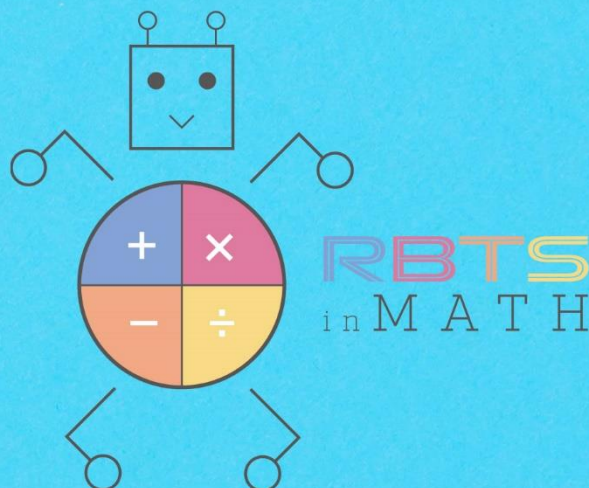




Matemātikas sasniegumu attīstīšana, izmantojot robotikas
lietojumprogrammas apvērsta mācībā

Projekta numurs: 2022-1- PL01 -KA220-HED-000086524

Rokasgrāmata skolotājiem par apvērstas mācīšanās lietošanu robotikas iekļaušanai sākumskolā

Finansē Eiropas Savienība. Tomēr paustie viedokļi un uzskati ir tikai un vienīgi autora(-u) viedokļi, un tie ne vienmēr atspoguļo Eiropas Savienības vai Fundācija Rozwoju Systemu Edukacji viedokli. Ne Eiropas Savienība, ne piešķirēja iestāde par tiem neuzņemas atbildību.

Šo dokumentu drīkst kopēt, pavairot vai pārveidot saskaņā ar iepriekš minētajiem noteikumiem. Turklāt skaidri jānorāda dokumenta autori un visas piemērojamās autortiesību paziņojuma daļas. Visas tiesības aizsargātas. © Copyright 2023 RbtsInMath



Co-funded by
the European Union



Finansējuma līgums	2022-1-PL01-KA220-HED-000086524
Programma	Erasmus+
Darbība	Sadarbības partnerības augstākajā izglītībā
Projekta akronīms	RbtsInMath
Projekta nosaukums	Matemātikas sasniegumu attīstīšana, izmantojot robotikas lietojumprogrammas apvērstā mācībā
Projekta sākuma datums	11.01.2022
Projekta ilgums	28 mēneši
Projekta beigu datums	28/02/2025



Satura rādītājs

1. NODAĻA: IEVADS DIGITĀLAJĀ PEDAGOĢIJĀ (SPOŁECZNA AKADEMIA NAUK, PAWEŁ PEŁCZYŃSKI, PHD).....	5
AKTĪVĀS MĀCĪŠANĀS UN SADARBĪBAS PAŅĒMIENI	6
SECINĀJUMS.....	8
2. NODAĻA: MĀCĪŠANAS PRINCIPI UN METODES DIGITĀLĀ LAIKMETĀ (CANAKKALE ONSEKİZ MART UNIVERSITESİ, HASANS ARSLANS, PHD)	10
IEVADS.....	10
TRADICIONĀLĀS UN DIGITĀLĀS MĀCĪBU METODES.....	10
TRADICIONĀLĀS MĀCĪBU METODES.....	11
DIGITĀLĀS MĀCĪBU METODES.....	12
TIEŠSAISTES MĀCĪŠANĀS PEDAGOĢISKIE MODEĻI	13
TIEŠSAISTES MĀCĪBU METODES.....	14
DIFERENCĒTAS INSTRUKCIJAS AR DIGITĀLAJĀM RĪKIEM.....	16
3. NODAĻA: IZGLĪTOJOŠU MATEMĀTIKAS SPĒĻU IZSTRĀDE AR ROBOTIZĒTĀM ROTAĻLIETĀM (LUCIAN BLAGA, PHD, SIBIU UNIVERSITĀTE, MIHĂESCU DIANA, PHD; BOLOGA LIA, PHD; BÎCLEA DIANA, PHD)	20
IEVADS.....	20
PAMATOJUMS UN PRINCIPI.....	20
IEGUVUMI SKOLOTĀJIEM.....	24
RĪKI UN RESURSI	26
AKTĪVĀS MĀCĪŠANĀS UN SADARBĪBAS STRATĒGIJAS.....	29
SECINĀJUMS.....	37
4. NODAĻA: IESAISTOŠU KĻASES AKTIVITĀŠU PLĀNOŠANA APVĒRSTĀ MĀCĪBĀ (SCUOLA DI ROBOTICA, FILIPPO BOGLIOLO, MA)	39
PAMATOJUMS UN PRINCIPI.....	39
Apvērsts mācīšanās pamatprincipi robotikā	39
Teorētiskie pamati	40
Kāpēc robotikas izglītības ieguvumi	40
IEGUVUMI SKOLOTĀJIEM.....	41
RĪKI UN RESURSI	45
AKTĪVĀS MĀCĪŠANĀS UN SADARBĪBAS STRATĒGIJAS.....	45
SECINĀJUMS.....	46
5. NODAĻA: ROBOTIKAS INTEGRĒŠANA, LAI MĀCĪTU MATEMĀTIKAS PRASMES, ZINĀŠANAS (LATVIJAS UNIVERSITĀTE, INETA HELMANE, PHD)	47

ĪEGUVUMI SKOLOTĀJIEM, KURI INTEGRĒ ROBOTIKU, LAI MĀCĪTU MATEMĀTIKAS PRASMES, ZINĀŠANAS	51
RĪKI UN RESURSI	54
AKTĪVĀS MĀCĪŠANĀS UN SADARBĪBAS PAŅĒMIENI	70
SECINĀJUMS.....	73
ATSAUCES	75



1. nodaļa: IEVADS DIGITĀLAJĀ PEDAGOĢIJĀ (Społeczna Akademia Nauk, Paweł Pełczyński, PhD)

Digitālā pedagoģija ir nozīmīga paradigmas maiņa izglītībā, koncentrējoties uz tehnoloģiju integrāciju, lai tradicionālās mācību metodes pārveidotu par dinamiskākām, iekļaujošām un saistošākām praktiskām aktivitātēm. Digitālā pedagoģija savā pamatā izmanto tādus rīkus kā interaktīvas platformas, robotu komplekti un sadarbības tehnoloģijas, lai veicinātu radošumu, kritisko domāšanu un problēmu risināšanas prasmes. Šī pieeja ne tikai atbalsta mācīšanos, bet arī sagatavo skolēnus izaicinājumiem un iespējām, ko rada strauji mainīgā digitālā pasaule.

Robotikas izglītība ir lielisks piemērs digitālās pedagoģijas principu un pielietojumu ieviešanai. Apvienojot teorētiskās koncepcijas ar praktiskām darbībām, robotika ļauj studentiem pielietot zināšanas praktiskā kontekstā, veicinot inovācijas un veidojot prasmes, lai tiktu galā ar jaunām situācijām. Šī pieeja veicina aktīvu dalību mācībās un tādu nākotnes kompetenču attīstību kā starpdisciplinārā un sadarbība. Šajā rokasgrāmatā tiks sniegti norādījumi, kā skolotāji var ieviest digitālo pedagoģiju, izmantojot matemātikas izglītību kā praktisku ietvaru tās īstenošanai.

Digitālās pedagoģijas nozīme

Pēdējos gados būtiski pieaugusi digitālās pedagoģijas nozīme, kas ir tehnoloģiju dinamiskas attīstības un mainīgo izglītības vajadzību rezultāts. Tradicionālās mācību metodes bieži vien nepietiekami iesaista skolēnus, jo īpaši tādās jomās kā STEM (zinātne, tehnoloģijas, inženierzinātnes, matemātika), kur abstrakti jēdzieni var šķīst atdalīti no to pielietojuma reālajā pasaulē. Tehnoloģiju virzīta digitālā pedagoģija ļauj izmantot interaktīvāku un saistošāku pieeju, kas efektīvi apvieno teoriju ar praksi.

Piemēram, robotikas izglītības ietvaros skolēni var apgūt fizikas vai matemātikas principus, projektējot un programmējot robotu darbību. Pateicoties tam, viņi iegūst ne tikai teorētiskās zināšanas, bet arī spēju tās pielietot reālās situācijās.

Digitālās pedagoģijas priekšrocības

Digitālā pedagoģija piedāvā vairākas būtiskas priekšrocības, kas būtiski ietekmē mācību procesa kvalitāti un efektivitāti:

a) apvienojot teoriju ar praksi

Robotikas izglītība ir lielisks piemērs tam, kā digitālā pedagoģija palīdz skolēniem saprast, kā teorētiskos principus var pielietot reālās pasaules lietojumos. Piemēram, projektējot robotu objektu šķirošanai pēc krāsas, skolēni izmanto optikas, programmēšanas un algoritmu principus. Šī aktivitāte ne tikai ilustrē teorētiskos pamatus, bet arī ļauj studentiem dinamiski risināt praktiskas problēmas.

b) mūžizglītības veicināšana

Digitālā pedagoģija attīsta tādas prasmes kā pielāgošanās spēja, elastība un patstāvīga mācīšanās. Tās ir galvenās kompetences uz zināšanām balstītā ekonomikā, kur mainīgās

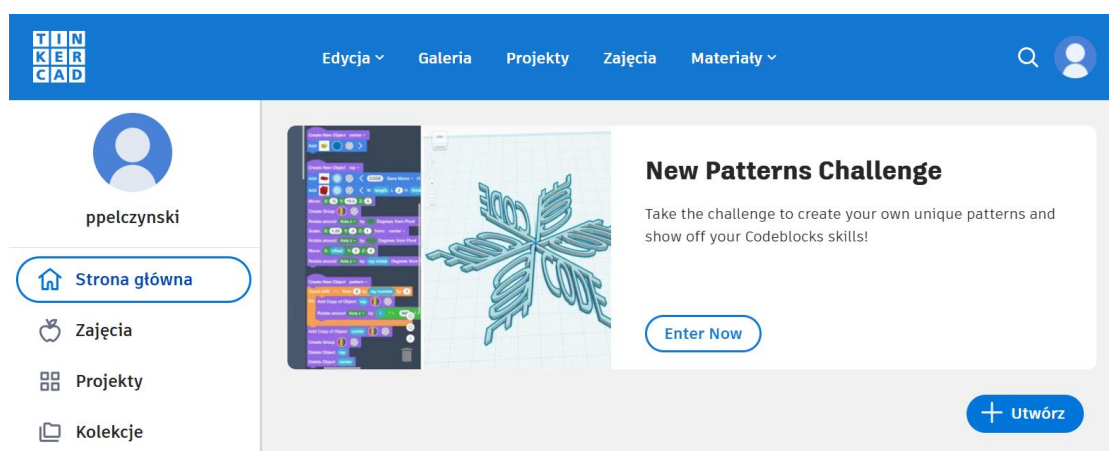
tehnoloģijas prasa nepārtrauktu kvalifikācijas celšanu. Ieviešot tādus rīkus kā Scratch vai Python, studenti māca programmēt, kas attīsta viņu spēju domāt kritiski un analītiski. Šāda veida prasmes paliek spēkā visu studenta profesionālo dzīvi.

c) iekļaušanas stiprināšana

Pateicoties digitālajām platformām, izglītība kļūst pieejamāka un lietotājam draudzīgāka ikvienam skolēnam neatkarīgi no viņa vajadzībām vai ierobežojumiem. Digitālā pedagoģija ļauj individualizēt mācīšanu, pielāgojot tempu un grūtības pakāpi skolēna spējām. Studentiem ar mācīšanās traucējumiem ir pieejamas vizuālās programmēšanas valodas, piemēram, Blockly, lai novērstu ar koda rakstīšanu saistītos šķēršļus, ļaujot mācīties, izmantojot interaktīvus eksperimentus. Tādi rīki kā Google Classroom ļauj skolotājiem reāllaikā pārraudzīt skolēnu progresu un pielāgot materiālus viņu individuālajām vajadzībām.

Digitālā pedagoģija praksē

Praktiski izglītība, izmantojot digitālo pedagoģiju, ļauj studentiem īstenot projektus, kas attīsta gan zināšanas, gan prasmes, piemēram, sadarbību, komunikāciju un radošumu. Digitālās pedagoģijas ieviešana klasē var izpausties dažādos veidos. Studenti var strādāt kopā komandās pie robotu projektiem, kas risina konkrētas problēmas, piemēram, ieprogrammēt mašīnu bloku šķirošanas automatizēšanai. Skolas ar ierobežotu piekļuvi robotizētajam aprīkojumam var izmantot simulatorus, piemēram, TinkerCAD (1. att.), lai mācītu programmēšanu un dizainu virtuālajā vidē.



1. att. 1att. 2attēls 3att. Moodle galvenā lapa.

Aktīvās mācīšanās un sadarbības paņēmieni

Aktīva mācīšanās un sadarbība ir būtiski elementi robotikas nodarbībās, kas ļauj skolēniem pilnvērtīgi iesaistīties mācību procesā, attīstīt radošumu, problēmu risināšanas prasmes un sadarbību. Izmantojot aktīvās mācīšanās stratēģijas, komandas darbu un digitālo rīku

izmantošanu, skolotāji var radīt vidi, kurā skolēni uzplaukst. Šajā sadaļā ir izklāstītas praktiskās stratēģijas, kas atbalsta problēmu risināšanas prasmju, radošuma un sadarbības attīstību robotikas apgūvē.

Robotu izaicinājumu izstrāde, lai veicinātu problēmu risināšanu

Praktiskās aktivitātes veido robotikas izglītības pamatu, dodot studentiem iespēju iegūtās teorētiskās zināšanas pielietot praktiskos uzdevumos (Papert, 1980). Var izšķirt šādus darbību veidus:

1. **beztermiņa izaicinājumi** - problēmu uzrādīšana bez gatava risinājuma, piemēram, robota projektēšana, lai pārvietotos labirintā; šādi uzdevumi ietver kritisko domāšanu un radošumu (Resnick et al., 2009),
2. **iteratīvs projektēšanas process** — mudinot studentus pārbaudīt, novērtēt un pilnveidot robota dizainu, viņi māca neatlaidību un analītiskās prasmes. Kā norāda Hattie (2009), mācīšanās process, izmantojot izmēģinājumus un kļūdas, attīsta spēju risināt problēmas,
3. **saiķe ar realitāti** – izaicinājumu sasaiste ar reāliem scenārijiem, piemēram, robota programmēšana, kas atbalsta veselības aprūpes aktivitātes, palīdz skolēniem redzēt robotikas mācīšanās praktisko pielietojumu reālajā pasaulē (Eguchi, 2014).

Izstrādājot izaicinājumus, kas prasa inovācijas un eksperimentus, skolotāji var attīstīt problēmu risināšanas prasmes un saglabāt skolēnus aktīvi iesaistīties mācībās.

Grupu projektu loma kopinovācijas radīšanā

Robotikas projekti veicina sadarbību, ļaujot studentiem apvienot savas individuālās prasmes un perspektīvas, lai radītu inovatīvus risinājumus (AbdulRab, 2023). Konkrētu lomu piešķiršana grupās (piem., dizainers, izstrādātājs, testētājs) nodrošina, ka katrs komandas loceklis sniedz ieguldījumu kopējā darbā. Lomu rotācija ļauj visiem skolēniem attīstīt dažādas prasmes (Vigotskis, 1978). Skaidru, kopīgu mērķu noteikšana, kas prasa komandas darbu, piemēram, robota izveide, kas veic virkni uzdevumu, atbalsta sadarbību un studentu motivāciju darboties kā komandai (Hattie, 2009). Veidojot skolēnu grupas ar dažādām spējām, tiek atbalstīta vienaudžu mācīšanās un tiek veicināta iekļaušana, kas veicina labāku izpratni par dažādību un savstarpēju atbalstu (Koehler et al., 2013). Grupu projekti māca skolēniem ne tikai sadarboties, bet arī komunicēt un organizēt darbu, kas mūsdienu pasaulē ir galvenā prasme (Gee, 2003).

Sesijas integrēšana ar vienaudžu atgriezenisko saiti

Atsauksmes no vienaudžiem palīdz skolēniem mācīties vienam no otra, uzlabot savus projektus un attīstīt kritiskās vērtēšanas prasmes (AbdulRab, 2023). Skaidru kritēriju izmantošana atgriezeniskās saites sesiju vadīšanai, piemēram, robota dizaina funkcionalitāte, radošums un efektivitāte, ļauj studentiem pielāgot savu darbu prasībām (Resnick et al., 2009). Sesiju organizēšana, kurās studenti mutiski vai rakstiski prezentē savus projektus, ļauj apmainīties ar konstruktīvu kritiku un idejām (Vigotskis, 1978). Pēc katras atgriezeniskās saites

sesijas ir vērts dot studentiem laiku, lai pārdomātu ieteikumus un veiktu labojumus savos projektos, kas stiprina viņu spēju patstāvīgi uzlabot savu darbu (Hattie, 2009). Šīs nodarbības ne tikai uzlabo studentu darba kvalitāti, bet arī attīsta spēju sniegt un saņemt konstruktīvu kritiku, kas ir būtiska personības un profesionālās izaugsmes procesā.

Spēļu izmantošana, lai palielinātu iesaistīšanos

Gamification ievieš spēles elementus robotikas apguvē, kas palielina skolēnu motivāciju un iesaisti (Gee, 2003). Tie var ietvert:

1. **sacensības** – robotu izaicinājumu organizēšana, piemēram, šķēršļu joslas vai sacīkstes, ļauj skolēniem prezentēt savus projektus, vienlaikus atbalstot radošumu un inovācijas (Eguchi, 2014).
2. **sasniegumu nozīmītes** - digitālu vai fizisko nozīmīšu piešķiršana konkrētu mērķu sasniegšanai, piemēram, programmēšanas uzdevuma izpildei vai funkcionāla prototipa izveidei, palielina motivāciju un apmierinātību (Gee, 2003).
3. **Grūtības pakāpes** – Paaugstinātas grūtības pakāpes uzdevumu veidošana, kas ir līdzīga datorspēļu struktūrai, notur skolēnus iesaistīties un mudina pieņemt grūtākus izaicinājumus.

Gamifikācija veicina veselīgu konkurenci, vienlaikus padarot robotikas mācīšanos patīkamāku un izdevīgāku (Takáč et al., 2023).

Digitālo rīku izmantošana prāta vētrai

Digitālie rīki atbalsta sadarbību un plānošanu pat dažādās vai hibrīdās mācību vidēs (Fullan, 2013). Tādas platformas kā Miro ļauj skolēniem vizuāli prezentēt savas idejas gan klasē, gan attālinātā darbā. Tādi rīki kā MindMeister ļauj studentiem organizēt un paplašināt savas idejas sadarbības veidā. Izmantojot tādas platformas kā Google dokumenti, skolēni var kopīgi strādāt pie projektu plāniem, koplietot kodu vai dokumentu progresu. Šie rīki ne tikai veicina sadarbību, bet arī palīdz skolēniem praktizēt digitālās prasmes, kas ir būtiskas mūsdienu darba pasaulē (AbdulRab, 2023).

Secinājums

Digitālās pedagoģijas ieviešana matemātikas izglītībā ir revolucionārs solis ceļā uz to, lai skolēni apgūtu prasmes un domāšanas veidu, kas nepieciešamas panākumiem 21. gadsimtā. Šī pieeja apvieno novatoriskas mācīšanas stratēģijas ar praktiskiem izglītības rīkiem, radot vidi, kurā skolēni uzplaukst kā aktīvi dalībnieki savā mācību ceļojumā. Integrējot apgrieztu mācīšanos un veicinot sadarbību, skolotāji var revolucionizēt veidu, kā robotikas mācības tiek mācītas sākumskolās, paverot durvis uz visu studentu potenciālu (Papert, 1980; Siemens, 2005).

Digitālā pedagoģija novirza uzsvāru no tradicionālajām mācību metodēm uz dinamisku, uz studentu vērstu pieeju mācībām. Izmantojot robotikas izglītību, skolēni iegūst praktisku

pieredzi ar tehnoloģijām, vienlaikus attīstot tādas galvenās prasmes kā skaitļošanas domāšana, radošums un problēmu risināšana (Hattie, 2009). Robotika arī uzsver iekļaušanu, nodrošinot piekļuvi vērtīgai mācību pieredzei visiem skolēniem neatkarīgi no viņu izcelsmes vai spējām (Eguchi, 2014).

Izmantojot tādus rīkus kā robotikas komplekti, kodēšanas programmatūra un digitālās platformas, digitālā pedagogija ļauj nemanāmi integrēt teorētiskās zināšanas ar praktisko pielietojumu, padarot mācīšanos saistošu un atbilstošu mūsdienu izglītības vajadzībām (Resnick et al., 2009).

Apgrieztai mācībai ir galvenā loma digitālajā pedagogijā, optimizējot klasē pavadīto laiku un veicinot aktīvu skolēnu iesaistīšanos. Izmantojot šo pieeju, skolēni paši izpēta robotikas pamatjēdzienus, ļaujot viņiem ar pārliecību un zinātkāri pievērsties nodarbībām klasē. Skolotāji var veltīt mācību stundu laiku komandas projektiem, praktiskiem izaicinājumiem un atbalstam, kas ir vērsts uz konkrētām skolēnu vajadzībām, maksimāli palielinot tiešas mijiedarbības ietekmi. Stundu materiāli, kas pielāgoti skolēnu individuālajām vajadzībām, atbalsta daudzveidīgu mācīšanās tempu, veicinot autonomiju un iekļaušanu. Apgrieztā mācīšanās lieliski iekļaujas konstruktīvisma teorijās, kas uzsver aktīvu zināšanu veidošanu un sadarbību problēmu risināšanā, padarot to par ideālu pieeju robotikas mācīšanai.

Veiksmīgai digitālās pedagogijas ieviešanai skolotājiem ir jāpieņem novatoriskas pieejas un jāeksperimentē ar dažādām stratēģijām. Iespējas ir bezgalīgas, sākot no spēļu izaicinājumiem un beidzot ar prāta vētru, izmantojot digitālos rīkus. Skolotājiem ir jāsāk ar mazumiņu, ieviešot vienkāršus rīkus, piemēram, koplietojamas digitālās tāfeles vai robotikas komplektus iesācējiem. Pēc tam viņiem pakāpeniski jāpaplašina savas prasmes, izpētot progresīvas attīstības platformas un iesaistoties profesionālajā attīstībā (Darling-Hammond, 2000). Viņiem arī jāsadarbjas ar nozares kolēģiem, daloties idejās, resursos un paraugpraksē robotikas mācīšanas jomā. Veicot šos soļus, skolotāji var izveidot dinamisku mācību vidi, kas ne tikai iedvesmo skolēnus, bet arī palīdz viņiem vairot pārliecību par tehnoloģiju izmantošanu (Siemens, 2005).

Digitālā pedagogija matemātikas izglītībā piedāvā lieliskas iespējas gan skolēniem, gan skolotājiem. Tas rada klases, kas kļūst par radošuma, sadarbības un inovāciju centriem. Izmantojot apgrieztus mācību un digitālos rīkus, skolotāji var sagatavot skolēnus nākotnei, kurā dominē tehnoloģijas, vienlaikus attīstot dzīves prasmes. Izglītības process sākas ar zinātkāri un vēlmi izpētīt — tāpēc drosmīgi ienāksim digitālās pedagogijas pasaulē un iedvesmosim savus studentus darīt to pašu.

2. nodaļa: MĀCĪŠANAS PRINCIPI UN METODES DIGITĀLĀ LAIKMETĀ (CANAKKALE ONSEKIZ MART UNIVERSITESI, Hasans Arslans, PhD)

Ievads

Izglītība ir bijusi vissvarīgākais elements gan indivīdu personiskajā attīstībā, gan sociālās dzīves veidošanā katrā cilvēces vēstures periodā. Daudzi domātāji, piemēram, Sokrāts, Aristotelis un Platons, ir uzsvēruši nepieciešamību izveidot izglītības programmas, lai sasniegtu tikumīgus cilvēkus, izsakot izglītību kā augstāko tikumu. Izglītība tiek organizēta kā formālā izglītība, lai integritātes principa ietvaros līdzsvaroti atbalstītu indivīdu garīgo, sociāli emocionālo un psihomotoro attīstību. Formālā izglītība parasti tiek veidota skolu sistēmās noteikta plāna ietvaros un ietver dažādus elementus, piemēram, mērķus, saturu, izglītības statusu (mācību metodes utt.), mērījumus-vērtējumus un kvalificētus pedagogus. Šie elementi maina formu atbilstoši laikmeta īpatnībām un atšķiras atkarībā no indivīdu un sabiedrības gaidām no izglītības. Ņemot vērā vecumu, kurā atrodamies, tehnoloģiju attīstību un digitālās transformācijas; indivīdiem un izglītības iestādēm ir jāseko līdzi un jāseko šīm pārmaiņām. Izglītības programmu attālo, vispārīgo un konkrēto mērķu saskaņa ar mācību procesos izmantotajām mācību metodēm un paņēmieniem paaugstina mācīšanās efektivitāti. Šajā kontekstā mūsu laikmeta nepieciešamība ir, lai izglītības programmas, kas ietver dažādas pedagoģiskas pieejas un mācīšanās teorijas un ņem vērā individuālās atšķirības, nodrošinātu daudzdimensionālu mācību vidi.

Tradicionālās un digitālās mācību metodes

Lai izprastu mācību metodes, ir jāsaprot ar mācīšanos saistītās mācīšanās teorijas.

