologijomis, nekelia didelių reikalavimų, kurie viršytų mokyklos laboratorijos ir kompiuterinių įrenginių galimybes.

Šaltiniai

Statnano: Nanomokslo, pramonės ir technologijų informacija: rodikliai ir statistiniai duomenys apie nanotechnologijų plėtrą pasauliniu lygiu (<http://statnano.com/>)

Nacionalinė nanotechnologijų iniciatyva (angl. National Nanotechnology Initiative): mokomoji medžiaga ir kitos su nanotechnologijomis susijusios iniciatyvos iš JAV vyriausybės (<http://nano.gov/>)

Nanopinion: svetainė, kurioje gausu veiklos pavyzdžių ir vaizdo įrašų apie nanotechnologijas ir mokytojų rengimą (<http://nanopinion.archiv.zsi.at/en/education.html>)

Praktiniai pavyzdžiai

Nanozone: veiklų, susijusių su nanotechnologijomis, pavyzdžiai (<http://www.nanozone.org/teachers.htm>)

Nanokomik: daugiadisciplininis ir tarptautinis projektas apie bendradarbiavimą kuriant komiksus, skirtus plėsti žinias apie nanotechnologijas (<http://www.nanokomik.com/index.php/en/>).