Mācīšanās teorijas: izglītības iestāžu mērķis ir nodrošināt, lai indivīdi mācās plānveidīgi un sistemātiski. Šajā kontekstā jāmeklē atbildes uz tādiem kritiskiem jautājumiem kā "Kas ir apgūts?", "Kas jāiemācās?", "Kā tas tiek apgūts?" Mācīšanās jēdzienu ir mēģināts izskaidrot ar daudzām mācīšanās teorijām, galvenokārt biheivioristu un kognitīvo teorētiku kontrolē (Akman, 2018). Šīs teorijas patiesībā meklē atbildi uz jautājumu "kā vislabāk var iegūt izglītību?" Lai gan dažas no šīm teorijām piekrīt atbildei uz šo jautājumu, citas ir balstītas uz pilnīgi atšķirīgām paradigmām. Vispieņemamākā mācīšanās teoriju klasifikācija ir biheiviorisma, kognitīvā, emocionālā, sociālā, uz smadzenēm balstīta un konstruktīvisma teorija.

Biheivioristi mācīšanos skaidro ar vides notikumiem un uzskata, ka garīgie procesi nav nepieciešami, lai izskaidrotu uzvedības iegūšanu, uzturēšanu un vispārināšanu (Schunk, 2012). Biheiviorisma teorijas apgalvo, ka mācīšanās balstās uz saikni starp stimulu un reakciju un ka uzvedība tiek iegūta, pastiprinot (Akkaya, 2015). Biheiviorisma mācīšanās pieejā nav iespējams runāt par vienu pieeju. Tā kā ir dažādas teorijas, kuru pamatā ir biheiviorisms, piemēram, klasiskā modelēšana, korelācija un operacionālā modelēšana. Biheiviorisma pieejās svarīga ir

novērojama un izmērāma uzvedība. Biheiviorisma teoriju mācīšanās principi ir pastiprināšana, atkārtošana un motivācija (Özden, 2011).

Kognitīvās mācīšanās teorijas; koncentrēties uz garīgajiem procesiem mācību procesā, kurā izglītojamais izprot savu vidi. Pēc kognitīvistu domām, mācīšanās ir daudz sarežģītāks notikums nekā stimula-atbildes attiecības, un mācīšanos nevar novērot tieši. No kognitīvā viedokļa mācīšanos var izskaidrot kā cilvēka garīgo struktūru attīstību un izmaiņas. Afektīvās mācīšanās teorija; balstās uz nepieciešamību ņemt vērā afektīvo jomu, kur nepietiek tikai ar kognitīvo lauku, un piešķir nozīmi garīgajai un afektīvajai attīstībai un pārmaiņām. Afektīvā teorija ir vairāk saistīta ar mācīšanās rezultātiem, nevis tās būtību. Šajās norisēs un pārmaiņās tiek akcentētas vērtības un morālā attīstība kopā ar vesela sevis, pašaktualizācijas un pilnīgas funkcionēšanas jēdzieniem (Akkaya, 2015; Akman, 2018). Īsāk sakot; biheiviorisma teorijas interesē mācīšanās praktiskie rezultāti; kognitīvās teorijas interesē garīgie rezultāti; afektīvās teorijas interesē mācīšanās emocionālie rezultāti, piemēram, sevis un morālā attīstība (Akkaya, 2015).

Sociālās mācīšanās teorija apgalvo, ka indivīdi novēro citus cilvēkus savā vidē un demonstrē viņiem labvēlīgu uzvedību (Bandura, 1991). Sociālajā izglītībā galvenā uzmanība tiek pievērsta nevis pieredzei kā kondicionēšanā, bet gan novērošanai. Kā zināms, sociālās mācīšanās teorija nenozīmē tikai mācīšanos novērošanas ceļā vai uzvedības atkārtošānu ar pastiprinājumu. Novērošanai ir arī indivīda informēšanas funkcija. Uzvedību, kas tiek uzskatīta par modeli, kas ir svarīgs sociālās mācību procesa elements, var saglabāt un mainīt. Novērotās uzvedības, kas iekodētas indivīda atmiņā, vajadzības gadījumā var atsaukt atmiņā (Bal, 2020).

Brain-Based Learning Theory, kas pēta mācīšanos no neirofizioloģiskā viedokļa, mācību procesu skaidro kā bioķīmiskas un elektroķīmiskas izmaiņas. Saskaņā ar šo teoriju mācību procesā starp smadzeņu šūnām tiek nodibināti savienojumi. Jauna mācīšanās nozīmē jaunus savienojumus starp šūnām (Kaya, 2012). Smadzeņu mācībās ir noteiktas mācīšanās metodes un paņēmieni, un mācīšanās notiek ar spriešanas palīdzību. Uz smadzenēm balstītas mācīšanās teorija ir līdzīga citām mācīšanās teorijām ar daudzām tās iezīmēm. Piemēram, ir tādi elementi kā konstruktīvisma pieeja, piemēram, izglītojamie mācās darot un piedzīvo un ir iesaistīti lēmumu pieņemšanas procesā. Tas arī dažos aspektos ir līdzīgs vairāku intelektu teorijai (Akman, 2018).

Tradicionālās mācību metodes

Pamatojoties uz mācīšanās teorijām, mēs varam grupēt mācību metodes kā tradicionālās un mūsdienu mācību metodes. Tradicionālās mācību metodes gadsimtiem ilgi ir veidojušas pedagoģisko praksi un veidojušas mācību procesu pamatu. Tradicionālās mācību metodes ir balstītas uz biheiviorisma mācīšanās teorijām, tās uztver mācīšanos kā produktu, nevis procesu, un tās neņem vērā individuālās atšķirības. Tradicionālās mācību metodes nav vērstas uz izglītojamo, bet ir balstītas uz pamatzināšanu un prasmju nodošanu, kur skolotājs ir centrā un tiek uzskatīts par informācijas avotu un kur disciplīna un kārtība klasē ir priekšplānā, un tās parasti ir metodes, kas ietver tādas metodes kā stāstījums un jautājumi-atbildes, un nav atvērtas izmaiņām un attīstībai. Tradicionālās mācību metodes var tikt uzskaitītas kā vienkāršs stāstījums, jautājums-atbilde, rakstīšana uz tāfeles, rakstīšana piezīmju grāmatiņā un uz

atkārtojumiem balstīti vingrinājumi. Vienkāršā stāstījuma metodē skolotājs informāciju nodod sistemātiski, un skolēni pasīvi klausās nodoto un veic piezīmes. Vienkāršā stāstījuma metodi var efektīvi izmantot uz zināšanām balstītās disciplīnās, piemēram, matemātikā. Jautājumu-atbilžu metode ir tad, kad skolotājs uzdod skolēniem jautājumus par to, ko viņi pauž; tas aktivizē stundas gaitu un var palīdzēt skolēniem koncentrēt uzmanību. Rakstīšanas uz tāfeles metode; Tā ir skolotāja svarīgo stundas punktu nodošana uz tāfeles, tos akcentējot un ļauj skolēniem vizuāli sekot mācību priekšmetam. Atkārtošana un prakse; Tā pamatā ir skolēnu atmiņas stiprināšana, informāciju atkārtojot daudzas reizes, lai nodrošinātu informācijas noturību (Jeffries et al., 2003; Prince et al., 2006). Tradicionālajām mācību metodēm ir tādas priekšrocības kā spēja vienlaikus nodot informāciju lielam skaitam skolēnu un efektīvi mācīt pamatzināšanu kopas tādās disciplīnās kā vēsture, matemātika un gramatika. Tomēr tradicionālajām mācību metodēm ir daudz trūkumu. Tie ir (Jeffries et al., 2003; Prince et al., 2006) nepietiekami, lai atbalstītu problēmu risināšanas, kritiskās domāšanas un radošās domāšanas prasmes.

Skolēni ir pasīvi, viņu aktīvā līdzdalība mācību procesā ir ierobežota.

Viņi ir neadekvāti, lai attīstītu 21. gadsimta prasmes.

- Studenti tiek iestumti konkurētspējīgā mācību vidē un sadarbība starp skolēniem ir vāja.
- Tie var mazināt skolēnu motivāciju un interesi mācīties.
- Viņi ignorē individuālās atšķirības.
- Tie neņem vērā skolēnu mācīšanās stilus, piedāvā viena veida mācību vidi, kas nav piemērota viņu mācīšanās ātrumam.
- Tā kā tiek ņemta vērā viena veida mācīšanas metode, tie var izraisīt studentu, kuriem nepieciešamas dažādas mācību metodes, atpalcību.
- Tie ir nepietiekami, lai nodrošinātu mūsdienu izglītības pieejai nepieciešamo daudzpusību un elastību.
- Atgriezeniskās saites mehānisms ir ierobežots, jo netiek iekļauti uz procesu orientēti mērījumi un mācīšanās tiek uzskatīta par produktu. Tas neļauj efektīvi uzraudzīt studentu progresu un individualizēt mācību procesu, kā arī var izraisīt mācību kvalitātes pazemināšanos.
- Lai panāktu pastāvīgu mācīšanos, aktīvi piedaloties izglītībā, tradicionālās mācību metodes ir jāsaļauc ar uz audzēkņiem vērstām, uz tehnoloģijām balstītām mūsdienu mācību metodēm.

Digitālās mācību metodes

Mūsu laikmetā neapturamā tehnoloģiju attīstība ir pārveidojusi izglītību, kā arī daudzas ikdienas dzīves un zinātnes jomas. Šajā kontekstā digitālās mācību metodes kļūst par neaizstājamu izglītības elementu un piedāvā bezgalīgas iespējas uzlabot mācību pieredzi un veidot kvalificētu mācību vidi. Lai apmierinātu mūsdienu izglītojamo vajadzības mūsdienu

izglītības pieejās, kas vērstas uz izglītojamo, digitālo rīku integrēšana izglītībā ir nevis izvēle, bet gan nepieciešamība. Īpaši COVID-19 pandēmijas periodā visā pasaulē ir paātrinājusies pāreja uz digitālo izglītību un ir atklāta mācību metožu nozīme ar tādām priekšrocībām kā telpiskā/laika elastība un pieejamība. Digitālās mācību metodes aptver dažādas tehnoloģijas, piemēram, interaktīvas tāfeles, tiešsaistes mācību platformas, e-mācību platformas, virtuālo realitāti (VR), virtuālās klases un mākslīgā intelekta (AI) atbalstītas izglītības lietojumprogrammas.

Digitālās mācību metodes ir jāintegrē izglītībā tādu iemeslu dēļ kā tās pielāgojamība un pieejamība; personalizētu/individualizētu mācību iespēju piedāvāšana; izglītojamā līdzdalības palielināšana procesā, nodrošinot motivāciju (Chapman & Rich, 2018; Scarpiello, 2021). Digitālās platformas nodrošina izglītojamajiem piekļuvi mācību materiāliem bez laika un telpas ierobežojumiem, nodrošinot studentiem, kuri atrodas tālu vai kuriem nav iespējas gūt pietiekamu labumu no izglītības pakalpojumiem, iespēju mācīties neatkarīgi no ģeogrāfiskiem ierobežojumiem. Digitālās mācību metodes nodrošina personalizētu mācību pieredzi ar pielāgojamām mācību platformām, novērtē izglītojamo stiprās un vājās puses, ņem vērā individuālās atšķirības un piedāvā personalizētu saturu, kas piemērots individuālajām mācību vajadzībām (Scarpiello, 2021). Viena no svarīgākajām digitālo mācību metožu priekšrocībām ir tas, ka atgriezeniskās saites mehānismi ir ātri un efektīvi. Tādā veidā skolēni var labot savas kļūdas, saņemot tūlītēju atgriezenisko saiti, un viņiem ir iespēja uzlabot mācību procesus. Digitālo mācību metožu integrēšana izglītībā var tikt veikta, izmantojot simulācijas, digitālās izglītojošas spēles u.c. Tās padara mācīšanos patīkamāku, izmantojot interaktīvus rīkus un palielina skolēna līdzdalību aktīvajā mācību procesā, nodrošinot efektīvu un pastāvīgu mācīšanos (Chapman & Rich, 2018). Tāpat kā jebkurai mācību metodei, arī digitālajām mācību metodēm ir ierobežojumi/mīnusi. Galvenie ir; digitālā plaša, pedagogiem nav pietiekamu digitālo zināšanu un prasmju, izglītojamie tiek pārāk daudz pakļauti ekrāniem. Ne visiem studentiem ir vienāda pieeja nepieciešamajām tehnoloģijām un uzticamam interneta pieslēgumam; Tas rada digitālo nevienlīdzību, kas ir viens no šķēršļiem vienlīdzīgām iespējām izglītībā. Lai novērstu šo nevienlīdzību, var sniegt atbalstu. Dažreiz pedagogiem var nebūt iespējams efektīvi izmantot digitālos rīkus mācībās, jo viņiem nav pietiekamu zināšanu/izglītības. Profesionālās pilnveides programmu un kvalifikācijas celšanas apmācību nodrošināšana pedagogiem, lai pielāgotos jaunajām tehnoloģijām, būs efektīva šī ierobežojuma novēršanai. Viens no lielākajiem digitālo mācību līdzekļu trūkumiem ir tas, ka skolēni pārāk daudz laika pavada pie ekrāna. Šī situācija negatīvi ietekmē gan fizisko, gan garīgo veselību. Lai to izdarītu, process ir ļoti labi jāplāno un jāinformē vecāki un skolēni.

Tiešsaistes mācīšanās pedagogiskie modeļi

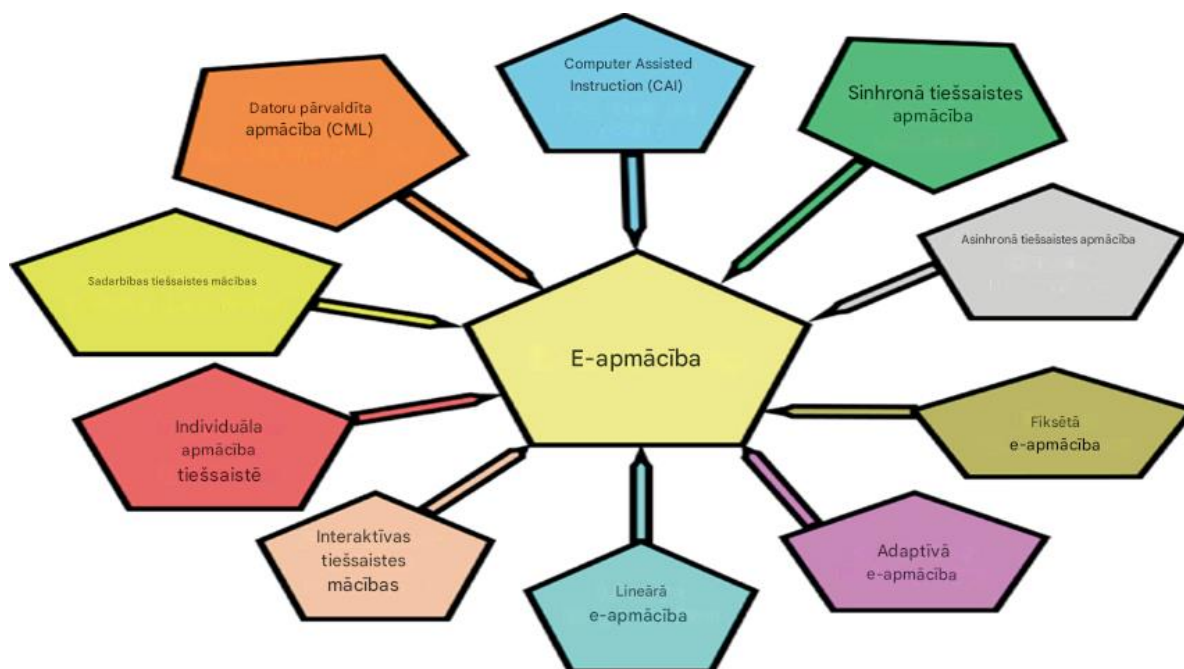
Līdz ar tehnoloģiju plašo izmantošanu izglītībā, tiešsaistes mācību metodes, kas ir viena no digitālajām mācību metodēm, ir kļuvušas par mācību procesa neatņemamu sastāvdaļu. Mācības tiešsaistē dažreiz tiek izmantotas atsevišķi un dažreiz kā papildinājums klātienē mācīšanas metodēm. Tādā veidā mācību procesi tiek padarīti elastīgāki un personalizētāki. Pārbaudot tiešsaistes mācīšanās pedagogiskos modeļus; priekšplānā izvirzās konstruktīvisms, konnektīvisms un jauktā mācīšanās.

Konstruktīvisms balstās uz izpratni, kas mudina skolēnus aktīvi piedalīties un mijiedarboties ar mācību materiāliem, atbalsta skolēnus atklāt informāciju un radīt savas nozīmes, kā arī uzņemas atbildību par mācīšanos (Piaget, 1972; Vygotsky, 1978). Tiešsaistes mācību metode atbalsta konstruktīvisma pieeju, veidojot skolēnu individuālajam ātrumam piemērotus mācību ceļus ar interaktīvu saturu, kas bagātina mācību procesu. Virtuālie sadarbības rīki, tiešsaistes diskusiju forumi, interaktīva informācijas apmaiņa un kolektīvie mācību procesi, kas ir tiešsaistes mācību platformas, piedāvā mācību vidi, kas ir savietojama ar konstruktīvisma pamatprincipiem (Anderson, 2008). Konektīvisms ir viena no ievērojamākajām digitālā laikmeta pedagoģijas teorijām un uzsver, ka mācīšanās ir balstīta uz dinamisku un nepārtrauktu mijiedarbību, nevis statisku procesu, lai neatpaliktu no strauji mainīgās zināšanu būtības (Downes, 2012). Pamatojoties uz to, ka indivīdi apgūst informāciju, izmantojot tīklus, konektīvisms uzsver, kā uz internetu balstītas tehnoloģijas, piemēram, tīmekļa pārlūkprogrammas, meklētājprogrammas, wiki, tiešsaistes diskusiju forumi un sociālie tīkli, veicina jaunus mācīšanās veidus. Mācīšanās nenotiek starp indivīdiem, bet gan tīklos un starp tiem. Konektīvisma modelī piekļuve informācijai un tās apmaiņa tiek atbalstīta, izmantojot tiešsaistes mācību kopienas un sociālos medijus; pateicoties šiem tīkliem, studenti kļūst par nepārtrauktiem izglītojamiem. Šis modelis ļauj skolēniem apkopot un sintezēt informāciju no dažādiem avotiem un izmantot šo informāciju praksē (Downes, 2012; Siemens, 2005).

Jauktā mācīšanās ir eklektiska pieeja, kuras mērķis ir samazināt tiešsaistes un klātienēs mācību metožu trūkumus un apvienot abu veidu priekšrocības (Çirak Kurt, 2017; Grehems, 2006). Šī pieeja ļauj skolēniem iegūt elastīgu mācību pieredzi un gūt labumu no dažādām mācību vidēm (Garrison & Vaughan, 2008).

Tiešsaistes mācību metodes

Tiešsaistes mācību metodes var tikt uzskaitītas kā sinhronas, asinhronas, jauktas / hibrīdas (fiksētas), adaptīvas, lineāras, interaktīvas, individuālas, sadarbīgas, datorizētas, datorizētas.



1. attēls. Tiešsaistes mācību metodes

Sinhronā tiešsaistes mācīšanās ir mācību metode, kurā skolēni un skolotāji vienlaikus ir tiešsaistē un notiek vienlaicīga mijiedarbība. Tā sniedz studentiem iespēju izprast saturu un grupas dinamiku, kuras pamatā ir sadarbība, pateicoties tā priekšrocībām, piemēram, tūlītējai atgriezeniskajai saitei-labošanai, vienlaicīgai diskusijai utt. (Hrastinski, 2008).

Asinhronā tiešsaistes mācīšanās ir asinhrona mācību metode, kas ļauj studentiem mācīties savā tempā un savā laika posmā. To atbalsta tādi rīki kā iepriekš ierakstītas nodarbības, tiešsaistes forumi, kā arī sistēmā augšupielādētie mācību materiāli un lasāmmateriāli. Tā nodrošina elastību, jo tā ir neatkarīga no laika un telpas, dod skolēniem iespēju padziļināti domāt un analizēt, kā arī pielāgojas individuālajiem mācīšanās stiliem (Murphy et al., 2011).

Jauktā/hibrīdā (fiksētā) mācīšanās ir metode, kurā mācību procesā tiek iekļauta gan klātienē, gan tālmācība (Graham, 2006). Hibrīdmācība ir uz apmācāmo vērsts mācību process, kurā klasiskās klātienē aktivitātes tiek apvienotas ar efektīvu, praktisku un izglītojošu dizainu, izmantojot ierakstītos un mobilos resursus, kā arī drukātos resursus (Jamison et al., 2014). Adaptīvā mācīšanās ir inovatīva metode, kas tiek veidota atbilstoši skolēnu individuālajām interesēm un vajadzībām. Tehnoloģiskie rīki analizē studentu sniegumu un pārveido mācību materiālus katram skolēnam, un tiek prezentētas atbilstošas stratēģijas (Hall et al., 2019). Šī metode personalizē mācību procesu un ļauj studentiem koncentrēties uz saviem trūkumiem.

Lineārā mācīšanās; ir metode, kur katrs posms ir balstīts uz iepriekšējām zināšanām un skolēns progresē secīgi, un nav divvirzienu komunikācijas. Mācību materiāli tiek nosūtīti, izmantojot tādus rīkus kā televīzijas un radio programmas. Šo metodi var izmantot programmās, kurās nav nepieciešama mijiedarbība.

Interaktīva mācīšanās; ir metode, kas mudina skolēnus aktīvi mijiedarboties ar mācību materiāliem. Tas ir efektīvs skolēnu motivācijas un līdzdalības paaugstināšanā, jo to atbalsta simulācijas, interaktīvi video un izglītojošas spēles (Gee, 2007). Interaktīvās mācību metodes

nodrošina skolēniem uz pieredzi balstītas mācību vides, ļaujot viņiem attīstīt zināšanas un prasmes, kā arī attīstot kritiskās domāšanas prasmes (Çitak & Duran Aksoy , 2023).

Individuāla mācīšanās; ir metode, kurā skolēni mācās paši atbilstoši savam mācību ātrumam un vajadzībām, kā arī attīsta pašregulāciju un patstāvīgās mācīšanās prasmes (Zimmerman, 2002). Studenti mācās, pētot informācijas avotus, piemēram, tiešsaistes bibliotēkas, vietnes utt.

Mācības uz sadarbību; ir metode, kurā vairāki skolēni sanāk kopā un mācās kopā, aktīvi strādājot grupās un kopīgi risina problēmas. Tiešsaistes platformas ļauj studentiem strādāt pie kopīgiem projektiem un dalīties ar informāciju (Dillenbourg, 1999). Sadarbības mācībās skolēni apzinās savas stiprās un vājās puses, attīstās viņu sociālās komunikācijas prasmes un spēja strādāt komandā.

Datorvadītas mācības; ir metode, kurā dators pārvalda mācību procesu un uzrauga/novērtē skolēnu sekmes. Tā virzās caur datu bāzi, datu bāzēs ir informācija, ko skolēni apgūs, automatiskie testi un vērtēšanas rīki uzrauga studentu attīstību un vajadzības gadījumā sniedz atgriezenisko saiti (Anderson, 2008). Šajā metodē pastāv divvirzienu attiecības starp datoru un skolēnu, un mācību process var turpināties līdz noteikto mērķu sasniegšanai.

Datorizēta mācība; ir metode, kurā datori tiek izmantoti mācību materiālu prezentēšanai un to darbības atbalstam. Izglītība, kas tiek nodrošināta, izmantojot datorus, nodibina saikni starp skolotāju un skolēnu klases vidē, mainot izglītības procesu no uz skolotāju vērsta uz studentu vērstu (Batdi & Anil, 2021). Šī metode nodrošina studentiem piekļuvi informācijai, izmantojot dažādus digitālos rīkus un resursus (Jonassen, 1995).

Diferencētas instrukcijas ar digitālajiem rīkiem

Diferencētā mācība ir uz apmācāmo vērsta pieeja, kuras mērķis ir apmierināt katra skolēna individuālās intereses un mācību vajadzības un kuras pamatā ir mācību procesa plānošana, ņemot vērā individuālos mācīšanās stilus un sagatavotības līmeņus (Hall et al., 2019; Tomlinson, 2001). Šāda veida mācība ietver kursa saturu un aktivitātes, kas pielāgotas studentu interesēm, gatavības līmenim un mācību profiliem. Diferencētai mācībai var būt nepieciešama mācības plānošana dažādos grūtības līmeņos atkarībā no katra skolēna spējām. Ir seši svarīgi principi, kas būtu jāņem vērā, īstenojot diferencētu mācību (Çam & Acat , 2023):

1. Mācību process jāstrukturē, balstoties uz katra priekšmeta pamatjēdzieniem, principiem un prasmēm. Diferencētā mācībā ir svarīgi apgūt priekšmeta pamatus un svarīgas daļas.
2. Jānodrošina elastība, ņemot vērā individuālās atšķirības klasē, un šīs atšķirības ir jāievēro.
3. Elastīga grupēšana ir būtiska diferencētā apmācībā. Studenti strādā grupās dažādos veidos atkarībā no viņu individuālajām atšķirībām un aktivitātes veida. Grupu lielums tiek sakārtots atbilstoši skolēnu skaitam ar vienādām mācību vajadzībām un veicamās aktivitātes sarežģītības līmenim.

4. Studentiem jādod uzdevumi atbilstoši viņu individuālajām atšķirībām. Tā kā ir būtiski padziļināti izskatīt priekšmetus diferencētā apmācībā, katram skolēnam tiek doti uzdevumi tādā apjomā, cik viņš spēj ar tiem tikt galā, un tiek nodrošināts, ka viņš tos pārvar.

5. Diferencētai mācībai jābūt atvērtai nepārtrauktai pārmaiņām.

6. Instrukcijā jāveic nepārtraukta novērtēšana.

Diferencēta mācīšana ar digitālajiem rīkiem ir šīs metodes pielietošana, izmantojot digitālās platformas un tehnoloģijas. Personalizējot kursu saturu ar digitālajiem rīkiem, pedagogi var paaugstināt studentu akadēmiskos panākumus, mācīšanās līmeni un mācību motivāciju (Anderson, 2008); skolēnu mācīšanos var uzraudzīt uzreiz un novērst nepareizu mācīšanos, nodrošinot tūlītēju atgriezenisko saiti un korekciju (Means et al., 2010).

Projekta rezultātu sagatavošanai diferencēta mācīšana ar digitālajiem rīkiem ļauj apkopot bagātīgus datus par skolēnu iesaistīšanos, progresu un uzlabošanas jomām. Šos datus var analizēt, lai noteiktu tendences un modeļus, kas nodrošina efektīvāku mācību praksi, veicinot uz pierādījumiem balstītus rezultātus. Iekļaujot adaptīvās tehnoloģijas, pedagogi var izveidot personalizētus mācību ceļus, kas var kalpot kā vērtīgi gadījumu pētījumi vai izmēģinājuma rezultāti plašākai izplatīšanai (Smith et al., 2015).

Runājot par projektu izplatīšanu, digitālie rīki atvieglo interaktīvu atskaišu, prezentāciju un multivides satura izveidi, kas spilgti parāda diferencētas mācīšanas efektivitāti. Platformas, piemēram, tiešsaistes mācību pārvaldības sistēmas (LMS) un sadarbības digitālā vide, nodrošina nevainojamu projekta rezultātu kopīgošanu ar ieinteresētajām personām, veicinot lielāku pārredzamību un iesaistīšanos. Turklāt, lai sasniegtu plašāku auditoriju un ilustrētu paraugpraksi, var izmantot video demonstrācijas, tīmekļa seminārus un virtuālās darbnīcas (Brown & Green, 2019).

Izmantojot digitālos rīkus diferencētā mācībā, projekti var sasniegt augstāku mērķojamības un atkārtojamības līmeni. Šī pieeja ne tikai uzlabo studentu mācīšanās pieredzi, bet arī sniedz vērtīgu ieskatu, kas var veidot turpmākās izglītības iniciatīvas un politikas (Reeves, 2020).

Kā ieviest diferencētas instrukcijas ar digitālajiem rīkiem?

Diferencētu apmācību ar digitālajiem rīkiem skolotāji var īstenot, apvienojot dažādas stratēģijas un tehnoloģijas. Daži no tiem ir:

A. Mācību pārvaldības sistēmas (LMS): tās var definēt kā programmatūras platformas, ko pedagogi izmanto, lai pārvaldītu, izplatītu un pārraudzītu mācību materiālus. Populāras LMS, piemēram, Moodle, Blackboard un Google Classroom, ļauj organizēt dažādus mācību materiālus, piemēram, tiešsaistes kursus, izglītojošu saturu, uzdevumus un eksāmenus atbilstoši skolēnu individuālajām vajadzībām un uzraudzīt skolēnu mācīšanos (Watson & Watson, 2007). LMS ir instrumenti, kas atvieglo mācīšanas procesu gan skolēniem, gan pedagogiem (Pina, 2010). LMS ir daudz priekšrocību, piemēram, viegla piekļuve un elastība,

studentu izsekošana un atgriezeniskā saite, kā arī mijiedarbība un līdzdalība forumos/diskusiju dēļos/ziņojumapmaiņas rīkos (Anderson, 2008; Hrastinski, 2008; Means et al., 2010).

B. Adaptīvā mācību programmatūra. Tā ir programmatūra, piemēram, DreamBox un Smart Sparrow, kas pielāgo kursa saturu atbilstoši studentu mācīšanās ātrumam un līmenim un atbalsta izglītības personalizēšanu (Hall et al., 2019). Adaptīvā mācību programmatūra apkopo datus visā izglītības procesā ar īpaši indivīdam sagatavotām mācību programmām un optimizē izglītības saturu ar adaptīvo mācību tehnoloģiju. Adaptīvā mācību programmatūra ļauj katram indivīdam saņemt saturu, kas atbilst viņu mācību rezultātiem. Tāpat kā navigācijas lietojumprogramma automašīnām visefektīvākajā veidā nogādā transportlīdzekli līdz galamērķim un nosaka jaunu maršrutu, ja tas noiet greizi, adaptīvā mācību programmatūra veic tos pašus uzdevumus skolēniem. Dažas no šīm programmām (<https://belisoft.com/custom-elearning-development/ai-in-education/adaptive-learning-ai>):

- Duolingo; apvieno mašīnmācību un adaptīvo mācīšanos mākslīgajā intelektā. Šī lietojumprogramma koncentrējas uz valodu apguvi, izmantojot spēlēšanu un pielāgošanās spēju.
- Prodigy Math ir spēļu programmatūra, kuras pamatā ir adaptīvs algoritms, lai nodrošinātu matemātikas mācīšanos, un tā var noteikt studentu stiprās un vājās puses.
- Embibe ir programmatūra, kas apvieno mākslīgo intelektu un datu zinātni, lai palīdzētu K-12 skolēniem aizpildīt zināšanu trūkumus un sagatavoties eksāmeniem.
- Lexia PowerUP ir programmatūra, kas izstrādāta, lai palīdzētu 6.–12. klasēm uzlabot lasīšanas un rakstīšanas prasmes. Programmatūra izmanto testus, lai vadītu studentu, piedāvā prakses padomus un nodrošina audio un teksta atbalstu.



2. attēls. 8 labākās adaptīvās mācību platformas 2024. gadā

(<https://change.walkme.com/adaptive-learning-platforms/>)

C. Interaktīvie izglītības rīki: tie ir rīki, kuru mērķis ir palielināt līdzdalību, nodrošinot skolēniem interaktīvas un jautras mācību aktivitātes (Clark & Mayer, 2023). Daži no šiem rīkiem:

- Kahoot; ir Web 2.0 rīks un platforma, kurā var izveidot tiešsaistes eksāmenus, aptaujas vai diskusijas. Izmantojot Kahoot, uz ekrāna pa vienam tiek parādīti skolotāja iepriekš sagatavotie jautājumi, skolēni atzīmē atbildes un vāc punktus, izmantojot internetu ar savām mobilajām ierīcēm. Kad jautājumi ir pabeigti, ekrānā tiek parādīti to skolēnu vārdi, kuri saņēmuši vietu. Skolotājs var arī pārskatīt rezultātu ziņojumus un atklāt trūkumus (Tetik & Korkmaz, 2018).
- Viktorīna; ir ērti lietojama platforma, kas palīdz skolēniem izklausīties mācību laikā, un skolotāji klases stundās piedāvā interaktīvus mācību materiālus. Lietotāji var izveidot viktorīnas, spēles un aptaujas, lai dalītos ar skolēniem klasē vai tālmācībā (<https://support.quizizz.com/hc/en-us/articles/203610052-What-is-Quizizz>).
- Nearpod; ir mobilā un tīmekļa lietojumprogramma, kas ļauj skolotājiem izveidot un koplietot saistošas multivides prezentācijas ar saviem skolēniem. Izmantojot Nearpod, skolotāji savām prezentācijām var viegli pievienot interaktīvas funkcijas, piemēram, viktorīnas, aptaujas un videoklipus (<https://www.upeducators.com/blog/what-is-nearpod-features-and-uses-in-the-classroom/>).

D. Datu analīze un atgriezeniskās saites sistēmas. Datu analītika ir sistēmas, ko izmanto, lai analizētu datus, kas savākti no skolēnu mācību procesiem, izmantojot digitālos rīkus, un optimizētu izglītības procesus, padarot šos datus jēgpilnus (Siemens, 2013). Tādā veidā tiek sniegta informācija par skolēnu līdzdalību, progresu, sniegumu un citiem mācību kritērijiem. Atsauksmju sistēmas tiek izmantotas, lai nodrošinātu tūlītēju vai periodisku atgriezenisko saiti skolēniem un skolotājiem, izmantojot šos datus (Means et al., 2010).

3. nodaļa: Izglītojošu matemātikas spēļu izstrāde ar robotizētām rotaļlietām (Lucian Blaga, PhD, Sibiu Universitāte, Mihăescu Diana, PhD; Bologna Lia, PhD; Bîclea Diana, PhD)

Ievads

Spēle ir būtisks agrīnās bērnības attīstības aspekts, kas kalpo kā kognitīvās, emocionālās un sociālās izaugsmes stūrakmens. Izglītības jomā spēles integrēšana mācību procesā ir devusi ievērojamus ieguvumus, jo īpaši matemātikas izglītībā. Didaktiskā spēle kā interaktīva un patīkama nodarbības klasē veicina zinātkāri un motivē skolēnus izpētīt un izprast matemātiskos jēdzienus. Tā kā tehnoloģiju sasniegumi pārveido izglītības praksi, spēļu veidošanas elementu un izglītojošu robotu iekļaušana ir kļuvusi par spēcīgu instrumentu, lai uzlabotu skolēnu iesaistīšanos un izpratni. Šajā nodaļā ir aplūkota izglītojošo spēļu un mācību robotu loma matemātikas izglītībā, pētot to potenciālu būtisku matemātisku prasmju izkopšanā, kritiskās domāšanas veicināšanā un skolēnu sagatavošanā tehnoloģiju virzītai nākotnei. Pamatojoties uz konstruktīvisma un dinamiskas mācīšanās teoriju principiem, tas uzsver, kā inovatīvi mācību modeļi, kuros izmantota robotika, var pārveidot tradicionālās pieejas matemātikas mācīšanai, uzsverot uz studentiem vērstu, pieredzē balstītu mācīšanos.

Pamatojums un principi

Spēlei ir izšķiroša nozīme bērna attīstībā pirmsskolas vecumā. Šajā periodā viņi piedzīvo virkni būtisku transformāciju kognitīvā, emocionālā un sociālā līmenī. Didaktiskā spēle ir būtisks instruments matemātikas izglītībā; kā nodarbības klasē, tā veicina patīkamu un iedvesmojošu atmosfēru, aizdedzina zinātkāri un tiekšanos pēc zināšanām. Spēļu veidošanas elementu iekļaušana, izmantojot izglītojošus robotus, var ievērojami uzlabot mācību procesu (Tan-I Chen et al., 2023).

Tehnoloģiskās matemātikas spēles var uzlabot matemātisko izpratni. Dizains, kas atvieglo matemātisko jēdzienu integrāciju, var ievērojami uzlabot iegūto zināšanu izpratni, saglabāšanu un pielietojumu (Moyer-Packenham et al., 2019).

Spēlēm ir izšķiroša nozīme četru pamatkompetenču izkopšanā (Russo et al., 2021):

- a) raitums;
- b) izpratne;
- c) problēmu risināšana;
- d) argumentācija.

Pētījumi liecina, ka iesaistīšanās matemātikas mācībās, izmantojot spēles, uzlabo skolēnu neatlaidību un veicina dziļāku, kritiskāku domāšanu. Pastiprināta līdzdalība izglītojošās aktivitātēs, ko veicina spēles, ir saistīta ar paaugstinātu iekšējo motivāciju un uzlabotu izpratni par zināšanu pielietojamību (Moon & Ke, 2020). Spēļu izmantošana matemātikas mācīšanai ir lieliska pieeja skolēnu motivācijas un iesaistīšanās palielināšanai. Pētījumi liecina, ka uz spēlēm balstīta mācīšanās uzlabo informācijas saglabāšanu un veicina būtisku spēju attīstību, tostarp kritisko domāšanu un problēmu risināšanu (Wan et al., 2010).

Veidojot izglītojošu spēli ar mācību robotiem, ir ļoti svarīgi analizēt spēles mērķi, matemātiskās spējas, ko tā attīsta, kā arī mērķus un paredzamās sekas. Spēlei, kurā ir iekļauti mācību roboti, jādarbojas kā katalizatoram matemātikas apguvei un matemātisko jēdzienu izpratnei, kas bērniem bieži vien ir izaicinājums to abstraktā rakstura dēļ.

Efektīvs mācību dizains, kurā izmantoti izglītojoši roboti, dinamiskā un saistošā veidā integrē programmēšanu, robotiku un matemātiku. Izglītojošu robotu izmantošana matemātikas stundās izceļ kompetenču, prasmju un iemaņu uzlabošanu un pilnveidošanu mācību priekšmetā. Tos var izmantot izglītības procesā, sākot ar matemātisko jēdzienu iedibināšanu pirmsskolā un virzoties no fundamentālām apgūvē līdz matemātisko priekšstatu attīstībai, kurā vairāk tiek akcentēta uz studentiem vērsta mācība, nevis uz saturu, un matemātikas disciplīnai raksturīgo kompetenču izkopšana.

Zoltana Dienes iedibinātie principi ir pamatā matemātisko jēdzienu attīstībai, sekmējot loģiski-matemātisko spēļu veidojošās vērtības radīšanu (Fabian & Kasza, 2022). Zoltana Dienes matemātikas mācīšanās idejas ir īstenotas matemātikas mācībās, veidojot ietvaru abstraktu matemātisko priekšstatu attīstībai (Sriraman & English, 2005). Z. Dienes piedāvāto principu ieviešana palīdz izstrādāt matemātisko jēdzienu izkopšanas mācības modeli, principus, kas atbalstīs aktivitāšu izstrādi spēļu aizsegā, izmantojot izglītojošus robotus:

1. Konstruktīvisma princips uzsver zināšanu iegūšanu, izmantojot jēdzienu loģisku virzību. Robota programmēšana atvieglo problēmu vai izaicinoša scenārija risināšanas soļu noteikšanu, sākuma punkta un galapunkta noteikšanu, kas izriet no izstrādātās matemātiskās sistēmas un dažādu apstākļu;
2. Dinamiskais princips, pieredzes uzkrāšana ar izglītojošo robotu un darbību izpilde kā spēle beidzas ar jēdziena konstruēšanu. Pāreja no nestrukturētas uz strukturētu spēli atvieglos konkrētā matemātikas priekšmeta izpratni. Īstenošanas noteikumi vai dažādi spēles scenāriji nodrošina elastību, lai izvēlētos alternatīvus ceļus, kas dod identiskus rezultātus;
3. Matemātiskās mainīguma princips ietver abstrakcijas un vispārināšanas evolūciju matemātiskās spriešanas pilnveidošanā. Darbības, kas tiek veiktas ar izglītojošiem robotiem, ir strukturētas kā spēle, kurā fundamentālie jēdzieni tiek noskaidroti caur gadījumiem, veicinot vispārinātākas izpratnes veidošanos;
4. Uztveres daudzveidības princips. Matemātisko struktūru attīstība vairākās uztveres modalitātēs. Studentu un viņu atšķirīgo personību izglītības pieredze radīs dažādus mācīšanās scenārijus, kas ļaus viņiem noturīgāk izprast matemātikas tēmas un izkopt pielāgojamu matemātisko spriešanu.

Mācību rezultāti klasē, izmantojot mācību robotus, ir atkarīgi no izglītības līmeņa, mācību priekšmeta jomas, lietošanas ilguma, novērtējuma veida un robota veida (Wang et al., 2023). Spēles vadīšanas procesā ir trīs faktori: a) skolēni; b) skolotājs; c) tehnoloģija. Katrs elements veicina izglītojošo robotu efektīvu izmantošanu matemātikas stundās, sasniedzot izvirzītos mērķus.

Īpaša loma ir studentam, kurš:

- neaprobežojas ar situācijas pārdomāšanu, kurā atrodas; viņi pārdomā šo situāciju, patstāvīgi iztēlojas dažādus iespējamus risinājumus, konfrontē savu viedokli ar līdzcilvēku viedokli un izlabo iespējamās kļūdas;
- pēta dažādus variantus, kas noved pie risinājuma, izvēloties izdevīgāko un uz tā pamata veidojot jaunus alternatīvus risinājumus, kurus cenšas pareizi un sakarīgi formulēt;
- ir pilnīga brīvība risinājuma variantu izvēlē - viņam sava izvēle jāpamato, parādot kolēģiem viņu piedāvātās priekšrocības;
- spēles laikā var pieļaut dažas kļūdas, un bērnam palīdz un tiek virzīts tās labot pašam vai ar vienaudžu atbalstu;
- spēļu gaitā būtiska ir apzināta darbība, nepārtraukti meklējot un atklājot risinājumus (Mārcuļ, 2015).

Izglītības robotu izmantošanai matemātikā ir daudz priekšrocību, tostarp:

1. Mācīšanās notiek caur personīgo pieredzi. Skolēni mācās, izmantojot, veidojot un eksperimentējot ar robotiem (Chin et al., 2014; Giuseppe & Martina, 2012).
2. Kritiskās domāšanas attīstība. Robotu programmēšanai ir nepieciešama loģiskā domāšana, problēmu risināšana un radošums (Isabelle ML et al., 2019).
3. Sadarbība un komunikācija. Darbs komandā robotu projektos uzlabo sociālās un komunikācijas prasmes (Khanlari, 2016).
4. Paaugstināta motivācija. Robotu aktivitātes padara mācīšanos jautrāku un saistošāku (Chin et al., 2014; Konijn & Hoorn, 2020).
5. Gatavošanās nākotnei. Attīstīt mūsdienu sabiedrībai būtiskas digitālās prasmes, piemēram, programmēšanu un skaitļošanas domāšanu (Alqahtani et al., 2022).
6. Diferencēta mācīšanās. Visiem bērniem ir pieejama mācīšanās neatkarīgi no katra bērna spējām un spējām (Concinha et al., 2015, Konijn & Hoorn, 2020).

Ieguvumi skolotājiem

Spēles veidošanas aktivitātes izveide ietver daudzpusīgu procesu, kas ietver: izglītības mērķu noteikšanu, mērķa grupas atribūtu (intereses, zināšanu līmeni, preferences) analīzi, spēles mehānikas pielāgošanu grupas specifikai un mācību mērķu un izmantoto spēles elementu saskaņošanas nodrošināšanu (Kim, 2015). Pedagogi var modificēt mācību programmas saturu, lai atvieglotu aktivitātes matemātisku izglītojošu spēļu veidā, kā primāro resursu izmantojot izglītojošo robotu. Vingrinājumu vai problēmu var uzskatīt par didaktisko spēli, ja (Nour, 2022): a) tas atbilst mērķim un pedagogiskam mērķim no matemātiskā viedokļa; b) tajā ir iekļauti spēles komponenti, lai sasniegtu noteikto uzdevumu; c) tajā tiek izmantoti noteikti spēles noteikumi, kurus studenti saprot un ievēro.

Skolotāju pedagogiskā pieredze ietver taktiku, kas integrē izglītības robotus mācīšanas-mācīšanās-vērtēšanas procesā, izmantojot dažādas mācību metodoloģijas un procesus. D. Catlin un M. Blamires (2010) identificē 28 atšķirīgas metodoloģijas izglītības robotu izmantošanai: katalizators, demonstrēšana, spēles, prezentācijas, izaicinājumi, dizains, grupu aktivitātes, uzdevumi, problēmu risināšana, konceptualizācija, iesaistīšanās, induktīvā spriešana, projektā balstīta domāšana, sadarbība, eksperimentēšana, savienojumi, provokators, radošā mīklu izstrāde, izpētes modelēšana, izpēte, relāciju pieejas, artefakti, atskaitīšana, mērķtiecīgi uzdevumi, nomierināšana un nodošana.

Mācību robotus var izmantot visā izglītības procesā: no mācības un mācīšanās līdz vērtēšanai. Robots var kalpot kā nozīmīgs instruments pedagogisko pieeju un taktikas ieviešanā. Galvenās izglītības robotu izmantošanas priekšrocības mācību sistēmā ir (Khanlari, 2016):

- a) mācību pielāgošana, ļaujot pedagogiem izstrādāt individualizētas aktivitātes dažādās sarežģītības pakāpēs un pielāgot uzdevumus skolēnu īpašajām vajadzībām. Aktivitātes var mainīt, lai tās atbilstu dažādiem jauniešu attīstības posmiem. Var izveidot dažādus izglītības ceļus, lai iedvesmotu un ņemtu vērā bērnu intereses;
- b) ātra un precīza atgriezeniskā saite ļauj ātri novērst nepilnības robotu uzdevumu laikā. Pedagogi var viegli iejaukties, lai saņemtu labojumus un sniegtu norādījumus. Tas motivē cilvēkus neatlaidīgi pielikt pūles;

- c) saistošas un patīkamas mācību aktivitātes, kas veidotas kā spēles ar izglītojošiem robotiem, stimulē bērnu līdzdalību, atvieglojot zināšanu apguvi. Šī procedūra atvieglo pedagogu pieredzi;
- d) roboti uzlabo matemātikas izglītības baudījumu un interaktivitāti, tādējādi palielinot skolēnu iesaistīšanos un motivāciju;
- e) mijiedarbība ar robotiem rada neaizmirstamu mācību pieredzi, kas uzlabo informācijas saglabāšanu ilgtermiņā;
- f) interaktīvu aktivitāšu attīstība ļauj skolotājiem vairāk laika veltīt radošu un saistošu uzdevumu sagatavošanai, kas audzina skolēnu kritisko domāšanu un radošumu. Robotikas integrācija klasē atvieglo digitālo prasmju un skaitļošanas domāšanas uzlabošanu, ļaujot skolēniem aklimatizēties pie mūsdienu tehnoloģijām un izkopt svarīgas digitālās kompetences nākotnei. Iesaistīšanās spēlēs vai citās formās ar izglītojošiem robotiem veicina skolēnu skaitļošanas domāšanas prasmju attīstību, tostarp problēmu sadalīšanu, algoritmu izstrādi un problēmu risināšanu.

Skolotāja loma aktivitāšu izstrādē un izpildē ar izglītojošiem robotiem ir ļoti nozīmīga:

- Skolotāja mērķis nav nodot zināšanas vai sniegt risinājumus; drīzāk tie veicina konkrētu problēmu scenāriju risināšanu izglītojamajiem. Bērniem patstāvīgi jāatklāj ceļš uz risinājumu, skolotājam sniedzot ieteikumus tikai nepieciešamības gadījumā;
- Skolotājam jāveicina bērnu iniciatīva un radošums;
- Bērniem jāļauj apstrīdēt savus uzskatus, patstāvīgi meklēt risinājumus un mācīties no savām kļūdām;
- Skolotājam ir jāatturas no noteiktas darba metodes uzspiešanas bērniem;
- Pirmsskolas vecuma bērniem ir izdevīgi patstāvīgi noteikt piemērotāko metodi, jo ne visas pieaugušo piedāvātās metodes ir bērniem saprotamas. Bieži vien bērns daudz efektīvāk saprot cita bērna paskaidrojumus. Loģiskās spēles ir aktivitātes, kuras galvenokārt tiek veiktas grupā vai frontālā vidē, un individuāla līdzdalība notiek reti.

Ir ierosināta virkne pedagoģisku ieteikumu pedagogiem par izglītības robotu izmantošanu (Zhong & Xia, 2020):

- a) izglītojošie roboti būtu jāizmanto īsiem uzdevumiem, kuriem nepieciešamas atbilstošas darbības spējas;
- b) skolotāja pienākums ir iedvesmot skolēnus, īpaši tos, kuriem ir zemāks zināšanu līmenis;
- c) ir jāizmanto mazāk sarežģīti roboti, lai uzsvērtu robota modeļa matemātiskos aspektus.

Rīki un resursi

Izglītības robots ir ierīce, kas īpaši izstrādāta izmantošanai mācību procesā. Tas var izpausties dažādās formās un izmēros, sākot no pamata konstrukcijas komplektiem līdz sarežģītiem, programmējamiem robotiem. Robots tiek uzskatīts par izglītojošu, ja tā galvenais mērķis ir veicināt mācīšanos, pilnveidot praktiskas iemaņas, uzlabot interaktivitāti izglītības procesā un paaugstināt motivāciju.

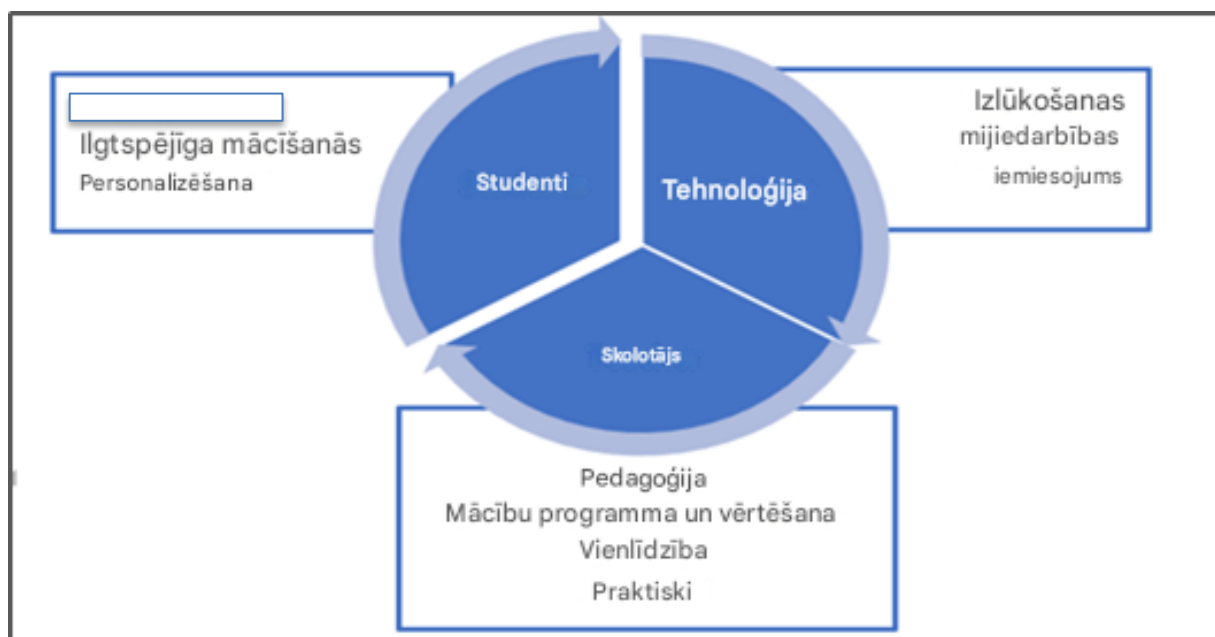
Trīs primārās metodikas veicina studentu matemātikas apguvi, izmantojot robotiku: a) mijiedarbība; b) programmēšana; c) projektēšana un celtniecība (Zhong & Xia, 2020).

Lai pierādītu, ka robots ir izglītojošs un piemērojams matemātikas mācībai, tam ir jāpiemīt izglītojoša robota pamatīpašības: a)tas ir daudzpusīgs dažādām aktivitātēm; b)tas ļauj studentiem manipulēt ar robota kustībām; c)to var pielāgot , lai pielāgotos katra studenta līmenim un īpašajām vajadzībām; d)tas ir izgatavots no netoksiskiem materiāliem, un tam ir pieejams dizains.

Plašs mācību robotu klāsts ietver būvniecības komplektus, kompaktus programmējamus robotus, robotu rokas un humanoīdus robotus. Šajā sarakstā ir iekļauti mazi programmējami roboti, kas ir pieejami lietošanai gan mācību profesionāļiem, gan studentiem. Šie roboti var izskatīties kā dažādi kukaiņi un dzīvnieki, kas ir veidoti tā, lai būtu draudzīgi un sagatavoti, lai atbalstītu zinātkārus bērnus. Visvienkāršākie robota aspekti, ko izmanto matemātiskos

uzdevumos, ietver tos, kurus skolēns var bez piepūles ieprogrammēt, un tajos ir vismaz četras virziena bultiņas, kas apzīmē robota kustības: uz priekšu, atpakaļ, pa kreisi un pa labi. Šīs bultiņas var kalpot kā virziena indikatori un matemātiski operatori dažādos izglītības kontekstos.

Ir vienpadsmit autonomi kritēriji mācību robotu efektīvai pielietošanai matemātikā (Catlin & Blamires, 2010). Šie principi attiecas uz trim elementiem: studentiem, skolotājiem un tehnoloģijām, un tie ir definēti atbilstoši šo elementu atribūtiem.



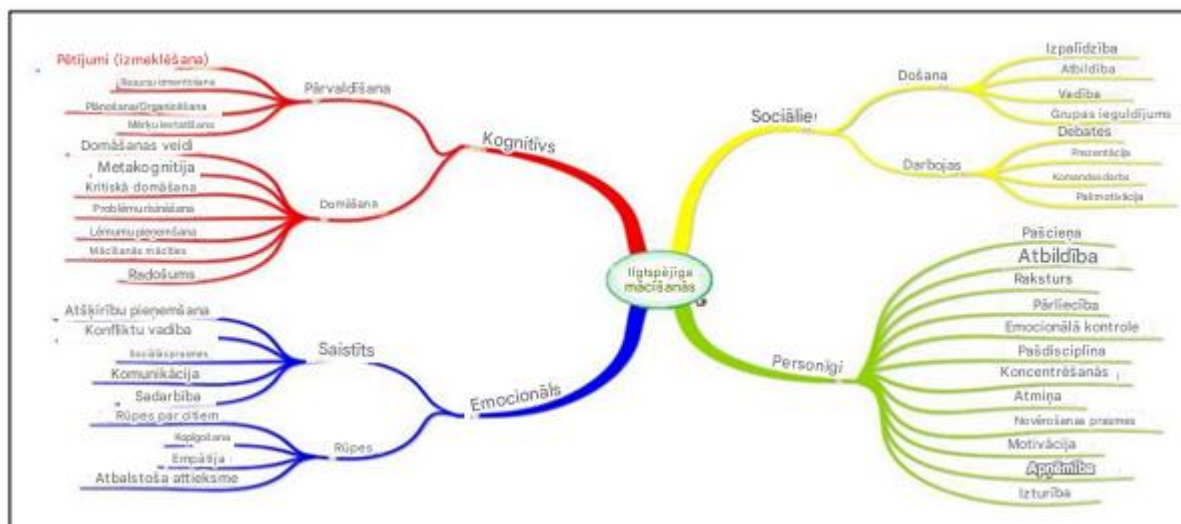
3.1.attēls. Izglītības robotu izmantošanas faktori (Catlin & Blamires, 2010)

Pārbaudot šos principus, veidojas pastāvīga asociācija starp trim komponentiem. Mācību roboti, ko izmanto kā mācību rīkus matemātisko koncepciju pielietošanā un attīstībā, veicina aktīvu iesaistīšanos šajās aktivitātēs. Mums tie ir jāizmanto pārdomāti atbilstoši uzdevumam, lai veicinātu skolēna specifisku zināšanu apguvi, stimulētu kritisko domāšanu, pilnveidotu prasmes vai radītu jaunus mācīšanās scenārijus, integrējot daudzveidīgu pieredzi (Catlin & Blamires, 2010).

Efektīva izmantošana ir atkarīga no pedagogiem un viņu izpratnes par jēdzienu, ka robots kalpo kā izdevīgs instruments, kas prasa prasmes to pareizi lietot. Izglītības robotu kā pedagogiska resursa izmantošana noskaidros to efektivitāti mērķu sasniegšanā un mērķu izpratnē. Izglītības robotu izmantošana mācību procesā veicina skolēnu aktīvu līdzdalību.

Skolēnu iesaistīšanās ar robotiem ietver izpratni par tehnoloģiskajām funkcijām, kuras robots spēj veikt. Mācību robotu pamatdarbības ir kustība pa kreisi, pa labi, uz priekšu un atpakaļ. Šos norādījumus papildina attiecīgie rādītāji, kurus mazi bērni var viegli apgūt un laika gaitā manipulēt. Matemātiskās darbības tiek izpildītas pēc īpašiem noteikumiem, piemēram, darbību secības aritmētiskajā izteiksmē, kurai robots sekos pēc secības noteikšanas un pēc tam vizualizēs trajektoriju. Procesu secības analīzi, sākotnēji abstraktu, var vizualizēt un efektīvi virzīt taustāmā veidā, izmantojot robotu. Izglītojošie roboti atvieglo bērniem labu mācīšanās pieredzi matemātikā. Abstraktus jēdzienus, kurus ir grūti vizualizēt un saprast, var noskaidrot, izmantojot robotiku, lai izveidotu precīzākus modeļus. Robotu iesaistīšanās matemātikas izglītībā veicina pozitīvu emocionālo stāvokli un veicina sociālās saites, kas uzlabo attieksmi, rada labvēlīgus mācību apstākļus un uzlabo izglītības pieredzi. Skolēnu iesaistīšanos matemātikas stundās var palielināt, izmantojot izglītojošus robotus.

Skolēna iesaistīšana uzdevumā kā spēle veicina saiknes starp skolēniem un robotu: a) mijiedarbība ar fizisko robotu ietver emocionālu un sociālu pieredzi; b) pieredze attiecas ne tikai uz maziem bērniem; c) roboti ieņem jaunu kategoriju, kas atrodas starp nedzīviem objektiem un cilvēkiem (Catlin & Blamires, 2010). Mēs apgūstam matemātiskos jēdzienus ar intuīcijas palīdzību un pēc tam metodiski pielietojam tos reālās pasaules situācijās. Kā vienots garīgais process, kas saistīts ar spriešanu, tas balstās uz atmiņām un zemapziņas pieredzi (Catlin & Blamires, 2010). Izmantojot pieejamos resursus, roboti var radīt scenārijus, kas mācību procesā iekļauj intuīciju. Izglītības roboti var palielināt ilgtermiņa mācīšanos, veicinot skolēnu metakognitīvās spējas, dzīves prasmes un pašapziņu. Bērni pārsvarā atrodas izglītības iestādēs, īpaši skolā. Šai izglītības sistēmai ir jāpaplašina tikai informācijas iegūšana, lai ietvertu socializāciju, komunikāciju, komandas darbu un pašapziņas attīstīšanu spējām (Khanlari, 2016; Alqahtani et al., 2022). Mācību robotu izmantošana veicina skolēnu kognitīvo, sociālo, personisko un emocionālo prasmju uzlabošanu mācību vidē (3.2. attēls).



3.2.attēls. Tipisku ilgspējīgas mācīšanās kritēriju domu karte, kas attiecas uz izglītības robotiem. - adaptēts no Aiovas 4H programmas (Catlin & Blamires, 2010)

Pastāv niansēta atšķirība starp mācību robotiem un pedagoģisko robotiku.

No sākuma kā pirmo akcentē ar specializētu robotikas komplektu izmantošanu, kas bieži vien ir dārgi un kas nodrošina visaptverošu aparatūras un programmatūras elementu pārbaudi. Un otrādi, pedagoģiskā robotika cenšas iekļaut robotikas principus parastajā mācību programmā, izmantojot vienkāršākas un pieejamākas tehnoloģijas, vienlaikus uzsverot skaitļošanas domāšanas un problēmu risināšanas spēju attīstību. Izglītības robotika nodrošina stingru praktisku saikni ar tehnoloģijām, savukārt pedagoģiskā robotika izmanto holistiskāku metodoloģiju, apvienojot vairāku disciplīnu atziņas ar robotikas fundamentālajiem aspektiem. Tas veicina uzlabotu pieejamību un elastību darbību izpildē, neprasot specializētu un dārgu aprīkojumu (Muñoz et al., 2020).

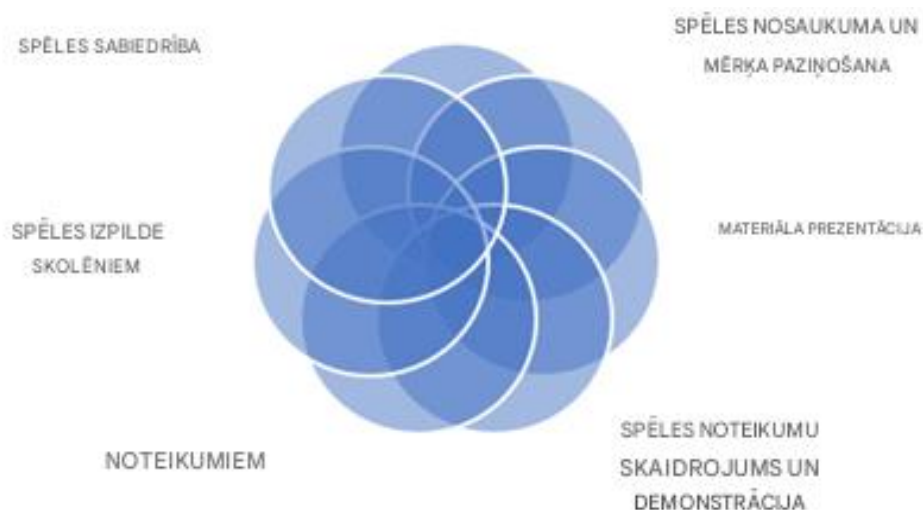
Aktīvās mācīšanās un sadarbības stratēģijas

Izstrādājot matemātikas spēli, nepieciešama rūpīga uzmanība tādiem elementiem kā patīkamas un pētnieciskas pieredzes radīšana, piemērotu izaicinājumu radīšana, spēlētājam

zināma rīcības brīvība, palīdzības piedāvāšana, kad tas ir nepieciešams, un galu galā spēles mehānikas iekļaušana, kas uzlabo matemātisko izpratni (Moon & Ke, 2020).

Lai organizētu mācību matemātikas konkursu, izmantojot izglītojošus robotus, ir nepieciešams: a) izstrādāt mācību spēli. Saturs analīze, resursu un piegādes organizēšana un scenārija formulēšana; b) tā saprātīga sakārtošana. Iekārtojuma konfigurācija un skolēnu grupēšana efektīvai spēles izpildei; c) izglītojošas spēles gadījumu atzišana. Kadence un pieeja tās vadībai; d) veicināt aktīvu studentu iesaistīšanos spēlē; e) labvēlīgas vides veicināšana; f) spēles komponentu daudzveidība.

Lai izveidotu izglītojošu spēli, ir svarīgi analizēt mācību programmas saturu un priekšmetu, apkopot nepieciešamos resursus un materiālus un noformulēt scenāriju. Veiksmīgai spēles norisei nepieciešama rūpīga skolēnu organizēšana, sagatavošanās darbībai un, ja nepieciešams, mēbeļu sakārtošana. Lai veiksmīgi īstenotu izglītojošo spēli, ir svarīgi uzsvērt daudzus galvenos aspektus (3.3. att.), kas veicina spēles mērķu sasniegšanu.



3.3.attēls. Spēles noteikumi (Neačsu, 1988)

Spēles sastāvdaļas ir: izglītojošais mērķis, izglītojošais uzdevums, spēles elementi, spēles noteikumi, spēles sarežģītība.

Izglītības mērķis ir aprakstīts, pamatojoties uz skolas mācību programmu, tam jābūt skaidram un precīzam. Mācību uzdevuma izstrādē jāvadās pēc vairākiem raksturlielumiem: 1) tam jākoncentrējas uz vienu satura aspektu; 2) jāformulē problēma tā, lai visi bērni to varētu atrisināt; 3) tajā jānorāda, kas bērniem apzināti un konkrēti jādara spēles laikā, lai sasniegtu mērķi; 4) tajā jāietver intensīva domāšanas operāciju mācība; un 5) tai būtu jāizmanto zināšanas, prasmes un kompetences dažādos veidos.

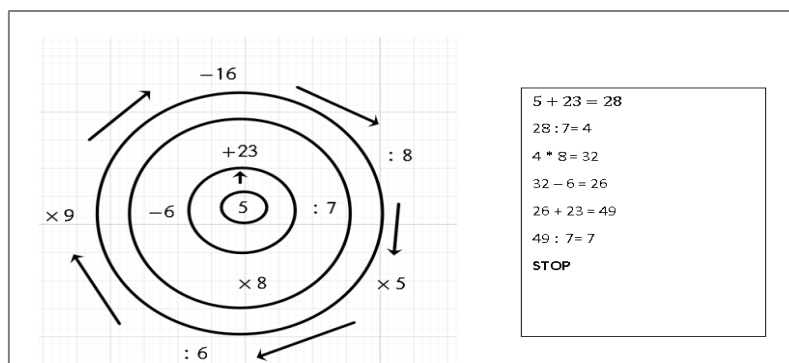
Spēles sastāvdaļas ir: izglītojošais mērķis, izglītojošais uzdevums, spēles elementi, spēles noteikumi, spēles sarežģītība. Izglītības mērķis ir aprakstīts, pamatojoties uz skolas mācību programmu, tam jābūt skaidram un precīzam.

Didaktiskais uzdevums ir jāizstrādā saskaņā ar vairākiem raksturlielumiem:

- tas attiecas uz vienu satura aspektu;
- problēmas formulējumam jābūt tādām, lai to varētu atrisināt visi bērni;
- precizējot, kas bērniem apzināti un konkrēti jādara spēles laikā, lai sasniegtu izvirzīto mērķi;
- intensīva domāšanas operāciju mācība;
- izmantot zināšanas, prasmes un kompetences dažādos veidos.

Darbību modeļi izglītības robotu pielietošanai matemātikas stundās:

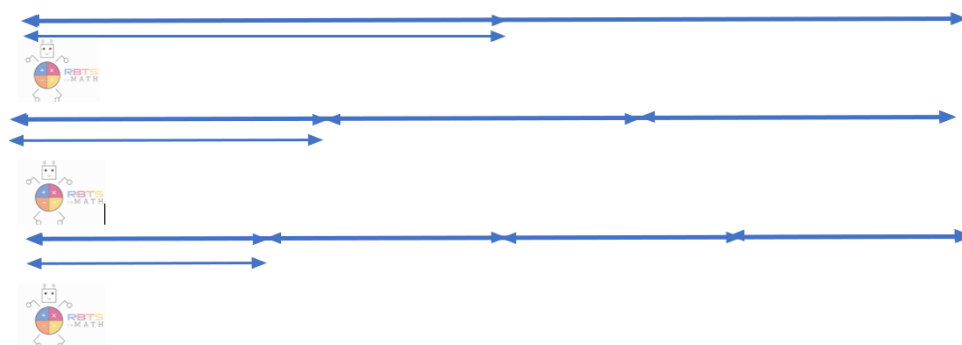
1. piemērs. Spēle ar ieskatu. Atrodiet īsāko ceļu un turpiniet aprēķinus. (3.4. att.).



Attēls 3.4 Spēles attēlojums (Neacșu, 1988)

Instrukcijas : Vidū robotu var novietot skolēna vadībā un tas veiks darbības atkarībā no izvēlētajā ceļa.

2. piemērs. Racionālie skaitļi: puse, trešdaļa un ceturtdaļa no skaitļa (3.5. att.).



3.5.att. Racionālie skaitļi

Norādījumi: skolēns robotu pārvieto saskaņā ar bultiņu, līdz tas sasniedz pozīciju, kas norāda pusi, trešdaļu vai ceturtdaļu.

Scenāriju modeļi izglītojošu spēļu projektēšanai ar izglītojošiem robotiem:

1. modelis.

Nosaukums: Četru operācija

Mācību rezultāts: reizināšanas/dalīšanas pamatjēdzienu atpazīšana, izmantojot dažādas stratēģijas, kas mobilizē skaitliskās attiecības un darbību īpašības.
Aritmētiskās darbības īpašību teorija:

1. Komutatīvā īpašība: $A \cdot B = B \cdot A$
2. Asociatīvā īpašība: $A \cdot (B \cdot C) = A \cdot (B \cdot C)$
3. Identitātes elements: $1 \cdot A = A \cdot 1 = A$
4. Distributīvā īpašība: $A \cdot (B + C) = A \cdot B + A \cdot C$
5. Reizināšana ar nulli: $A \cdot 0 = 0 \cdot A = 0$

Organizācijas soli:

1. Katrs skolēns izveido savu maršrutu.
2. Var piedalīties līdz 6 skolēniem, katram ir 2 vingrinājumi, kuros tiek pielietots īpašums.
3. Katrs kukainis attēlo kādu īpašību, un katrs skolēns izvēlas kukaini.
4. Atrodiet uzdevumu, kas saistīts ar kukaiņu, un nosakiet pāri savienoto kukaini ar citu vingrinājumu.
5. Bišu robots vienmēr atgriežas sākuma pozīcijā.

Darbības līdz pabeigšanai (3.6. att.):

1. Izvēlieties Ladybug. Darbības ir šādas: 1 uz augšu, 2 pa kreisi - 3 uz leju, 3 pa labi.
2. Izvēlieties kriketu. Darbības ir šādas: 3 pa kreisi - 2 uz leju, 3 pa labi.
3. Izvēlieties Caterpillar. Soļi ir šādi: 4 pa labi - 3 uz leju, 5 pa kreisi.
4. Izvēlieties Butterfly. Soļi ir šādi: 1 pa labi, 3 uz leju - 2 pa labi, 5 uz augšu.
5. Izvēlieties Beetle. Darbības ir šādas: 4 pa labi, 2 uz augšu - 4 uz leju, 1 pa kreisi.
6. Izvēlieties Bondar. Darbības ir šādas: 2 uz augšu - 2 pa labi, 3 uz leju.

				$7 \times (2+3)$ 				10×1 
		3×2 					$4 \times (5+6)$ 	
	0×6 			 START				$2 \times (4-3)$ 
						$7 \times 2 + 7 \times 3$ 		
2×3 				6×0 			1×10 	
			$2 \times 4 - 2 \times 3$ 		$(4 \times 5) \times 6$ 			

3.6.attēls. Darba virsma 1. modelim

2. modelis.

Nosaukums: Apakšvienības un vienlīdzības daļas

Temats: skaitļu izmantošana aprēķinos. Uzdevums ietver naturālu skaitļu noteikšanu diapazonā no 0 līdz 10 000, kā arī apakšvienības vai viendabīgās daļas, kuru saucēji ir mazāki vai vienādi ar 10.

Darbības mērķis: Apakšvienības un līdzvērtīgu daļskaitļu lasīšana un rakstīšana levads. Spēle sastāv no apakšvienību daļskaitļu un līdzvērtīgu daļu noteikšanas, to lasīšanas un rakstīšanas.

Resursi ietver : a) robotu vai bultas un rotaļlietu; b) kartes ar apakšvienību daļskaitļiem un līdzvērtīgām daļām; c) maršruta karte.

Sīkāka informācija scenāriju aprakstos. Kartē ir kartītes ar vienību daļām un apakšvienību daļām. Mēs pēc kārtas atlasīsim apakšvienību daļas un vienību daļas. Katrs skolēns izvēlēsies vienu no dotajiem daļskaitļu veidiem un izveidos savu maršrutu. Atrodot daļskaitli, viņi nosauks daļu un pierakstīs, kāda veida daļa tā ir.

Darbības, kas jāievēro:

1. Kopā iepazīstam spēles noteikumus.
 2. Izveidojiet garīgo maršruta karti, lai savāktu kartes.
 3. Ieprogrammējiet robotu (vai salieciet bultiņas pareizā secībā). Spied starts!
 4. Mēs ieprogrammēsim robotu, lai tas sasniegtu katru frakciju, izmantojot atbilstošo soļu skaitu.
3. modelis.

Nosaukums: Operāciju kārtība

Temats: Skaitļu izmantošana aprēķinos. Uzdevums ietver skaitļu reizināšanu diapazonā no 0 līdz 1 000 000, nodrošinot, ka faktori satur ne vairāk kā trīs ciparus, un sadalot tos viena vai divciparu skaitļos.

Nodarbības mērķis : Uzdevumu risināšana ar zināmām operācijām, ievērojot darbību secību un iekavas nozīmi (tikai apaļās un kvadrātveida iekavas).
Ievads. Spēle sastāv no uzdevumu risināšanas ar zināmām operācijām, ievērojot darbību secību un iekavu nozīmi. Vingrojumā, kad mums ir iekavas, tiks ievēroti šādi noteikumi: Vispirms tiks veiktas darbības apaļajās iekavās (mazajās iekavās). Darbības kvadrātiekvās tiek pārveidotas apaļajās iekavās, uzdevums tiek pārrakstīts un pēc tam risināts tālāk.

Resursi:

1. Robots vai bultas un bišu rotaļlieta
2. Kartītes ar cipariem abās pusēs
3. Maršruta karte

Sīkāka informācija scenāriju aprakstos

Kartē ir karte ar divām pusēm, vienā pusē norādīts operācijas pasūtījuma numurs, bet otrā pusē katras darbības rezultāts. Jums ir jāveic operācija un jāatrod karte ar pareizo rezultātu. Iegūtais rezultāts tiek salīdzināts ar atrasto karti.

Vingrinājuma piemērs: $50+12 \times [214-240:(16-2 \times 5)]-10 \times 100$

Īstenošanas posmi:

1. Kopā izlemjam spēles noteikumus.
2. Izveidojiet garīgo karti, kurā var savākt kārtis.
3. Ieprogrammējiet Bee Bot (vai sakārtojiet bultiņas pareizā secībā). Spied Sākt!
4. Pirmā darbība ir uz lapas ar rezultātu 1 ar 10; mēs ieprogrammējam robotu, lai sasniegtu šo lapu, un skolēns piezīmju grāmatiņā pārbauda rezultātu ar to, kas ir izvēlētajā lapā.
5. Mēs turpinām atlikušās darbības: 2×6 ; 3×40 ; 4×174 ; 5×2088 ; 6×1000 ; 2138×1138 ; un tā tālāk, līdz mēs sasniedzam vingrinājuma beigas.
6. Katram rezultātam skolēns virzīsies pa ceļu, ko viņš ir izdomājis ar robotu.

Šeit ir daži vispārīgi padomi skolotājiem, īstenojot izglītojošas robotu spēles:

1. Spēles sākumā dod norādījumus!
2. Katrs skolēns individuāli atrisinās katru darbību, un tas, kurš veiks darbību pirmais, atnāks un, izmantojot robotu, atradīs karti ar rezultātu.
3. Mudiniet bērnus runāt skaļi, kad viņi domā par vēlamu rezultātu.
4. Ļaujiet bērniem kļūdīties. Mēģinājums vēlreiz un kļūdas atklāšana ir daļa no spēles!

5. Ja vēlaties palielināt uzdevumu izpildes ātrumu, spēlējiet spēli komandās, lai palielinātu konkurenci!

Secinājums

Didaktiskajai spēlei, kas integrēta ar izglītojošiem robotiem, ir izšķiroša nozīme pirmsskolas vecuma bērnu matemātiskajā attīstībā. Pielietojot Zoltana Dienes principus, šāda veida mācīšanās ne tikai atvieglo abstraktu jēdzienu izpratni, bet arī attīsta tādas būtiskas prasmes kā kritiskā domāšana, sadarbība un radošums. Tādējādi spēļu un izglītojošu robotu integrācija matemātikas izglītībā ne tikai pārveido mācību procesu, bet arī veido stabilu pamatu matemātisko prasmju attīstībai.

Mācību robotu izmantošana ne tikai personalizē mācīšanos, bet arī nodrošina tūlītēju atgriezenisko saiti, palīdzot skolēniem ātri novērst visas nepilnības. Spēles ietvaros organizētās aktivitātes kļūst neaizmirstamas, veicinot zināšanu saglabāšanu ilgtermiņā. Turklāt skolotāja loma mainās no informācijas sniedzēja par mācīšanās veicinātāju, mudinot skolēnus atklāt risinājumus un attīstīt savu radošumu. Šī pieeja ne tikai uzlabo skolēnu iesaisti, bet arī attīsta viņu digitālās prasmes un skaitļošanas domāšanu, tādējādi sagatavojot viņus nākotnei. Tāpēc skolotāju un izglītības robotu sadarbība izglītības procesā ir būtiska, lai izveidotu dinamisku un efektīvu mācību vidi, kurā katram skolēnam ir iespēja progresēt savā tempā un attīstīt nepieciešamās prasmes, lai tiktu galā. Tie ne tikai atvieglo mācīšanos, izmantojot interaktivitāti un pielāgošanās spēju, bet arī veicina praktisko iemaņu un kritiskās domāšanas attīstību. Mācību robotu būtiskās īpašības, piemēram, kustību vadība un iespēja pielāgot dažādiem mācību līmeņiem, padara tos pieejamus un pievilcīgus skolēniem. Izmantojot šos robotus, skolotāji var pārveidot abstraktus jēdzienus konkrētā pieredzē, tādējādi uzlabojot izpratni par matemātiku un veicinot skolēnu aktīvu iesaistīšanos. Turklāt pieeja, izmantojot rūpīgi organizētas izglītojošas spēles, var veicināt skolēnu sadarbību un komunikāciju, radot patīkamu un motivējošu mācību vidi. Tādējādi izglītojošo robotu integrēšana matemātiskās aktivitātēs ne tikai uzlabo mācību procesu, bet arī veicina nākotnei būtisku prasmju attīstību, sagatavojot skolēnus pastāvīgi mainīgajai pasaulei. Ir ļoti svarīgi, lai skolotāji saprastu, kā

efektīvi izmantot šos resursus, lai maksimāli palielinātu izglītības ieguvumus, ko var sniegt roboti.



4. nodaļa: Iesaistošu klases aktivitāšu plānošana apvērstā mācībā (SCUOLA DI ROBOTICA, Filippo Bogliolo, MA)

Pamatojums un principi

Apvērstā mācīšanās ir būtiskas izmaiņas izglītības strukturēšanas veidā. Apvēršot tradicionālo mācības modeli, tas pozicionē studentus kā aktīvus dalībniekus viņu pašu mācību ceļā. Robotikas izglītībā šī pieeja ir īpaši ietekmīga, jo tā veicina zinātkāri, autonomiju un praktisku problēmu risināšanu, kas ir ļoti svarīgi, lai izprastu robotikas starpdisciplināro raksturu.

Seimūrs Papīrs, konstruktīvisma tēvs, apgalvoja, ka *"mācīšanās notiek visefektīvāk, ja cilvēki aktīvi iesaistās viņiem nozīmīgu lietu izstrādē un radīšanā."* Apvērstā mācīšanās ietver šo ētiku, pārceļot tiešus norādījumus — lekcijas, lasījumus vai video nodarbības — uz pirmsklases sesijām, vienlaikus veltot laiku pētnieciskām un sadarbības aktivitātēm. Šī maiņa lieliski saskan ar robotikas izglītību, kur abstrakti principi matemātikā, programmniecībā un inženierzinātnēs atdzīvojas, izmantojot taustāmus projektus.

Apvērstās mācīšanās pamatprincipi robotikā

1. Uz studentiem vērsta mācīšanās:

skolēni pirms nodarbības patstāvīgi iesaistās pamata saturā (piemēram, mācības par robotikas koncepcijām). Tas veicina pašmērķīgu izpēti un nodrošina, ka viņi ierodas gatavi praktiskiem uzdevumiem.

2. Aktīva mācīšanās klasē:

Nodarbības laiks tiek veltīts zināšanu pielietošanai, izmantojot sadarbības projektus. Piemēram, studenti var strādāt komandās, lai izstrādātu un programmētu robotu, kas spēj orientēties labirintā, atrisināt reālās pasaules problēmas vai simulēt dabas sistēmas.

3. Digitālo rīku integrācija:

Robotikas izglītība gūst labumu no tādām digitālajām platformām kā Scratch un mBlock, kas ļauj skolēniem eksperimentēt ar kodēšanu un loģiku mājās. Šādi rīki ļauj audzēkņiem rotaļīgā, intuitīvā veidā vizualizēt abstraktas matemātikas un programmēšanas koncepcijas.

4. Konstruktivistiskā pedagogija:

Papīra idejās sakņojas, apvērstā mācīšanās uzsver "mācīšanos darot". Studenti būvē

robotus, programmē tos un vēro sava darba rezultātus, gan kognitīvi, gan fiziski iesaistoties materiālā.

5. **Personalizēšana un pieejamība:**

Apvērstā mācīšanās nodrošina diferencētu apmācību. Studenti var mācīties savā tempā ārpus klases, vajadzības gadījumā atkārtoti pārrunājot sarežģītas tēmas, savukārt skolotāji sniedz mērķtiecīgu atbalstu klases aktivitāšu laikā.

Teorētiskie pamati

Apvērsto mācīšanos dziļi ietekmē tādi domātāji kā Seimūrs Papīrs un Mičels Resniks. Resniks, MIT Media Lab galvenā figūra, uzsvēra, cik svarīgi ir radīt vidi, kurā audzēkņi var “iztēloties, radīt un atspoguļot”. Šī ideja ir galvenā robotikas izglītībā, kurā skolēni pāriet no informācijas patēriņa uz risinājumu radīšanu.

Tāpat Šenona teorijas par informācijas plūsmu un sistēmām iedvesmo robotikas izglītību, uzsverot atgriezeniskās saites un iterācijas nozīmi. Apvērstā mācīšanās to izmanto, iekļaujot iteratīvus projektēšanas ciklus: studenti analizē problēmas, pārbauda risinājumus ar saviem robotiem un pilnveido savas pieejas.

Kāpēc robotikas izglītības ieguvumi

Robotikas izglītība ir unikāli piemērota apvērstai mācībai tās starpdisciplinārā rakstura dēļ. Fizikas, inženierzinātņu un matemātikas jēdzieni pēc būtības ir saistošāki, ja tos izmanto dinamiskos, reālās pasaules kontekstos. Piemēram:

- **Matemātika:** skolēni var izpētīt ģeometriju un algebru, programmējot robotus, lai izsekotu formas vai aprēķinātu optimālos ceļus.
- **Inženierzinātnes:** robotu veidošana un problēmu novēršana padziļina izpratni par mehāniskajām un elektriskām sistēmām.
- **Problēmu risināšana:** studenti izmanto loģiku un kritisko domāšanu, atklūdojot programmas un pilnveidojot robotu uzvedību.

Izmantojot apvērsto mācīšanos, pedagogi dod iespēju skolēniem kļūt par savas izglītības līdzveidotājiem. Šis modelis ne tikai uzlabo iesaistīšanos, bet arī ieaudzina svarīgas 21. gadsimta prasmes, piemēram, sadarbību, noturību un radošumu. Šie principi, ja tie tiek piemēroti robotikas izglītībai, nodrošina, ka mācīšanās ir gan nozīmīga, gan neaizmirstama.

Ieguvumi skolotājiem

Apvērstās mācīšanās robotikas izglītībā skolotājiem piedāvā vairākas priekšrocības:

Uzlabota iesaistīšanās: skolotāji var koncentrēties uz studentu vadīšanu sarežģītu, praktisku uzdevumu veikšanā, tā vietā, lai lasītu atkārtotas lekcijas.

Individuāls atbalsts: nodarbības laiks tiek pavadīts, risinot konkrētus izaicinājumus un mudinot sadarbību, radot iespējas personalizētai mācībai.

Labāki mācību rezultāti: ļaujot studentiem izpētīt jēdzienus pirms nodarbības, viņi ierodas sagatavoti un motivēti, tādējādi radot dziļāku izpratni un saglabāšanu.

Inovācijas mācībās. Balstoties uz Šenona informācijas un interaktivitātes teoriju principiem, skolotāji var iekļaut dinamiskas, ar atgriezenisko saiti bagātas sistēmas, lai padarītu mācīšanos ietekmīgāku.

Šīs priekšrocības palīdz pedagogiem veidot vidi, kurā skolēni kļūst par aktīviem dalībniekiem savā mācību ceļā.

Šajā sadaļā ir izklāstītas priekšrocības, ko skolotāji var iegūt, robotikas izglītībā pielietojot apgrieztu mācīšanos.

Tālāk ir sniegts detalizēts ieskats par to, kā apvērstā mācīšanās dod labumu skolotājiem uz robotiku orientētās klasēs.

1. Uzlabota studentu iesaistīšanās

Apgrieztā mācīšanās ļauj skolotājiem izmantot stundu laiku praktiskām robotikas aktivitātēm, kas, protams, iesaista skolēnus. Tā vietā, lai lasītu lekcijas par abstraktiem jēdzieniem, piemēram, algoritmiem vai sensoru integrāciju, skolotāji var uzraudzīt, kā skolēni eksperimentē, veido un programmē savus robotus. Šī aktīvā iesaistīšanās ne tikai motivē skolēnus, bet arī samazina klases vadības izaicinājumus, jo skolēni ir mērķtiecīgāki un entuziastiskāki.

2. Vairāk laika individuālai mācībai

Pirmsstundu sagatavošana nodrošina, ka skolēni ierodas ar pamata izpratni par tēmu. Tādējādi skolotājiem tiek atbrīvots laiks, lai:

Sniegt mērķtiecīgu atbalstu studentiem, kuri cīnās ar konkrētiem jēdzieniem.

Izaiciniet pieredzējušos audzēkņus ar paplašināšanas uzdevumiem, piemēram, robotu dizaina optimizēšanu vai programmēšanas efektivitāti.

Veiciniet diskusijas mazās grupās vai vienaudžu mentoringu, lai padziļinātu izpratni.

Šī pielāgošanās spēja ļauj skolotājiem efektīvāk risināt skolēnu dažādās vajadzības.

3. Radošuma un inovāciju iespējas

Apvērstā mācīšanās sniedz skolotājiem elastību radošu un interaktīvu stundu plānu izstrādē.

Robotikas izglītība, protams, ir piemērota projektiem balstītai mācībām, kur skolotāji var:

- Integrējiet stāstījumu, piemēram, robotu programmēšanu, lai izspēlētu stāstījumu vai atrisinātu izdomātu problēmu, ko iedvesmojušas Seimūra Papīra konstruktīvās idejas.
- Iekļaujiet reālās pasaules izaicinājumus, piemēram, robotu programmēšanu vides sakopšanas simulācijām.
- Izmantojiet tādus rīkus kā Scratch vai LEGO robotikas komplekti, lai radītu aizraujošu, rotaļīgu pieredzi.

Šī radošā pieeja liek gan skolotājiem, gan skolēniem iesaistīties un satraukti par mācīšanos.

4. Efektīva nodarbības laika izmantošana

Izkraujot tiešus norādījumus pirmsklases video nodarbībām un animētiem PowerPoint punktiem, skolotāji var veltīt vairāk laika klasē, lai:

Studentu sadarbības un problēmu risināšanas prasmju novērošana un novērtēšana.

Veicināt diskusijas par robotikas koncepcijām, piemēram, sensoru principiem un programmēšanas loģiku, iedvesmojoties no Šenona informācijas plūsmas teorijām.

Iteratīvu projektēšanas procesu veicināšana, kur studenti uzlabo savas robotu programmas, pamatojoties uz izmēģinājumiem un kļūdām.

Šī efektivitāte nodrošina, ka katra nodarbības minūte ir produktīva un iedarbīga.

5. Uzlaboti mācību rezultāti

Skolotāji, kuri izmanto apgriezto mācīšanos, bieži ziņo par labākiem akadēmiskajiem sasniegumiem un studentu pārliecību. Kad skolēni iesaistās video stundās un resursos savā tempā, viņi ir labāk sagatavoti nodarbībām klasē. Šī pieeja palīdz:

Veidojiet pamatzināšanas, pirms iedziļināties sarežģītos robotikas uzdevumos.

Nostipriniet sarežģītas koncepcijas, atkārtoti saskaroties ar iepriekšējiem materiāliem.

Papert un Resnick konstruktīvisma principiem.

6. Profesionālā izaugsme

Apvērstās mācīšanās īstenošana mudina skolotājus izpētīt novatoriskas mācību metodes un tehnoloģiju rīkus, uzlabojot viņu profesionālo attīstību. Integrējot robotiku un apgriezto mācīšanos, skolotāji iegūst:

Iepazīstieties ar jaunākajām izglītības tehnoloģijām, piemēram, robotikas platformām (piemēram, LEGO Spike Prime, mBot) un digitālā satura veidošanas rīkiem.

Iespējas sadarboties ar vienaudžiem un organizācijām, piemēram, Scuola di Robotica , daloties ar labāko praksi un gūstot padomdevējus no tādiem vadītājiem kā Emanuele Micheli.

Padziļināta izpratne par to, kā līdzsvarot digitālās un klātienes mācību metodes, kas ir kritiska prasme mūsdienu izglītībā.

7. Sadarbības klases kultūras veidošana

Apvērstās mācīšanās, protams, veicina sadarbību klasē. Skolotāji var izstrādāt aktivitātes, kurās skolēni strādā pāros vai mazās grupās, lai risinātu problēmas, izveidotu robotus un atklādotu kodu. Šī sadarbības pieeja:

Mudina skolēnus mācīties vienam no otra, samazinot paļaušanos uz skolotāju atbildēm.

Izveido atbalstošu kopienu, kurā skolēni jūtas pilnvaroti izpētīt un kļūdīties.

Ļauj skolotājiem novērot, kā skolēni mijiedarbojas, un identificēt iespējamās līdera īpašības vai jomas, kuras jāuzlabo.

8. Mācību metožu elastība

Apvērstās mācīšanās piedāvā skolotājiem elastību, lai pielāgotu stundas savām īpašajām klases vajadzībām. Piemēram:

lesācējiem: koncentrējieties uz pamata robotikas koncepcijām, izmantojot vienkāršus pirmsklases materiālus un vadītas nodarbības nodarbībās.

Uzlabotiem audzēkņiem: iekļaujiet izaicinošus uzdevumus, piemēram, AI vai IoT (lietiskā interneta) integrēšanu robotikas projektos.

Dažādām klasēm: izmantojiet atšķirīgus materiālus, piemēram, videoklipus vairākās valodās vai nodarbības ar regulējamu tempu, lai nodrošinātu pieejamību visiem skolēniem.

9. Pilnvarošana ar tehnoloģiju palīdzību

Apvērstās mācīšanās atbilst mūsdienu izglītības tendencēm, uzsverot digitālos rīkus. Skolotāji gūst labumu no piekļuves:

Augstas kvalitātes iepriekš sagatavoti resursi, piemēram, video no MIT Media Lab.

Rīki skolēnu progresu izsekošanai, piemēram, video nodarbībās iegultas izglītojošas viktorīnas.

Tehnoloģija, kas vienkāršo gatavošanos stundām, ļaujot skolotājiem nodarbības laikā koncentrēties uz jēgpilnu mijiedarbību.

10. Ilgtermiņa ietekme uz mācīšanas praksi

Apvērstās mācīšanās ieviešanai robotikas izglītībā ir ilgstoša ietekme uz mācīšanas praksi. Tas mudina skolotājus:

Izmantojiet uz studentiem vērstu pieeju, kas atbilst Papīra pārlicībai par izglītojamo pilnvarošanu.

Eksperimentējiet ar novatoriskām pedagoģijas metodēm, kuras var izmantot dažādos priekšmetos.

Veidojiet pārlicību par tehnoloģiju integrēšanu mācību programmā, sagatavojot tos turpmākajiem izglītības sasniegumiem.

Rīki un resursi

Lai īstenotu apgriezto mācīšanos uz robotiku vērstās klasēs, ir nepieciešami pareizi rīki un resursi.

Digitālās platformas: tādi rīki kā Scratch, mBlock un Arduino IDE piedāvā studentiem pieejamus veidus, kā pirms nodarbības izpētīt robotikas programmēšanu.

Video nodarbības: Iedvesmojoties no MIT Media Lab resursiem, augstas kvalitātes video pamācības sniedz studentiem pamatzināšanas, lai tās varētu iesaistīties savā tempā.

Sadarbības robotikas komplekti: tādi komplekti kā LEGO Education Spike Prime veicina praktisku sadarbību klases nodarbībās.

Vērtēšanas rīki: lietojumprogrammas skolēnu progresu uzraudzībai, piemēram, veidojošās viktorīnas un reāllaika atgriezeniskās saites sistēmas, nodrošina mācību mērķu sasniegšanu.

Skolotāju atbalsta tīkli: sadarbojoties ar tādām organizācijām kā Scuola di Robotica, pedagogiem tiek nodrošināti semināri, stundu plāni un mentorings, lai uzlabotu viņu apvērstās mācīšanās stratēģijas.

Aktīvās mācīšanās un sadarbības stratēģijas

Lai maksimāli palielinātu apvērstās mācīšanās potenciālu robotikas izglītībā, skolotāji var īstenot šādas stratēģijas:

Izpēte ar gidu: sāciet katru nodarbības sesiju ar izaicinājumu, kura pamatā ir pirmsklases materiāls. Piemēram, studenti var izstrādāt un programmēt robotu, lai atrisinātu konkrētu problēmu.

Mācības vienādrangā: piešķiriet sadarbības projektus, kuros studenti strādā pāros vai mazās grupās, apmainoties ar idejām un uzlabojot viens otra pieejas.

Praktiska problēmu risināšana: izveidojiet reālus scenārijus robotikas izaicinājumiem, iedvesmojoties no Šenona teorijām par problēmu risināšanu un Papīra konstruktīvās pieejas.

Pārdomas un atsauksmes: izmantojiet tādus rīkus kā žurnāli vai ātras pārdomu sesijas, lai palīdzētu skolēniem saistīt savas aktivitātes ar plašākiem robotikas principiem.

Gamifikācija: ieviesiet sacensību elementus vai atlīdzību, lai motivētu skolēnus, piemēram, sacīkstes vai šķēršļu joslas izaicinājumi viņu robotiem.

Šīs metodes mudina skolēnus uzņemties atbildību par savu mācīšanos, saskaņojot ar Mičela Resnika pārlicību, ka “projektēšana, radīšana un izgudrošana ir mācīšanās galvenais elements”.

Secinājums

Apvērstā mācīšanās robotikas izglītībā nav tikai mācīšanas modelis; tā ir filozofija, kas pārvērš klases par inovāciju un sadarbības centriem. Izmantojot rīkus, veicinot aktīvu mācīšanos un pieņemot tādu pedagogu kā Seimūra Papīra un Mičela Resnika principus, skolotāji var dot saviem skolēniem iespēju kļūt par pārliecinātiem, spējīgiem izglītojamiem. Kā ir pierādījušas tādas organizācijas kā Scuola di Robotica un domu vadītāji, piemēram, Emanuele Micheli, apvērstās mācīšanās integrācija robotikā var pārvarēt plaisu starp teoriju un praksi, sagatavojot studentus nākotnei, kur radošums un problēmu risināšana ir vissvarīgākā.

Pedagogi tiek mudināti pieņemt šīs stratēģijas un pielāgot tās savam unikālajam klases kontekstam, nodrošinot, ka katrs skolēns piedzīvo mācīšanās prieku, izmantojot robotiku.

5. nodaļa: Robotikas integrēšana, lai mācītu matemātikas prasmes, zināšanas (Latvijas Universitāte, Ineta Helmane, PhD)

Pamatojums un principi

Robotikas integrācija matemātikas izglītībā tiek arvien vairāk atzīta par potenciāli transformējošu pieeju mācībām, piedāvājot studentiem praktisku pieredzi, kas mazina plaisu starp abstraktiem matemātiskajiem jēdzieniem un to pielietojumu reālajā pasaulē. Ir pierādīts, ka robotikas integrācija matemātikas izglītībā uzlabo skolēnu iesaistīšanos STEM koncepcijās, veicinot problēmu risināšanas un kritiskās domāšanas prasmes. Robotikas uzdevumu izmantošana, piemēram, robotu programmēšana, lai sekotu noteiktiem ceļiem vai aprēķinātu leņķus, sniedz taustāmu matemātisko principu attēlojumu, tādējādi veicinot lielāku iesaistīšanos un dziļāku izpratni par abstraktiem jēdzieniem (Varaman et al., 2024; Chen et al., 2023).

Robotikas būtība palīdz pārvarēt plaisu starp teoriju un praksi. Matemātikā, kur abstrakti jēdzieni, piemēram, ģeometrija, algebra un aprēķins, var šķist attālināti no skolēnu ikdienas pieredzes, robotika piedāvā līdzekli, kā padarīt šos jēdzienus taustāmus un pieejamus. Kad skolēni strādā ar robotiem, viņi iesaistās darbībās, kurās dabiski ir nepieciešama matemātiska spriešana, tostarp attālumu un leņķu aprēķināšana, kā arī attiecību izpratne, mērījumi un programmēšanas algoritmu pielietošana (Kim et al., 2021). Šis process var kalpot, lai demistificētu matemātiku, pārveidojot to no aprēķinu sērijas uz papīra par spēcīgu problēmu risināšanas un inovācijas rīku. Robotikas integrācija mācību procesā atvieglo matemātisko pamatprincipu internalizāciju, iestrādājot šos principus interaktīvos uzdevumos, kas piedāvā tūlītēju atgriezenisko saiti. Lai ilustrētu, robota trajektorijas aprēķināšanai, lai sekotu precīzam ceļam, ir jāizmanto ģeometrija, savukārt robota kustības programmēšanai ir nepieciešama algebriskā spriešanas integrācija (Lopez- Caudana , 2020).

Pamatprincipi robotikas integrēšanai matemātikas mācīšanā

Lai panāktu veiksmīgu robotikas integrāciju matemātikas apmācībā, pedagogiem ir jāievēro pamatprincipu kopums, kas optimizē mācību rezultātus un veicina skolēnu iesaistīšanos un izpratni:

- Praktiska mācīšanās un pieredzes piesaiste

Praktiska mācīšanās ir būtisks robotikas izglītības aspekts, jo tai ir nepieciešama studentu iesaistīšanās taustāmajā pasaulē. Reālu objektu manipulācijas un mērīšana robotikas projektos sniedz studentiem multisensoru pieredzi, kas palīdz stiprināt viņu izpratni par matemātikas jēdzieniem. Pieredzes mācīšanās ļauj studentiem pārbaudīt hipotēzes, novērot rezultātus un mainīt savu pieeju, pamatojoties uz rezultātiem, tādējādi atspoguļojot zinātnisko metodi un veicinot matemātisko domāšanu (Varaman et al., 2024; Suarez, et al., 2023).

- Problēmu risināšana un kritiskā domāšana

Robotikas joma pēc būtības ir balstīta uz problēmām, tāpēc studentiem ir jārisina patiesas, reālas pasaules problēmas, izmantojot izmēģinājumu un kļūdu procesu. Problēmu risināšanas process veicina kritiskās domāšanas prasmju attīstību skolēnos, mudinot viņus metodiski pieiet uzdevumiem, izvērtēt dažādus iespējamus risinājumus un pielietot loģisku argumentāciju, lai vajadzības gadījumā pielāgotu savu pieeju. Spēja izturīgi un pielāgojami risināt problēmas ir būtiska matemātiskās spriešanas un izpratnes prasme (Fan & Xu, 2024).

- Starpdisciplinārie savienojumi

Robotika piedāvā starpdisciplināru platformu, kas apvieno matemātiskos, zinātniskos, tehnoloģiskos un inženiertehniskos principus. Kad skolēni iesaistās robotikas aktivitātēs, viņi vienlaikus pielieto matemātikas jēdzienus līdzās fizikas (piemēram, spēka un kustības) un inženierijas (piemēram, būvkonstrukciju un mehānismu) principiem. Šī integrētā pieeja atspoguļo veidu, kādā matemātika tiek pielietota reālajā pasaulē, ļaujot skolēniem izprast tās nozīmi un lietderību ārpus klases (Hsu & Tsai, 2022).

- Matemātisko jēdzienu vizualizācija

Spēja vizualizēt ir galvenais matemātiskās izglītības elements, īpaši abstraktu jēdzienu kontekstā. Robotikas izmantošana ļauj studentiem iegūt praktisku izpratni par matemātikas principiem, piemēram, leņķu mērīšanu un aprēķināšanu vai ātruma izpratni. Robotikas kā vizualizācijas rīka izmantošana ļauj pedagogiem dekonstruēt sarežģītas matemātiskas koncepcijas, tādējādi veicinot garīgo modeļu izstrādi un uzlabojot skolēnu konceptuālo izpratni (Varaman et al., 2024).

- Sadarbības un komunikācijas veicināšana

Robotikas projekti bieži ietver sadarbības centienus, kas atvieglo komunikāciju, komandas darbu un ideju apmaiņu. Sadarbības vide ļauj studentiem iesaistīties diskursā par matemātiskiem jēdzieniem, mācīties viena no otra un izskaidrot savus argumentācijas procesus. Matemātisko ideju formulēšanai ir ārkārtīgi liela nozīme zināšanu nostiprināšanā un izpratnes pilnveidošanā. Ir svarīgi, lai studenti spēj pārvērst abstraktu domu saprotamos terminos (Demetroulis et al., 2023).

- Atsauksmes un iteratīvā mācīšanās

Viena no būtiskākajām robotikas priekšrocībām izglītības jomā ir tūlītēja atgriezeniskā saite, ko skolēni saņem no savu robotu darbībām. Ja robota kustība atšķiras no paredzētā rezultāta, skolēni spēj ātri identificēt un novērst kļūdas. Šis iteratīvais mācību process kalpo, lai nostiprinātu matemātiskos jēdzienus, jo skolēniem ir jāaprēķina, jāpārbauda un jāpielāgo parametri, lai sasniegtu vēlamu rezultātu, tādējādi uzlabojot izpratni, nepārtraukti pilnveidojot (Vando et al., 2022).

Robotikas praktiskie pielietojumi matemātikas izglītībā

Robotikas principu integrācija izglītības programmā ļauj pedagogiem izstrādāt aktivitātes, kas efektīvi pastiprina matemātiskos jēdzienus. Saskaņojot robotikas projektus ar noteiktajiem mācību programmas mērķiem, skolotāji var uzlabot skolēnu iesaistīšanos un izpratni par matemātikas jēdzieniem, izmantojot praktiskus, praktiskus lietojumus. Šī pieeja veicina aktīvu mācīšanos un veicina skolēnu izpratni par matemātikas praktisko pielietojumu. Ja šie principi

tiek piemēroti izglītības robotikas kontekstā, pedagogi var izstrādāt aktivitātes, kas atbilst matemātikas mācību programmai:

- Ģeometrija un mērīšana: robota programmēšanas process, lai pārvietotos labirintā, var atvieglot zināšanu iegūšanu un izpratni par pamatjēdzieniem, kas saistīti ar leņķiem, attālumiem un telpisko domāšanu. Aprēķinot nepieciešamos pagriezienus un kustības, skolēni uzlabo spēju mērīt un pielietot ģeometriskos principus (Magallán-Ramirez, 2021).
- Algebra un koeficienti: Ātruma un attāluma aprēķinu izmantošana ļauj studentiem izpētīt attiecības un algebrisko pamatojumu. Piemēram, piemērota ātruma noteikšana, lai robots sasniegtu mērķi noteiktā laika posmā, palīdz uzlabot izpratni par proporcijām un algebriskajām attiecībām.
- Varbūtība un statistika: sensoru izmantošana robotos ļauj studentiem apkopot datus par dažādām virsmām un vidēm. Pēc tam šos datus var pakļaut statistiskai analīzei, kas ļauj interpretēt rezultātus un izprast varbūtību.
- Programmēšana un algoritmiskā domāšana: robotu ceļu un secību programmēšanas pamatprincipi sniedz ievadu algoritmiem, kas ir matemātiska problēmu risināšanas metodika, kas izmanto loģisku, soli pa solim procesu. Tas nodrošina pamatu izpratnei par algoritmu funkcijām gan matemātikā, gan datorzinātnēs.

Robotikas integrācija matemātikas izglītībā piedāvā daudz priekšrocību, tomēr tā rada arī vairākas nozīmīgas problēmas, kas pedagogiem jārisina. Šajās rindkopās ir sniegti galvenie punkti no jaunākajiem rakstiem, kas atspoguļo šos jautājumus:

- Robotikas integrācija matemātikas izglītībā rada vairākas problēmas, neskatoties uz ievērojamajām priekšrocībām, ko tā piedāvā. Iespējams, ka skolotājiem var būt nepieciešama turpmāka mācība, papildu resursi un turpmāks atbalsts, lai efektīvi ieviestu robotiku klasē. Ir arī obligāti jāgarantē piekļuve robotikas aprīkojumam un tehnoloģijām dažādās izglītības iestādēs un studentu demogrāfiskajos rādītājos, lai veicinātu vienlīdzību STEM izglītībā.
- Nākotnē pētījumi par robotikas ietekmi uz matemātikas izglītību kļūs par nozīmīgu studiju jomu. Mākslīgā intelekta un mašīnmācības attīstības potenciāls, lai veicinātu jaunas iespējas personalizētai mācīšanās pieredzei, var kalpot, lai vēl vairāk palielinātu robotikas kā matemātikas mācības instrumenta lomu. Tehnoloģijām attīstoties, robotikas iekļaušana izglītības iestādēs kļūst arvien izplatītāka, piedāvājot studentiem arvien daudzveidīgākas iespējas iesaistīties matemātikas sarežģītībā un praktiskajos pielietojumos.

Ieguvumi skolotājiem, kuri integrē robotiku, lai mācītu matemātikas prasmes, zināšanas.

Robotikas integrācija matemātikas izglītībā maina klases vidi, iesaistot skolēnus praktiskā, interaktīvā mācīšanās pieredzē. Pedagogi uzskata, ka šai pieejai ir divējāds ieguvums, jo tie uzlabo viņu skolēnu mācību rezultātus, vienlaikus sniedzot viņiem vairākas profesionālas priekšrocības. Robotikas integrācija matemātikas izglītībā, ja to apvieno ar apgriezto mācību modeli, kurā skolēni tiek iepazīstināti ar saturu mājās un pēc tam iesaistās aktīvās mācību aktivitātēs klasē, var uzlabot mācību pieredzes efektivitāti un ietekmi. Šeit ir izklāstītas galvenās priekšrocības, ko skolotāji iegūst, iekļaujot matemātikas mācību programmā robotiku un apgriezto mācīšanos:

1. Uzlabota skolēnu iesaistīšanās un motivācija

Viens no tiešākajiem ieguvumiem pedagogiem, kuri integrē robotiku matemātikas stundās, ir uzlabota skolēnu iesaistīšanās un motivācija. Robotikas iekļaušana matemātikas mācību programmās ievieš praktisku un taustāmu dimensiju matemātikas jēdzieniem, ļaujot studentiem uztvert savu prasmju pielietojumu reālajā pasaulē. Apvērstā mācību vidē skolēni ierodas klasē, gatavi iesaistīties praktiskās aktivitātēs, nevis pasīvi klausīties norādījumus. Šai aktīvajai mācību videi ir papildu ieguvums, jo tas padara matemātiku skolēnus saistošāku, vienlaikus samazinot ar klases pārvaldību saistītās problēmas, jo skolēni ir ļoti iesaistīti sadarbības projektos (Varaman et al., 2024).

2. Uzlabota skolēnu izpratne par matemātikas jēdzieniem

Robotika nodrošina kanālu starp abstraktiem matemātiskajiem jēdzieniem un to reālās pasaules lietojumiem, atvieglojot studentu intuitīvāku izpratni par sarežģītām idejām. Kad skolēni izmanto matemātikas jēdzienus robotu konstruēšanā un programmēšanā, viņi spēj novērot teorijas darbībā, tādējādi mācību procesu padarot gan jēgpilnu, gan neaizmirstamu. Izmantojot apvērstās mācīšanās pieeju, pedagogi var izmantot stundu laiku, lai uzlabotu skolēnu izpratni, virzot viņus uz praktiskām problēmu risināšanas darbībām, kas pastiprina mājās apgūtās koncepcijas. Šī pieeja veicina personalizētāku un uz pieredzi balstītu mācīšanās modeli, kurā skolēni var ātri pielietot matemātiskās teorijas, tādējādi uzlabojot izpratni un saglabāšanu (Hsu et al., 2022).

3. Paaugstināta klases efektivitāte

Apvērstās mācīšanās ieviešana uz robotiku vērstā klases vidē atbrīvo pedagogiem vērtīgu stundā pavadīto laiku, ļaujot viņiem pievērst uzmanību uz studentiem vērstām aktivitātēm. Pabeidzot priekšstundas mājas, skolēni ierodas skolā, gatavi iesaistīties robotikas projektos, tādējādi ļaujot skolotājiem darboties vairāk kā veicinātājiem, nevis kā tradicionālajiem pasniedzējiem. Šī pāreja samazina laiku, kas pavadīts uz lekcijām balstītām mācībām, un optimizē laiku individuālai vadībai, grupu darbam un prasmju pilnveidošanai. Tādējādi skolotāji var labāk novērtēt katra skolēna progresu, sniegt savlaicīgu atbalstu un pielāgot stundas atbilstoši individuālajām vajadzībām (Learning Futures, 2019).

4. 21. gadsimta prasmju attīstība

Robotikas integrācija klasē veicina būtisku 21. gadsimta prasmju attīstību, tostarp problēmu risināšanu, kritisko domāšanu un sadarbību starp skolēniem. Pedagogi uzskata, ka šo prasmju veicināšana skolēnos saskaņo viņu pedagoģisko pieeju ar mūsdienu izglītības mērķiem un labāk sagatavo skolēnus turpmākajai karjerai. Robotikas aktivitāšu veikšanai bieži ir jāveido studentu komandas, kas ļauj viņiem kopīgi risināt sarežģītus projektus. Tas nodrošina organisku vidi sadarbības spēju attīstīšanai. Apgrieztais klases modelis arī atbalsta šo pieeju, jo studenti ierodas gatavi iesaistīties materiālā un sadarboties reāllaikā, tādējādi praktizējot un pielietojot šīs mīkstās prasmes dinamiskā un atbalstošā vidē (Negrini, 2023).

5. Profesionālā izaugsme un paaugstināts gandarījums par mācīšanu

Skolotāji, kuri integrē robotiku savā matemātikas mācību programmā, bieži atklāj jaunas kompetences un iesaistās inovatīvās mācīšanas praksēs, tādējādi veicinot savu profesionālo izaugsmi. Šādi skolotāji kļūst prasmīgi, pārvaldot ar tehnoloģijām bagātu vidi, pielāgojot stundas apgrieztiem mācību modeļiem un uzturot valūtu ar STEM (zinātņu, tehnoloģiju, inženierzinātņu un matemātikas) izglītības tendencēm. Ir pierādīts, ka robotikas un apvērstās mācīšanās integrācija dod labumu studentiem, kā arī veicina lielāku gandarījumu par darbu skolotājiem, kuri novēro pozitīvu ietekmi uz savu skolēnu mācību braucieniem (Aurini et al. , 2017 ; Papadakis, 2019).

6. Piekļuve uzlabotajiem datiem studentu vērtēšanai

Apvērstā mācību pieeja ļauj pedagogiem izmantot dažādus digitālos rīkus un platformas, lai uzraudzītu skolēnu iesaistīšanos un izpratni pirms nodarbības. Tas ļauj vispusīgāk izprast katra

skolēna izpratni par matemātikas jēdzieniem. Robotikas projektu izmantošana sniedz pedagogiem iespēju gūt papildu ieskatu savu audzēkņu spējās. Tas tiek panākts, novērojot skolēnu problēmu risināšanas procesus, sadarbības prasmes un pielāgošanās spējas reāllaikā. Kopumā šīs vērtēšanas iespējas sniedz skolotājiem visaptverošu skatījumu uz studentu attīstību, dodot viņiem iespēju piedāvāt pielāgotu atgriezenisko saiti un pielāgot savus norādījumus, lai tie labāk atbilstu skolēnu dažādajām mācību prasībām (Seng, 2023).

7. Paaugstināts radošums un elastība stundu plānošanā

Robotikas un apvērstās mācīšanās integrācija matemātikā nodrošina elastīgāku un radošāku pieeju stundu plānošanai. Skolotājus vairs neierobežo tradicionālo stundu struktūru ierobežojumi, un tādējādi viņi var veidot modulāras, interaktīvas stundas, kas atbilst viņu skolēnu dažādajiem mācīšanās stiliem. Robotikas projektu būtība ir piemērota beztermiņa izpētei. Izmantojot apgrieztu mācīšanos, skolotāji var attālināti izveidot pamatu šiem projektiem, izmantojot stundu laiku padziļinātai izpētei. Šī elastība ļauj pedagogiem eksperimentēt ar dažādām pedagoģiskām pieejām, kas var radīt saistošāku un efektīvāku mācību pieredzi (Fung et al., 2021).

8. Stiprinātas skolēnu un skolotāju attiecības

Skolotāju iesaistīšanās robotikas projektos ļauj viņiem uzņemties mentora lomu, nevis tikai lektora lomu. Šajā amatā pedagogi var atvieglot skolēnu orientēšanos uz izaicinājumiem, atzīt viņu sasniegumus un izkopt izturību, tādējādi veidojot stingrākus un audzinošākus sakarus. Apgvērstā mācīšanās atvieglo šo starppersonu sakaru attīstību, atbrīvojot klasē laiku individuālai mijiedarbībai. Tas ļauj pedagogiem novirzīt savu uzmanību no lekciju sniegšanas uz konsultāciju un palīdzības sniegšanu, kas ir īpaši izdevīgi, lai veicinātu atbalstošu mācību vidi. Pozitīvu attiecību veicināšana klases vidē veicina mācību vidi, kurā skolēni jūtas ērti, riskējot un pētot jaunas idejas, kas ir ļoti svarīgas efektīvai matemātikas apguvei.

9. Turēties uz priekšu strauji mainīgā izglītības vidē

Robotikas integrācija matemātikas izglītībā kļūst arvien izplatītāka, un pedagogi, kuri izmanto šo tehnoloģiju, ir labā pozīcijā, lai paliktu izglītības inovāciju avangardā. Robotikas un apgrieztās mācīšanās integrācija klasē parāda skolotāju pielāgošanās spēju, radošumu un apņemšanos sniegt saviem skolēniem atbilstošas, uz nākotni vērstas prasmes. Šāda tālredzīga pieeja ne tikai palīdz uzlabot attiecīgā skolotāja dzīves aprakstu, bet arī sagatavo viņu

turpmākiem sasniegumiem STEM izglītībā. Tas savukārt padara viņus konkurētspējīgākus arvien vairāk uz tehnoloģijām vērstajā izglītības vidē.

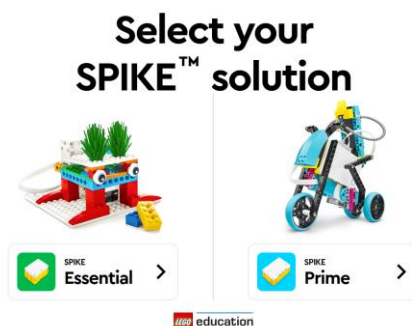
Rīki un resursi

Robotikas integrācija matemātikas mācībā var pārveidot skolēnu iesaistīšanos un izpratni. Praktisku robotikas aktivitāšu kombinācija ar apgrieztu mācību modeli, kurā skolēni iesaistās pamata satura apguvē mājās un mācības pielieto praktiskā kontekstā stundu laikā, ļauj pedagogiem izveidot dinamisku mācību vidi, kas novatoriskā veidā pastiprina matemātiskās prasmes. Lai nodrošinātu šīs pieejas efektivitāti, skolotājiem ir nepieciešama piekļuve atbilstošiem rīkiem un resursiem tās veiksmīgai īstenošanai. Šajā rakstā ir sniegti būtiski rīki, platformas un resursi, kas atbalsta robotikas un matemātikas integrāciju apvērstā mācību klasē.

Robotikas komplekti un platformas

Jebkuras matemātikas mācību programmas, kurā galvenā uzmanība pievērsta robotikai, pamatā ir komplektu un platformu izmantošana, kas atvieglo studentu robotu konstruēšanu un programmēšanu. Šīs opcijas ir lieliski resursi robotikas integrēšanai ar matemātiku:

- **LEGO Education SPIKE Prime:** SPIKE Prime ir paredzēts skolēniem no 10 gadu vecuma. Tas apvieno LEGO būvēšanu ar programmējamu robotiku, padarot to par ideālu rīku matemātisku jēdzienu, piemēram, ģeometrijas, attiecību un mērījumu, vizualizēšanai. Programmatūrai SPIKE Prime ir lietotājam draudzīgs interfeiss, kas ļauj pedagogiem veidot stundas, kas atbilst matemātikas standartiem.



<https://spike.legoeducation.com/>

LEGO Education SPIKE Prime ir efektīvs rīks, lai padarītu matemātiskos jēdzienus saistošus un interaktīvus, īpaši vidusskolas skolēniem. Šie piemēri ilustrē veidus, kā SPIKE Prime var izmantot matemātikas stundās (skat. 1. tabulu):

1. tabula Darbības ar LEGO Education SPIKE matemātikai

Aktivitātes nosaukums	Aktivitāte	Matemātikas prasmes	Kā tas darbojas
Izpratne par koordinātēm un grafiku veidošanu	Studenti var izveidot robotu, kas pārvietojas pa režģi, lai palīdzētu viņiem saprast koordinātu sistēmas un grafikus. Piemēram, ieprogrammējiet robotu, lai tas sāktu darbu noteiktā punktā (piemēram, sākuma punktā, 0,0) un virzītos uz citiem punktiem koordinātu plaknē.	Koordinātas, pozitīvi un negatīvi veseli skaitļi, punktu zīmēšana režģī.	Ieprogrammējiet robotu, lai tas virzītos uz priekšu, atpakaļ, pa kreisi vai pa labi, izmantojot norādītās darbības (attēlojot vienības). Studenti var vingrināties ceļa uzzīmēšanā grafikā, kodējot robotu, lai sasniegtu noteiktas koordinātas.
Ģeometrijas izpēte ar formu zīmēšanu	Lieciet studentiem ieprogrammēt SPIKE Prime robotu, lai zīmētu tādas formas kā kvadrāti, taisnstūri, trīsstūri vai pat sarežģīti daudzstūri.	Leņķu, daudzstūru, perimetra un laukuma izpratne.	Studenti aprēķina dažādām formām nepieciešamos pagrieziena leņķus un sānu garumus. Mērot, plānojot un programmējot, tie pastiprina tādas jēdzienus kā leņķa

			grādi, sānu garumi un ģeometriskās īpašības.
Attiecību un proporciju izmantošana mērogošanai	Izveidojiet mērogotu modeli ar SPIKE Prime, pēc tam ieprogrammējiet to, lai pārvietotu konkrētus attālumus, kas atspoguļo reālās pasaules mērogotus attālumus.	Attiecības, proporcijas, mērogošana.	Piemēram, skolēni var izveidot modeli, kas pārvietojas 10 cm, lai attēlotu 1 km. Viņi aprēķina proporcijas, lai samazinātu modeļa attālumus, lai modelētu reālās pasaules kustību vai izmērus, konkrēti izmantojot savu izpratni par attiecībām.
Ātruma un attāluma aprēķināšana kustībā	Izveidojiet hipodromu un ieprogrammējiet SPIKE Prime robotu, lai tas pārvietotos no sākuma līdz beigām, nosakot skrējiena laiku. Skolēni var izmērīt veikto attālumu un aprēķināt ātrumu.	Attāluma, laika, ātruma un ātruma aprēķini.	Izmantojiet sensorus, lai izmērītu attālumu vai manuāli mērītu kursu, pēc tam nosakiet robota kustības laiku. Studenti var izmantot formulu, lai aprēķinātu ātrumu un salīdzinātu dažādu programmēšanas

			parametru ietekmi uz ātrumu.
--	--	--	------------------------------

- **VEX Robotics komplekti:** VEX Robotics piedāvā virkni komplektu, kas ir piemēroti lietošanai dažādu vecuma grupu indivīdiem. VEX GO komplekts ir paredzēts jaunāko klašu skolēniem, savukārt VEX IQ sistēma ir paredzēta vidusskolēniem un vidusskolēniem. Abi komplekti ļauj studentiem programmēt robotus, lai atrisinātu matemātiskos izaicinājumus, tostarp uzdevumus, kuriem nepieciešama koordinātu ģeometrija un sensoru attāluma mērījumi.



<https://www.vexrobotics.com/>

VEX Robotics Kits var efektīvi izmantot matemātikas izglītībā, izmantojot dažādas saistošas aktivitātes un projektus. Šeit ir daži piemēri, kā tos var integrēt matemātikas stundās:

- Robo rallijs un robotu matemātika: viena no aktivitātēm, ko sauc par "Robo ralliju", ietver studentus, kuri izmanto robotus, lai pārvietotos pa viņu izstrādāto kursu. Šī darbība mudina izmantot matemātiskos jēdzienus, piemēram, attālumu, mērogu un ģeometriju. Studentiem ir jāaprēķina īsākie ceļi, jāizmanto proporcionāls pamatojums, lai mērogotu savu dizainu, un jāsaprot telpiskās attiecības, vienlaikus programmējot savus robotus konkrētu uzdevumu veikšanai;
- Reālās pasaules lietojumprogrammas: skolotāji var izstrādāt stundas, kurās studentiem ir jāizmanto mērījumi un ģeometrija, konstruējot savus robotus un programmējot viņu kustības. Piemēram, studentiem var būt nepieciešams noteikt piemērotus robotu savienojumu leņķus, lai sasniegtu vēlamās kustības, vai aprēķināt ātrumu, ar kādu viņu robotiem jādarbojas, lai izpildītu uzdevumu noteiktā laika posmā;
- STEM laboratorijas un izaicinājumi: VEX Education nodrošina STEM laboratorijas, kas integrē matemātikas prasmes praktiskos robotikas izaicinājumos. Šīs laboratorijas

mudina studentus izmantot matemātiku problēmu risināšanas scenārijos, piemēram, programmējot robotus, lai atrisinātu labirintus, kur viņiem jāpiemēro tādi jēdzieni kā mērīšana, leņķa aprēķināšana un koordinātu sistēmas;

- Kodēšana un matemātiskie jēdzieni: aktivitātēs, kurās skolēni kodē savus VEX robotus, viņi mācās par sekvencēm un algoritmiem, kas pēc būtības ietver matemātisko domāšanu. Viņi var izmantot cilpas, nosacījumus un mainīgos, kas visi prasa izpratni par matemātikas principiem;
- Starpdisciplināra integrācija: VEX robotikas projekti bieži pāriet uz zinātni un inženieriju, ļaujot studentiem redzēt matemātikas praktiskos pielietojumus dažādās jomās. Piemēram, programmējot robotus zinātniskam eksperimentam, studenti var izmantot statistisko analīzi, lai interpretētu savus datus, tādējādi apvienojot matemātiku ar zinātnisku aptauju <https://www.vexrobotics.com/>

VEX robotikas komplekti var būt ļoti efektīvi dažādu matemātikas jēdzienu mācīšanā, izmantojot praktiskas, lietišķas mācības. Šeit ir daži piemēri, kā izmantot VEX Robotics matemātikas izglītībā (skat. 2. tabulu). VEX Robotics komplekti padara abstraktus matemātikas principus pieejamus, risinot problēmas un eksperimentējot, padarot matemātiku gan praktisku, gan saistošu skolēniem.

2. tabula Darbības ar VEX Robotics Kits matemātikai

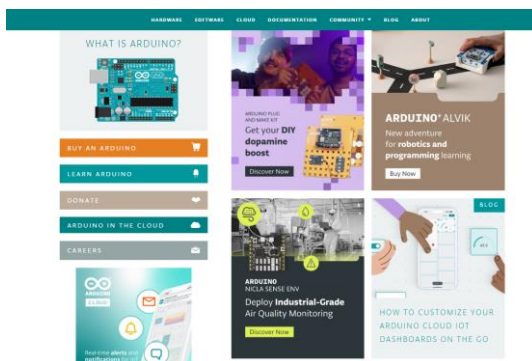
Aktivitātes nosaukums	Aktivitāte	Matemātikas prasmes	Kā tas darbojas
Mērīšana un vienību pārveidošana	Izveidojiet robotu, kas var veikt noteiktus attālumus un izmērīt tā ātrumu. Pēc tam skolēni izmanto mērījumus, lai aprēķinātu attālumu, laiku un ātrumu.	Mērījumi, mērvienību konvertēšana, attāluma aprēķini un attiecības starp ātrumu, attālumu un laiku.	Ieprogrammējiet robotu, lai tas pārvietotos noteiktā attālumā, izmērītu tā brauciena laiku un aprēķinātu ātrumu. Studenti var izmantot dažādas mērvienības (piem., cm/s vai m/s) un praktizēt konvertēšanu starp tām.

Grafiku veidošana un koordinātu plakne	Ieprogrammējiet VEX robotu, lai tas pārvietotos pa koordinātu režģi, kur skolēni piešķir koordinātas un vēro robota ceļu.	Koordinātu grafiku veidošana, pozitīvās un negatīvās vērtības un telpiskā izpratne.	Studenti var iestatīt, lai robots sāktu darbu sākuma punktā un virzītos uz konkrētiem punktiem koordinātu plaknē, palīdzot viņiem izprast grafiku un saistību starp koordinātām un kustību.
Ģeometrija un leņķi	Izstrādāji robotu, lai zīmētu formas, piemēram, trīsstūrus vai daudzstūrus, programmējot noteiktus leņķa pagriezienus.	Leņķi, daudzstūru īpašības, perimetrs un laukums.	Studenti ieprogrammē robotu pagriezties aprēķinātos leņķos katrai formai. Piemēram, kvadrātam robotam jāpagriežas par 90 grādiem četras reizes. Šī darbība palīdz skolēniem vizualizēt un aprēķināt leņķus, pastiprinot ģeometrijas koncepcijas
Datu vākšana un statistika	Izmantojiet VEX robota sensorus	Datu vākšana, vidējais rādītājs,	Ieprogrammējiet robotu dažādu

	(piemēram, attāluma sensorus), lai savāktu datus un analizētu tos.	mediāna, režīms un datu interpretācija.	attālumu mērīšanai vai temperatūras datu apkopošanai dažādās vietās. Pēc tam studenti var analizēt šos datus, lai aprēķinātu vidējās vērtības vai identificētu modeļus, apgūstot statistikas pamatjēdzienus.
Attiecības un proporcijas	Iestatiet izaicinājumus, kuros skolēniem ir jāaprēķina pareizā pārnese attiecība, lai robots veiktu noteiktu uzdevumu, piemēram, pārvietotos ātrāk vai nest lielāku svaru.	Attiecības, proporcijas un izpratne par mehāniskajām priekšrocībām.	Regulējot pārnese attiecības, skolēni var novērot, kā mainās robota ātrums vai jauda. Tie aprēķina ideālo pārnese attiecību, lai sasniegtu mērķa ātrumu vai griezes momentu, pastiprinot attiecību un proporciju jēdzienu.

- **Arduino:** Arduino komplekti, neraugoties uz to sarežģītāko raksturu, ir pielāgojami instrumenti, kas ļauj pedagogiem risināt tādus matemātiskus jēdzienus kā algebra, trigonometrija un lineārie vienādojumi. Arduino komplekti atvieglo sarežģītu

programmēšanu un ir īpaši piemēroti vidusskolēniem, kuri ir gatavi iesaistīties prasīgās matemātikas lietojumprogrammās.



<https://www.arduino.cc/>

Arduino izmantošana matemātikas izglītībā ir novatorisks veids, kā abstraktās matemātikas jēdzienus savienot ar praktiskiem, praktiskiem lietojumiem. Šeit ir daži piemēri, kā Arduino var izmantot, lai uzlabotu matemātikas mācīšanos:

- Reālās pasaules mērījumi un datu analīze: Arduino komplektus var aprīkot ar sensoriem, lai izmērītu vides mainīgos, piemēram, temperatūru, gaismu vai attālumu. Studenti var vākt un analizēt reāllaika datus, savās datu kopās izmantojot tādus statistikas jēdzienus kā vidējais, mediāna un režīms. Šāda veida projekti ietver arī grafiku veidošanu, kas pastiprina prasmes datu vizualizācijā un interpretācijā;
- Ģeometrija un trigonometrija, izmantojot kustību un leņķus: Izmantojot Arduino, studenti var veidot projektus, piemēram, robotizētas rokas vai transportlīdzekļus, kuriem nepieciešama precīza kustības kontrole. Programmējot Arduino, lai pārvietotos noteiktā attālumā vai noteiktos leņķos, studenti izpēta leņķu jēdzienus, attāluma aprēķinus un trigonometriskās funkcijas. Tas atdzīvina ģeometriju, parādot, kā to var izmantot tādās jomās kā robotika un inženierija;
- Kodēšanas matemātika: Arduino programmēšana ietver loģiku un secību, kas pārklājas ar matemātikas prasmēm. Tādi uzdevumi kā LED gaismas laika aprēķināšana, motora ātruma kontrole vai sensoru sliekšņu pielāgošana ievieš algebrisko domāšanu. Projekti, kuriem nepieciešamas cilpas, nosacījumi un iteratīvi aprēķini, veicina loģisko domāšanu, pamatprasmes gan matemātikā, gan programmēšanā;
- Aprēķini un izmaiņu ātrums: pieredzējušāki matemātikas studenti var izmantot Arduino, lai pārbaudītu aprēķinu koncepcijas. Piemēram, mērot sensora reakciju uz mainīgiem gaismas apstākļiem, skolēni var izpētīt izmaiņu ātrumu, slīpumu un atvasinājumus. Tādi projekti kā uz fiziku balstītu eksperimentu simulēšana, piemēram, krītoši objekti ar attāluma sensoriem, var padziļināt izpratni par aprēķinu lietojumiem;
- Starpdisciplināri projekti ar reālām lietojumprogrammām: Arduino balstīti projekti, piemēram, automātiska gaismas sensora vai temperatūras kontroles sistēmas izveide, integrē matemātiku ar zinātni un inženierzinātnēm. Studenti var aprēķināt sprieguma

izmaiņas, enerģijas patēriņu vai citus rādītājus, kam nepieciešami pamata aritmētikas un pārrēķinu aprēķini, kas var padarīt mācīšanos saistošāku un parādīt matemātikas prasmju praktisko vērtību;

- Arduino integrēšana matemātikas stundās atbalsta praktisku mācīšanos, radošumu un analītiskās prasmes, kā arī savieno matemātiku ar reālajām lietojumprogrammām. Ir zināms, ka šī pieeja palielina iesaistīšanos un nodrošina studentiem dziļāku, intuitīvāku izpratni par matemātikas principiem. Skolotāji ir atklājuši, ka tas ir efektīvs uz STEM vērsta klasēs, kurās tiek veicināta starpdisciplināra mācīšanās <https://www.arduino.cc/>

Šeit ir četras aktivitāšu idejas, izmantojot Arduino dažādu matemātikas jēdzienu mācīšanai (sk. 3. tabulu). Katra no šīm aktivitātēm padara abstraktus matemātikas jēdzienus taustāmus, mudinot skolēnus pielietot matemātikas prasmes reālā un praktiskā veidā. Apvienojot Arduino ar matemātiku, studenti iegūst praktisku pieredzi, kas padziļina izpratni par datu analīzi, ģeometriju, algebru un skaitļu sistēmām.

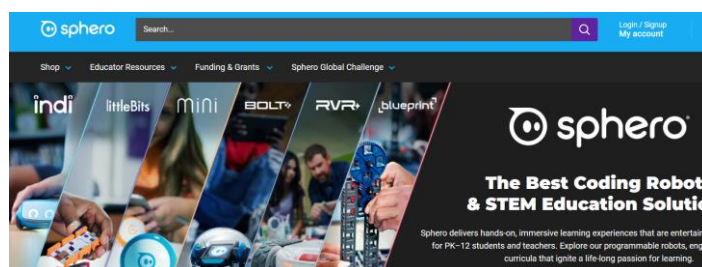
3. tabula Darbības ar Arduino for Mathematics

Aktivitātes nosaukums	Aktivitāte	Matemātikas prasmes	Kā tas darbojas
Datu vākšana un statistika ar temperatūras sensoriem	Aprīkojiet Arduino plati ar temperatūras sensoru un ieprogrammējiet to, lai tā regulāri nolasītu temperatūras rādījumus visas dienas garumā. Pēc tam studenti var savākt šos datus laika gaitā un izmantot tos statistikas mērījumu aprēķināšanai.	Datu vākšana, vidējā, mediāna, režīma aprēķināšana un tendenču interpretācija.	Studenti var apkopot rādījumus datu kopā un izmantot savas matemātikas prasmes, lai noteiktu dienas vidējo temperatūru, noteiktu visbiežāk sastopamo temperatūru (režīmu) un apspriestu visas laika gaitā novērotās tendences vai modeļus.

Ģeometrijas izpēte ar servomotora leņķiem	Izmantojot Arduino dēli un servomotoru, izaiciniet studentus likt servo griezties noteiktos leņķos, kas atbilst dažādām ģeometriskām formām (piemēram, trīsstūriem, kvadrātiem). Viņi varētu arī ieprogrammēt servo, lai tas nepārtraukti grieztos par 45°, 90° un 120°, lai vizualizētu šos leņķus.	Leņķu izpratne, grādu mērīšana, daudzstūru īpašības.	Studenti var aprēķināt leņķus, kas nepieciešami katram servomotora apgriezienam, lai atdarinātu noteiktas formas. Piemēram, servo pārvietošana uz 90° atkārtoti simulē leņķus kvadrātā, un tie var izmērīt, kā servo ieprogrammētie leņķi atbilst katrai formai.
LED gaismas izmantošana, lai parādītu bināro matemātiku un divu spēku	Savienojiet vairākas LED gaismas ar Arduino un ieprogrammējiet tās ieslēgt un izslēgt binārā secībā. Piemēram, studenti var likt gaismas diodēm iedegties secībā, kas atbilst binārajiem skaitļiem no 0 līdz 15.	Bināri skaitļi, divi pakāpes, secības un vietas vērtības.	Katrs LED apzīmē vietu binārajā sistēmā (1, 2, 4, 8 utt.). Studenti var skaitīt bināri, ieslēdzot un izslēdzot gaismas diodes pareizajā secībā. Šī darbība ilustrē, kā binārais darbojas digitālajās sistēmās, un pastiprina izpratni par divu spēku

			eksponenciālo pieaugumu.
Grafiku veidošana un izmaiņu ātrums ar attāluma sensoriem	Iestatiet Arduino ar ultraskaņas attāluma sensoru, lai laika gaitā izmērītu attālumu starp sensoru un objektu. Studenti var pārvietot objektu tuvāk vai tālāk un reģistrēt mainīgos attālumus, attēlojot tos grafikā, lai vizualizētu izmaiņu ātrumu.	Datu punktu diagrammu veidošana, slīpumu, izmaiņu ātruma izpratne.	Studenti grafikā attēlo attālumu pret laiku un izmantos savus datus, lai analizētu, cik ātri objekts tuvojas sensoram vai attālinās no tā. Aprēķinot līnijas slīpumu savā grafikā, viņi var noteikt izmaiņu ātrumu, kas ir ievads jēdzieniem aprēķinos un algebrā.

Sfero roboti ir programmējami, apaļi roboti, kurus skolēni var vadīt pa dažādiem ceļiem. Šādas ierīces ir īpaši noderīgas ģeometrijas mācīšanai, tostarp leņķu un attāluma mērīšanas jēdzieniem. Sphero EDU platforma piedāvā virkni iepriekš sagatavotu aktivitāšu un saturu, nodrošinot pedagogiem ērtus rīkus racionalizētai stundu plānošanai.



<https://sphero.com/>

Sphero robotu integrēšana matemātikas stundās var būt aizraujošs veids, kā konkretizēt abstraktus jēdzienus. Šeit ir dažas darbības, kas izmanto Sphero robotus, lai mācītu dažādus matemātikas jēdzienus (skatiet 4. tabulu).

4. tabula Darbības ar Sphero robotiem matemātikai

Aktivitātes nosaukums	Aktivitāte	Matemātikas prasmes	Kā tas darbojas
Ģeometrija un leņķi	Studenti mācās aprēķināt formu iekšējos un ārējos leņķus, programmējot robotu griezties noteiktos leņķos katrā virsotnē.	Leņķu izpratne, daudzstūru noteikšana, malu garuma, perimetra un laukuma mērīšana.	Lieciet skolēniem izmantot lietotni Sphero EDU, lai ieprogrammētu robotu, lai izsektu noteiktas formas uz grīdas (piemēram, kvadrātiem, trīsstūriem, piecstūriem). Viņi var aprēķināt un iestatīt leņķus un attālumus, lai izveidotu šīs formas.
Raksti un secība	Palīdz skolēniem atpazīt un izveidot modeļus, izpētīt matemātiskās secības un pārbaudīt prognozes.	Secība, modeļu atpazīšana un sērijas.	Ieprogrammējiet Sphero, lai sekotu atkārtotai kustību secībai (piemēram, uz priekšu, pagriezieties par 90 grādiem, atkal uz priekšu) un novērojiet iegūto ceļu. Studenti prognozē nākamos soļus, pamatojoties uz modeli.
Platība un perimetrs	Pastiprina laukuma un perimetra aprēķinus, izmantojot praktisku robotu programmēšanu.	Perimetrs, laukums un ģeometrija.	Lūdziet studentus ieprogrammēt Sphero, lai izveidotu slēgtu ceļu (piemēram, taisnstūri, kvadrātu). Viņi aprēķina perimetru, ieprogrammējot robotu, lai tas pārvietotos katras malas garumā un mērot attālumu. Platībai viņi var

			izmantot savas formas izmērus
Daļdaļas un decimāldaļas	Studenti praktizē daļskaitļu attālumu aprēķināšanu un to pārveidošanu ieprogrammētās kustībās, uzlabojot izpratni par daļskaitļiem reālās pasaules kontekstā.	Daļdaļas, decimāldaļas un veseluma daļas.	Lieciet studentiem ieprogrammēt Sphero, lai nobrauktu daļējus iepriekš noteiktas līnijas vai ceļa attālumus. Piemēram, ieprogrammējiet to $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ vai $\frac{1}{4}$ no noteiktā attāluma, ļaujot studentiem eksperimentēt ar daļskaitļiem un decimāldaļām.

Blue-Bot: izglītojošs rīks interaktīvai mācībām

Blue -Bot robots, ko izstrādājis TTS , ir programmējams robots, kas paredzēts bērniem vecumā no 4 gadiem, uzsverot pamata programmēšanas prasmes un agrīnās matemātikas koncepcijas. Aprīkots ar Bluetooth savienojumu, Blue-Bot ļauj studentiem iesaistīties kodēšanas uzdevumos, izmantojot tiešu ievadi robotā vai izmantojot pavadošo lietotni, veicinot praktisku pieeju mācībām.



<https://www.terrapinlogo.com/>

Izglītības ieguvumi:

- **Telpiskā izpratne un ģeometrija:** skolēni var ieprogrammēt Blue-Bot, lai pārvietotos pa iepriekš definētiem ceļiem vai režģiem, uzlabojot izpratni par telpisko spriešanu, leņķiem un attālumiem.
- **Problēmu risināšanas prasmes:** iestatot un atklūdojot maršrūtus, audzēkņi attīsta kritisko domāšanu un algoritmisku spriešanu.

- **Sadarbība:** ierīce atbalsta grupu aktivitātes, kurās skolēni strādā kopā, lai sasniegtu programmēšanas izaicinājumus, veicinātu komunikāciju un komandas darbu.

Galvenās funkcijas:

- Programmējams, izmantojot taustes pogas vai mobilo aplikāciju.
- Caurspīdīgs korpuss, kas ļauj skolēniem redzēt iekšējo mehāniku, rosinot zinātkāri par inženiertehniskajām koncepcijām.
- Integrācija ar iepriekš izstrādātiem paklājiņiem, piedāvājot dažādus izaicinājumus, kas saistīti ar koordinātām, secību un matemātisko argumentāciju.

mTiny: interaktīvs robots agrīnai izglītībai

Robots **mTiny** no **Makeblock** ir interaktīvs izglītojošs rīks, kas pielāgots bērniem vecumā no 4 līdz 7 gadiem un ir paredzēts, lai rotaļājoties iepazīstinātu ar kodēšanas koncepcijām un STEM pamatiem. Izmantojot unikālu skārienekrāna pildspalvas kontrolieri, mTiny atbalsta kodēšanas pieredzi bez ekrāna, kurā prioritāte ir kinestētiskā mācīšanās.



<https://images.app.goo.gl/T22mxxJgT59C3q8u6>

Izglītības ieguvumi:

- **Matemātikas un loģikas attīstība:** mTiny aktivitāšu paklājos ir iekļautas mīklas un uzdevumi, kuriem nepieciešama rakstu atpazīšana, secība un problēmu risināšana.
- **Radošums un stāstu stāstīšana:** skolēni izmanto mTiny, lai izpētītu uz stāstījumu balstītas problēmas, apvienojot mākslinieciskās un loģiskās prasmes.
- **Starpdisciplināra mācīšanās:** aktivitātes integrē lasītprasmi, mākslu un rēķināšanas prasmi, radot holistisku mācību vidi.

Galvenās funkcijas:

- Interfeiss bez ekrāna veicina veselīgus mācīšanās paradumus un taustes mijiedarbību.
- Iepriekš izstrādātas karšu kopas un izaicinājumi palīdz pedagogiem saskaņot uzdevumus ar mācību programmas mērķiem.
- Izturīgs dizains, kas veicina praktiskus eksperimentus un izpēti.

Mācību pārvaldības sistēmas (LMS) apvērstai mācībai

Lai īstenotu apgriezto mācību pieeju, pedagogiem ir nepieciešama platforma, ar kuras palīdzību var efektīvi nodrošināt pirmsstundu saturu un uzraudzīt skolēnu progresu. Daži no visefektīvākajiem instrumentiem ir:

- **Google Classroom:** Google Classroom ir plaši izmantota, lietotājam draudzīga platforma, kas ļauj pedagogiem augšupielādēt dažādus digitālos resursus, tostarp mācību video, uzdevumus un viktorīnas. Skolotāji var sakārtot saturu pēc vienībām vai tēmām, tādējādi ļaujot studentiem patstāvīgi piekļūt apgrieztajiem mācību resursiem.
- **Canvas:** Canvas ir LMS, kas ietver virkni izsmalcinātu funkciju, tostarp visaptverošu video integrāciju, uzdevumu iesniegšanas un novērtēšanas rīkus. Skolotāji var izmantot Canvas, lai organizētu materiālus apgrieztai mācību pieejai, tostarp mācību video, prakses viktorīnas un papildu resursus, tādējādi ļaujot skolēniem iesaistīties saturā pirms nodarbības.

Video un satura izveides rīki

Lai veiksmīgi īstenotu apgrieztu mācību pieeju, skolotājiem bieži būs jāizveido savi mācību video, kuros viņi sadala matemātiskās koncepcijas, kuras skolēni pēc tam var mācīties mājās. Lai izveidotu augstas kvalitātes saturu, ieteicams izmantot šādus rīkus:

- **Screencast-O-Matic:** šis rīks ļauj skolotājiem ierakstīt savus ekrānus un sniegt audio paskaidrojumus, tādējādi atvieglojot mācību video izveidi, kas palīdz skolēniem risināt matemātiskas problēmas vai demonstrē programmatūras izmantošanu robotikas programmēšanai;
- **Edpuzzle:** Edpuzzle ir apgrieztās mācīšanās pieejas tālāka attīstība, ļaujot skolotājiem iekļaut jautājumus tieši mācību videoklipos. Skolotāji var augšupielādēt savus videoklipus vai izmantot esošo saturu, iekļaujot interaktīvus elementus, lai atvieglotu skolēnu iesaistīšanos materiālā;
- **Camtasia:** Camtasia ir sarežģītāks video rediģēšanas rīks, kas ļauj pedagogiem izveidot profesionālu un izsmalcinātu video. Tādu funkciju kā pāreju, anotāciju un viktorīnu iekļaušana padara Camtasia par ideālu rīku visaptverošu, individuāli pielāgotu matemātisko pamācību izveidei;
- **Khan Academy un YouTube:** skolotājiem ne vienmēr ir nepieciešams izveidot saturu no jauna. Video resursi par dažādām matemātikas tēmām ir pieejami tādās platformās kā Khan Academy. Turklāt YouTube piedāvā daudz matemātisko pamācību, ko pedagogi var piešķirt saviem skolēniem pirmsstundu pārskatīšanai.

Kodēšanas platformas un programmēšanas valodas

Programmēšanas mācīšana ir robotikas izglītības mācību programmas neatņemama sastāvdaļa. Studentu iepazīstināšana ar datorkodēšanas principiem palīdz uzlabot arī viņu loģiskās un analītiskās domāšanas prasmes, kurām ir liela nozīme matemātikas apguvē. Šajā sarakstā ir sniegti kodēšanas resursu piemēri, kurus var izmantot uz robotiku orientētas matemātikas mācību programmas kontekstā.

- **Scratch:** Scratch ir iesācējiem draudzīga programmēšanas platforma, kas izmanto bloku kodēšanu, padarot to ideāli piemērotu jaunākiem skolēniem. Skolotāji var izstrādāt projektus, kuros skolēni izmanto matemātiku, lai kontrolētu virtuālo robotu kustību un darbības <https://scratch.mit.edu/>
- **Blockly:** Google Blockly platforma atgādina Scratch, un tā bieži tiek iekļauta robotikas komplektos, piemēram, Wonder Workshop's Dash un Dot. Studenti izmanto

matemātisko loģiku, lai kontrolētu robotu kustības, tādējādi pastiprinot prasmes, piemēram, leņķa aprēķināšanu, attāluma mērīšanu un secību.

- **Python:** kad studenti virzās uz priekšu studijās, Python kļūst par neaizstājamu programmēšanas valodu, jo īpaši robotikas projektiem, kas ietver sarežģītākus aprēķinus un algoritmus. Ievērojams skaits robotikas platformu, tostarp Raspberry Pi, ir saderīgas ar Python programmēšanas valodu, kas padara to par nenovērtējamu rīku progresīvu matemātisko koncepciju integrēšanai.
- **RoboBlockly:** īpaši izstrādāts dabaszinātņu, tehnoloģiju, inženierzinātņu un matemātikas (STEM) mācīšanai, RoboBlockly ļauj studentiem kodēt ar bloku komandām, vienlaikus apgūstot matemātikas pamatjēdzienus. Skolotāji var izmantot RoboBlockly matemātiskām programmēšanas problēmām, kas ir tieši saistītas ar robotiku.

Vērtēšanas rīki

Apgrieztā klasē vērtēšanas rīki ir ārkārtīgi svarīgi, jo tie atvieglo skolēnu progresu uzraudzību un atgriezeniskās saites sniegšanu pedagogiem. Tālāk ir sniegti visefektīvākie rīki skolēnu izpratnes novērtēšanai izglītības vidē, koncentrējoties uz robotiku un matemātisko jēdzienu integrāciju.

- **Quizizz:** platforma Quizizz ļauj skolotājiem izstrādāt interaktīvus, matemātisko jēdzienu vērtējumus, kurus skolēni var pabeigt pirms vai pēc praktiskām robotikas aktivitātēm. Platforma nodrošina tūlītēju atgriezenisko saiti un veikspējas analīzi, ļaujot pedagogiem novērtēt studentu sagatavotību un prasmes.
- **Kahoot !:** Kahoot! ir optimāls rīks ātrai, interaktīvai novērtēšanai. Skolotāji var izveidot viktorīnas, kas attiecas gan uz matemātikas jēdzieniem, gan robotikas lietojumprogrammām, kuras var izmantot kā ievaduzdevumus vai veidojošus vērtējumus, lai pārliecinātos, vai skolēni ir sapratuši pamatjēdzienus, pirms pāriet pie sarežģītākiem uzdevumiem.
- **Google veidlapas:** Google veidlapas sniedz pedagogiem iespēju izstrādāt individuālus novērtējumus, kas ietver jautājumus ar atbilžu variantiem, īsu atbilžu vai atvērto atbilžu jautājumiem. Skolotāji var iegult matemātiskas problēmas vai jautājumus, kas attiecas uz kodēšanas loģiku robotikā, un atbildes tiek automātiski novērtētas vai pārskatītas, lai iegūtu dziļāku ieskatu.

Robotikas un matemātikas mācību programmas resursi

Iepriekš esošo mācību programmu resursu izmantošana var samazināt stundu sagatavošanai nepieciešamo laiku un nodrošināt strukturētas, standartiem atbilstošas stundas, kurās ir integrēta robotika un matemātika.

- **STEMfinity:** šī tiešsaistes platforma nodrošina dažādus robotikas komplektus, STEM materiālus un mācību programmu ceļvežus. Skolotāji var piekļūt iepriekš sagatavotiem stundu plāniem, kas integrē robotiku matemātikas izglītībā, tādējādi ietaupot laiku un nodrošinot atbilstību mācību standartiem <https://stemfinity.com/>
- **TeachEngineering:** TeachEngineering piedāvā bezmaksas, standartiem saskaņotas K-12 inženierzinātņu mācību programmas, tostarp robotikas aktivitātes, kas ietver

matemātiskas koncepcijas. Šie resursi ļauj pedagogiem piekļūt stundu plāniem un studentu izdales materiāliem par robotikas aktivitātēm, kas nostiprina matemātiskās prasmes <https://www.teachengineering.org/>

Aktīvās mācīšanās un sadarbības paņēmieni

Robotikas integrācija matemātikas izglītībā sniedz iespēju daudzpusīgai, uz pieredzi balstītai pieejai, kas veicina aktīvu mācīšanos un sadarbību. Kad studenti sadarbojas ar robotiem, lai risinātu matemātikas problēmas, viņi ne tikai uzlabo izpratni par matemātikas principiem, bet arī attīsta kritisko domāšanu, komandas darbu un problēmu risināšanas spējas. Tomēr, lai veicinātu aktīvu iesaistīšanos un sadarbību robotikas matemātikas stundās, ir jāievieš īpašas stratēģijas, lai nodrošinātu, ka skolēni pilnībā izmanto šīs iespējas. Šajā rakstā ir izklāstītas praktiskas stratēģijas pedagogiem, lai veicinātu aktīvu mācīšanos un efektīvu komandas darbu klasē.

1. Iestatiet skaidrus mērķus, kas atbilst reālai pasaulei

Viens no labākajiem veidiem, kā veicināt aktīvu mācīšanos uz robotiku orientētā matemātikas klasē, ir sākt katru darbību ar skaidriem, reāliem mērķiem. Kad skolēni saprot katras aktivitātes mērķi un redz tās praktisko pielietojumu, viņi ir vairāk motivēti aktīvi iesaistīties:

- Saite uz matemātikas standartiem: skaidri savienojiet katru robotikas darbību ar konkrētām matemātikas prasmēm un standartiem, lai skolēni redzētu, kā viņu robotizētie uzdevumi pastiprina mācību mērķus klasē. Piemēram, ja viņi mācās par leņķiem, lieciet viņiem izmērīt un aprēķināt rotācijas, lai viņu robots pārvietotos pa noteiktu ceļu;
- Izveidojiet uz matemātiku balstītus scenārijus: veidojiet katru robotikas darbību reālas pasaules izaicinājumā, kam nepieciešamas matemātikas prasmes. Piemēram, izveidojiet scenāriju, kurā skolēniem ir jāieprogrammē robots, lai pārvietotos labirintā, pamatojoties uz leņķiem un attāluma aprēķiniem, imitējot šķēršļu joslu vai piegādes maršrutu.

2. Izmantojiet problēmu balstītas mācīšanās (PBL) pieeju

Problēmās balstīta mācīšanās pārveido klasi par sadarbības telpu, kurā skolēni strādā kopā, lai risinātu reālās pasaules problēmas. Robotikas projekti ir ideāli piemēroti PBL, jo studentiem ir jāizmanto kritiskā domāšana un matemātisko problēmu risināšana, lai sasniegtu savus mērķus:

- Veiciniet iterāciju: uzsveriet, ka inženierijas un problēmu risināšanai bieži ir nepieciešami vairāki mēģinājumi. Ļaujiet studentiem pārbaudīt savus robotus, mācīties no neveiksmēm un uzlabot to dizainu. Tas veicina izaugsmes domāšanas veidu, kurā skolēni saprot, ka mācīšanās ir process;

- Uzstādiet beztermiņa izaicinājumus: tā vietā, lai sniegtu studentiem soli pa solim ceļvedi, uzdodiet viņiem atklātu problēmu. Piemēram, palūdziet studentiem izveidot robotu, kas var precīzi izmērīt attālumus, un pēc tam izaiciniet viņus izmantot algebru un ģeometriju, lai sasniegtu precizitāti.

3. Organizējiet skolēnus sadarbības komandās ar piešķirtām lomām

Sadarbība ir būtiska robotikas klasē, un lomu piešķiršana komandās var palīdzēt katram studentam uzņemties atbildību par savu ieguldījumu. Piemēram, lomās var ietilpt “programmētājs”, kas strādās ar kodēšanu, “matemātiķis”, lai aprēķinātu leņķus un mērījumus, “dizaineris” robota uzbūvēšanai un montāžai un “testētājs”, lai novērtētu funkcionalitāti:

- Izveidojiet uz komandu balstītas pārdomu rutīnas: pēc katras sesijas lieciet studentiem pārdomāt savas komandas progresu, pārrunājot gan individuālo, gan grupu ieguldījumu. Tas veicina atbildību un saziņu, kas ir būtiski efektīvam komandas darbam;
- Lomu maiņa: lai nodrošinātu, ka visi skolēni iesaistās dažādos projekta aspektos, periodiski mainiet lomas. Tas palīdz skolēniem attīstīt dažādas prasmes, sākot no matemātikas aprēķiniem līdz programmēšanai un kritiskai domāšanai.

4. Izmantojiet Flipped Learning, lai sagatavotu skolēnus praktiskām aktivitātēm

Apgrieztā mācīšanās — kur skolēni pārbauda pamata saturu mājās, pirms to izmanto stundā, īpaši labi darbojas robotikas aktivitātēs. Iepriekš apgūstot matemātikas pamatjēdzienus, skolēni ir gatavi ienirt praktiskajās pielietojumos:

- Izmantojiet tiešsaistes viktorīnas, lai novērtētu gatavību: novērtējiet skolēnu izpratni, veicot ātru tiešsaistes viktorīnu pēc tam, kad viņi ir pabeiguši pirmsstundu darbu. Tas palīdz noteikt, vai ir nepieciešama papildu pārskatīšana, un nodrošina, ka skolēni ir gatavi aktīvi piedalīties klases robotikas aktivitātēs;
- Piešķiriet pirmsklases videoklipus vai simulācijas: nodrošiniet mācību video vai ar matemātiku saistītas simulācijas, kas iepazīstina ar galvenajiem jēdzieniem. Piemēram, ja skolēniem būs jāaprēķina leņķi, kopīgojiet īsu video par trigonometriskajām funkcijām, ko viņi var noskatīties pirms stundas.

5. Iekļaujiet vienaudžu mācīšanas un mācīšanās iespējas

Vienaudžu mācīšana ir spēcīgs veids, kā stiprināt mācīšanos, jo jēdzienu skaidrošana citiem padziļina izpratni. Mudiniet studentus mācīt viens otram konkrētus matemātiskus jēdzienus vai robotikas tehniku:

- Veiciniet programmēšanu pāros: programmēšanas laikā izveidojiet studentus pāri un lieciet vienam studentam ierakstīt kodu, bet otrs pārskata un pārbauda aprēķinus. Šī

pieeja veicina diskusiju, nodrošina precizitāti un veicina uz sadarbību balstītu mācību vidi;

- Iestatiet “ekspertu” stacijas: piešķiriet studentiem, kuriem ir izcilas noteiktas prasmes (piemēram, aprēķinot rotācijas vai kodējot noteiktas komandas), lai viņi darbotos kā “eksperti”. Šie skolēni var rotēt grupās, sniedzot norādījumus par matemātikas aprēķiniem vai programmēšanas jautājumiem, kas nostiprina viņu zināšanas, vienlaikus atbalstot vienaudžus.

6. Izstrādājiat refleksijas aktivitātes, lai stiprinātu matemātisko domāšanu

Reflektīvas aktivitātes palīdz studentiem saistīt savu robotikas pieredzi ar matemātikas principiem, pastiprinot prasmes, kuras viņi praktizē:

- Pēcprojekta analīze: pēc projekta pabeigšanas palūdziet studentiem prezentēt savu darbu klasei, izskaidrojot izmantoto matemātiku un to, kā tā palīdzēja atrisināt robotikas izaicinājumu. Šīs prezentācijas mudina skolēnus lepoties ar savu darbu un ļauj mācīties vienam no otra pieejām;
- Matemātikas žurnāli vai žurnāli: lūdziet studentiem uzturēt žurnālu, kurā viņi ieraksta katras sesijas laikā izmantoto matemātiku, piemēram, attāluma aprēķinus, leņķu mērījumus vai laika intervālus. Šie žurnāli mudina skolēnus formulēt savu domāšanu un sniedz rakstisku ierakstu, ko viņi var pārskatīt vēlāk.

7. Izmantojiet spēlošanu (Gamification), lai veicinātu iesaistīšanos un sadarbību

Robotikas izaicinājumu spēlēšana rada jautrības elementu un motivē studentus strādāt kopā, lai sasniegtu kopīgus mērķus. Šeit ir daži veidi, kā pievienot savai klasei draudzīgu konkurenci:

- Uzvarētāju saraksta izaicinājumi: iestatiet izaicinājumus, kuros komandas nopelna punktus par konkrētu uzdevumu izpildi, piemēram, precīzu leņķu aprēķināšanu, lai robots varētu pārvietoties labirintā. Līderu saraksts var radīt aizrautību, vienlaikus pastiprinot vajadzību pēc precizitātes un sadarbības;
- Laika misijas: lieciet studentiem pabeigt robotikas misijas noteiktā laikā. Piemēram, viņiem, iespējams, būs jāaprēķina pareizais ātrums un attālums, lai viņu robots noteiktā laikā sasniegtu mērķi. Tas prasa ātru, sadarbīgu problēmu risināšanu un nostiprina matemātikas prasmes laika ierobežojumu apstākļos;
- Uz līmeni balstīti sasniegumi: kad skolēni izpilda uzdevumus vai sasniedz atskaites punktus, piešķiriet viņiem “līmeņa paaugstināšanas” vai nozīmītes. Piemēram, viņi var nopelnīt žetonu “Ģeometrijas ģēnijs” par precīzu leņķu aprēķināšanu un programmēšanu vai emblēmu “Mērījumu meistars” par precīziem attāluma aprēķiniem.

8. Integrējiet digitālos rīkus reāllaika sadarbībai

Digitālie rīki var atbalstīt aktīvu mācīšanos un sadarbību robotikas projektos, īpaši, ja skolēni strādā dažādās grupās vai vietās:

- Google Workspace komandas plānošanai un dokumentācijai: Google dokumenti, izklājlapas un prezentācijas ir lieliski piemērotas komandas sadarbībai. Studenti var dokumentēt matemātiskos aprēķinus, dalīties ar dizaina plāniem vai izstrādāt projekta prezentāciju, ļaujot ikvienam grupas dalībniekam piedalīties;
- Virtuālās robotikas platformas praksei: virtuālie robotikas simulatori, piemēram, VEXcode VR vai Tinkercad, ļauj studentiem praktiski praktizēt programmēšanu un matemātiskos aprēķinus. Šie rīki ir īpaši noderīgi, ja klātienē robotikas laiks ir ierobežots, jo tie sniedz studentiem iespēju izmantot matemātikas jēdzienus simulētā vidē;
- Sadarbības kodēšanas platformas, piemēram, GitHub vai Repl.it: progresīvākiem robotikas projektiem platformas, piemēram, GitHub vai Repl.it, ļauj studentiem sadarboties ar kodu reāllaikā, atbalstot sarežģītas programmēšanas problēmas, kas pastiprina loģisko un matemātisko domāšanu.

9. Veiciniet regulāru vienaudžu atgriezenisko saiti un grupas pārdomas

Lai izveidotu sadarbības kultūru, izveidojiet rutīnas vienaudžu atgriezeniskajai saitei un grupas pārdomām, ļaujot studentiem dalīties ieskatos un mācīties vienam no otra:

- Kolēģu novērtējuma veidlapas: pēc katra projekta lieciet studentiem aizpildīt kolēģu vērtējumus, sniedzot konstruktīvas atsauksmes par komandas darbu un individuālo ieguldījumu. Tas veicina atbildību un mudina skolēnus pārdomāt savas sadarbības prasmes.
- Reflektīvas grupas diskusijas: atvēliet grupām laiku, lai pārrunātu, kas strādāja, kas nē un ko viņi iemācījās. Mudiniet studentus koncentrēties gan uz matemātiku, gan komandas darba dinamiku, palīdzot viņiem attīstīt gan matemātikas, gan starppersonu prasmes.

Secinājums

Robotikas integrācija matemātikas mācībā ir novatoriska un ietekmīga pieeja matemātikas pamatprasmju un zināšanu mācīšanai. Ievērojot praktiskas mācīšanās, problēmu risināšanas, starpdisciplināru savienojumu, vizualizācijas, sadarbības un iteratīvās mācīšanās principus, pedagogi var izveidot dinamisku mācību vidi, kas iesaista skolēnus un padziļina viņu izpratni par matemātiku. Robotikas iekļaušana matemātikas izglītībā var veicināt tādu audzēkņu paaudzi, kuri ne tikai izceļas matemātikā, bet arī novērtē tās praktisko pielietojumu apkārtējā pasaulē.

Robotikas un apgrieztās mācīšanās integrācija matemātikas izglītībā sniedz pedagogiem virkni priekšrocību, tostarp lielāku skolēnu iesaistīšanos un izpratni, efektīvāku stundu laika izmantošanu un uzlabotu profesionālo attīstību. Šī pieeja efektīvi pārveido tradicionālo klasi par dinamisku un interaktīvu mācību vidi, kas veicina gan skolēnu, gan skolotāju uzplaukumu. Pieņemot robotiku un apgrieztu mācīšanos, skolotāji ne tikai uzlabo savu skolēnu matemātiskās spējas, bet arī kļūst par līderiem izglītības jomā, kas attīstās.

Robotikas integrācija matemātikas mācībās, izmantojot apgrieztu mācību pieeju, nodrošina stabilu, uz pieredzi balstītu metodoloģiju, kas atvieglo studentu izpratni par sarežģītiem jēdzieniem. Atbilstoša robotikas komplektu, satura izveides rīku, kodēšanas platformu, novērtēšanas resursu un strukturētu mācību programmu ceļvežu kombinācija ļauj skolotājiem pārveidot savas klases interaktīvā vidē, kas veicina gan zinātkāri, gan meistarību. Ieguldot šajos rīkos un resursos, pedagogi var izveidot matemātikas klasi, kas ir vērsta uz robotiku un ir saistoša, novatoriska un veiksmīga, palīdzot skolēniem attīstīt būtiskas matemātiskās un problēmu risināšanas prasmes.

Aktīva mācīšanās un sadarbība ir galvenie aspekti matemātikas klasē, kurā ir iekļauta robotika. Tie ļauj studentiem jēgpilni un praktiski iesaistīties matemātiskajās koncepcijās. Šo stratēģiju īstenošana, kas ietver sadarbības komandu veidošanu, apgrieztas mācīšanās un spēļu izmantošanu, var veicināt dinamiskas mācību vides izveidi, kurā skolēni aktīvi iesaistās, uzņemas atbildību par savu mācīšanos un sniedz savstarpēju atbalstu kopīgu mērķu sasniegšanā. Efektīvi īstenojot, robotika var kalpot kā nenovērtējams instruments ne tikai matemātikas izpratnes uzlabošanai, bet arī tādu būtisku 21. gadsimta prasmju veicināšanai kā kritiskā domāšana, problēmu risināšana un komandas darbs.

ATSAUCES

- AbdulRab, Hanan. (2023). Teacher Professional Development in the 21st Century. *African Journal of Education and Practice*. 9. 39-50. <https://doi.org/10.47604/ajep.2237>
- Akkaya, D. (2015). *Assessing the primary and secondary school teachers' cognitive awareness levels about constructivism (a case in the city Kayseri)* (Unpublished master thesis). University of Erciyes, Turkey.
- Akman, P. (2018). *The research of the effectiveness on the academic success and the emotional intelligence of the English lesson teaching according to the brain based learning theory* (Unpublished master thesis). Çağ University, Turkey.
- Anderson, T. (2008). *The Theory and Practice of Online Learning*. Athabasca University Press.
- Alqahtani, M. M., Hall, J. A., Leventhal, M., & Argila, A. N. (2022). *Programming in Mathematics Classrooms: Changes in Pre-service Teachers' Intentions to Integrate Robots in Teaching. Digital Experiences in Mathematics Education*, 8(1), 70–98. <https://doi.org/10.1007/s40751-021-00096-6>
- Aurini, J., McLevey, J., Stokes, A., & Gorbett, R. (2017). *Robotics and 21st century learning*. Ontario Ministry of Education, Council of Directors of Education.
- Bal, F. (2020). *Investigation of the effect of social learning theory on mentally handicapped children's theory of mind* (Unpublished master thesis). Biruni University, Turkey.
- Bandura, A. (1991). Social cognitive theory of self-regulation. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 248-287.
- Batdı, V., & Anıl, Ö. (2021). Learning by computer-based education: A meta-thematic analysis. *J. BAUN Inst. Sci. Technol.*, 23(1), 111-127. <https://doi.org/10.25092/baunfbed.842078>
- Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. International Society for Technology in Education.
- Briggs, J. R. (2022). *Python for Kids, 2nd Edition: A Playful Introduction to Programming*. No Starch Press, US.
- Brown, R. (2021). *Integrating LEGO Spike into Primary Classrooms*. Innovative Educator.
- Chapman, J.R., & Rich, P. J. (2018). Does educational gamification improve students' motivation? If so, which game elements work best?, *Journal of Education for Business*, 93:7, 314-321, <https://doi.org/10.1080/08832323.2018.1490687>
- Chen, T.-I., Lin, S.-K., & Chung, H.-C. (2023). Gamified educational robots lead an increase in motivation and creativity in STEM education. *Journal of Baltic Science Education*, 22(3), 427-438. <https://doi.org/10.33225/jbse/23.22.427>
- Catlin, D., & Blamires, M. (2010). *The principles of Educational Robotic Applications (ERA): A framework for understanding and developing educational robots and their activities* (J. Clayson & I. Kalaš, Ed.). The 12th EuroLogo conference. <https://repository.canterbury.ac.uk/item/86q3v/the-principles-of-educational-robotic->



[applications-era-a-framework-for-understanding-and-developing-educational-robots-and-their-activities](#)

- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2023). *E-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning (Fifth Edition)*. Wiley.
- Çam, Ş. S., & Acat, M. B. (2023). Teacher's practice and competency levels of differentiated instruction. *MAUN Journal of Education*, 3(1), 96-120.
- Çırak Kurt, S. (2017). A blended learning experience. *Elementary Education Online*, 16(2): 860-886.
- Çıtak G., & Duran Aksoy Ö. A. (2023). Are Mobile Applications An Opportunity In Midwifery Education?, *J TOGU Heal Sci.*, 3(1):86-93.
- Conchinha, C., Osório, P., & de Freitas, J. C. (2015). *Playful learning: Educational robotics applied to students with learning disabilities*. International Symposium on Computers in Education (SIIE), 167–171. <https://doi.org/10.1109/SIIE.2015.7451669>
- Darling-Hammond, L. (2000). How Teacher Education Matters. *Journal of Teacher Education - J TEACH EDUC.* 51. 166-173. <https://doi.org/10.1177/0022487100051003002>
- Demetroulis, E.A., Theodoropoulos, A., Wallace, M., Pouloupoulos, V., & Antoniou, A. (2023). Collaboration Skills in Educational Robotics: A Methodological Approach—Results from Two Case Studies in Primary Schools. *Education Sciences*, 13, 468. <https://doi.org/10.3390/educsci13050468>
- Dillenbourg, P. (1999). *Collaborative Learning: Cognitive and Computational Approaches*. Elsevier.
- Dougiamas, M., & Taylor, P. (2003). Moodle: Using learning communities to create an open-source course management system. *World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications (EDMEDIA) 2003, Chesapeake, VA, USA*.
- Downes, S. (2012). *Connectivism and Connective Knowledge: Essays on Meaning and Learning Networks*. National Research Council, Canada.
- Eguchi, A. (2014). Educational Robotics for Promoting 21st Century Skills. *Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems*. 8. 5-11. https://doi.org/10.14313/JAMRIS_1-2014/1
- Fabian, N. M., & Kasza, E. A. N. (2022). *Jocurile logico-matematice Dienes – înțelegere, aplicare și experimentare*. Student Thinkers and Advanced Research, 1(1), 10–10.
- Fan, O., & Weiqi X. (2024). The effects of educational robotics in STEM education: a multilevel meta-analysis. *International Journal of STEM Education*, 11 (7).
- Fung, C.-H., Besser, M., & Poon, K.-K. (2021). Systematic Literature Review of Flipped Classroom in Mathematics. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(6), em1974
- Fullan, M. (2013). Commentary: The New Pedagogy: Students and Teachers as Learning Partners. *LEARNing Landscapes*. 6. 23-29. <https://doi.org/10.36510/learnland.v6i2.601>

- Garrison, D. R., & Vaughan, N. D. (2008). *Blended Learning in Higher Education: Framework, Principles, and Guidelines*. HB Printing, USA.
- Gee, J. P. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. *Computers in the Schools*, 20(3-4), 25-35.
- Giuseppe, A., & Martina, P. (2012). *Educational Robotics Between Narration and Simulation. Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 51, 104–109. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.08.126>
- Google Developers. (2015). What is Blockly. Retrieved from <https://developers.google.com/blockly>
- Google for Education. (2020). *Future of the Classroom. Emerging Trends in K-12 Education Global Edition*. Google Education Press. Online: https://services.google.com/fh/files/misc/future_of_the_classroom_emerging_trends_in_k12_education.pdf?utm_source=web&utm_campaign=FY19-Q2-global-demandgen-website-other-futureoftheclassroom.
- Graham, C. R. (2006). Chapter 1: Blended learning systems: Definition, current trends, future directions. In C. J. Bonk & C. R. Graham (Eds.). *Handbook of blended learning: Global Perspectives, local designs*. San Francisco, CA: Pfeiffer Publishing.
- Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge, ISBN 9780415476188.
- Hall, T., Meyer, A., & Rose, D. H. (2019). *Universal Design for Learning in the Classroom: Practical Applications*. Guilford Press.
- Hrastinski, S. (2008). *Asynchronous and Synchronous E-Learning*. *Educause Quarterly*, 31(4), 51-55.
- Hsu, R. C., & Tsai, T.-H. (2022). Assessing the Impact of a Project-Based Learning Robotics Course with Integrating of STEM Education Using Content Analysis Method. *European Journal of STEM Education*, 7(1), 09. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/12633>
- Isabelle M. L., S., Andrade, W. L., & Livia M. R., S. (2019). *Analyzing the Effect of Computational Thinking on Mathematics through Educational Robotics. IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/FIE43999.2019.9028384>
- Jamison, A., Kolmos, A & Holgaard, J. E. (2014). Hybrid learning: An integrative approach to engineering education. *Journal of Engineering Education*, 103(2), 253-273.
- Jeffries, P. R., Woolf, S., & Linde, B. (2003). Technology-based vs. traditional instruction: A comparison of two methods for teaching the skill of performing a 12-lead ecg. *Nursing education perspectives*, 24(2), 70-74.
- Jonassen, D. H. (1995). Computers as cognitive tools: Learning with technology, not from technology. *Journal of Computing in Higher Education*, 6, 40-73.
- Johnson, L. (2020). Early Robotics Education with Bee-Bots. *Journal of Primary Education*, 12(3), 45–56.

- Kaya, Z. (2012). *Öğrenme ve Öğretme Kuramlar, Yaklaşımlar, Modeller*. Ankara: Pegem Akademi.
- Khanlari, A. (2016). *Teachers' perceptions of the benefits and the challenges of integrating educational robots into primary/elementary curricula*. *European Journal of Engineering Education*, 41(3), 320–330. <https://doi.org/10.1080/03043797.2015.1056106v>
- Kim, B. (2015). Chapter 5. *Designing Gamification in the Right Way*. *Library Technology Reports*, 51(2).
- Kim, Y. R., Park, M. S., & Tjoe, H. (2021). Discovering concepts of geometry through robotics coding activities. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, 9(3), 406-425. <https://doi.org/10.46328/ijemst.1205>
- Konijn, E. A., & Hoorn, J. F. (2020). *Robot tutor and pupils' educational ability: Teaching the times tables*. *Computers & Education*, 157, 103970. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103970>
- Koehler, M., Mishra, P., Akcaoglu, M., Rosenberg, J. (2013). The Technological Pedagogical Content Knowledge Framework for Teachers and Teacher Educators. Learning Futures. (2019). *Flipped Learning*. Retrieved from <https://app.secure.griffith.edu.au/exlnt/entry/3805/view>
- Lixiao, H., Douglas, G., (2013). Practices of Teaching Problem Solving Skills in Robotics Education. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting. 57. 1830-1834. <https://doi.org/10.1177/1541931213571409>
- Lopez-Caudana, E., Ramirez-Montoya, M.S., Martínez-Pérez, S., & Rodríguez-Abitia, G. (2020). Using Robotics to Enhance Active Learning in Mathematics: A Multi-Scenario Study. *Mathematics*, 8, 2163. <https://doi.org/10.3390/math8122163>
- Magallán-Ramirez, D., Rodriguez-Tirado, A., Martínez-Aguilar, J. D., Moreno-García, C. F., Balderas, D., & López-Caudana, E. O. (2021). Implementation of NAO Robot Maze Navigation Based on Computer Vision and Collaborative Learning. 2021060037. <https://doi.org/10.20944/preprints202106.0037.v1>
- Mărcuț I. G. (2015). *Didactica matematicii pentru învățământul primar și preșcolar*, Editura "Techno Media" Sibiu.
- Means, B., Toyama, Y., Murphy, R., Bakia, M., & Jones, K. (2010). *Evaluation of Evidence-Based Practices in Online Learning: A Meta-Analysis and Review of Online Learning Studies*. U.S. Department of Education. <https://www2.ed.gov/rschstat/eval/tech/evidence-based-practices/finalreport.pdf>
- Moon, J., & Ke, F. (2020). In-Game Actions to Promote Game-Based Math Learning Engagement. *Journal of Educational Computing Research*, 58(4), 863–885. <https://doi.org/10.1177/0735633119878611>
- Moyer-Packenham, P. S., Lommatsch, C. W., Litster, K., Ashby, J., Bullock, E. K., Roxburgh, A. L., Shumway, J. F., Speed, E., Covington, B., Hartmann, C., Clarke-Midura, J., Skaria, J., Westenskow, A., MacDonald, B., Symanzik, J., & Jordan, K. (2019). How design features

- in digital math games support learning and mathematics connections. *Computers in Human Behavior*, 91, 316–332. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.09.036>
- Muñoz, L., Villarreal, V., Morales, I., Gonzalez, J., & Nielsen, M. (2020). Developing an Interactive Environment through the Teaching of Mathematics with Small Robots. *Sensors*, 20(7), <https://doi.org/10.3390/s20071935>
- Modern Teaching Aids (2020). LEGO® Education Classroom Solutions. Online: <https://d4iqe7beda780.cloudfront.net/resources/site/mtanz/landingpages/downloads/pdf/lego-education.pdf>.
- Neacșu, I., Dascălu, Gh., Roșu, M., Radu, H., Roman, M., Tăgârță, V., Zafiu, Gh., (1988). *Metodica predării matematicii la clasele I-IV*, Editura Didactică și Pedagogică, București.
- Negrini, L., Giang, C., Bonaiuti, G., Cascalho, J.M., Primo, T.T., & Eteokleous, N. (2023) Editorial: Educational robotics as a tool to foster 21st century skills. *Frontiers in Education*, 8(1186029). <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.11860>
- Nour, A. (2022). Dezvoltarea gândirii logice la elevii mici prin jocuri matematice. În: *Dialog intercultural polono-moldovenesc*. Vol. V, nr.1, pp. 46-52. ISBN 978-9975-76-398-
https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/163610
- Özden, Y. (2011). *Öğrenme ve Öğretme* (5. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Murphy, K. L., Rodríguez-Manzanares, M. A., & Barbour, M. K. (2011). *Asynchronous and Synchronous Online Teaching: Perspectives of Canadian High School Distance Education Teachers*. *British Journal of Educational Technology*, 42(4), 583-591.
- Papadakis, S., Kalogiannakis, M. (2022). Learning Computational Thinking Development in Young Children With Bee-Bot Educational Robotics. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-2411-7.ch040>
- Papadakis, S., Gariou-Papalexiou, A., & Makrodimos, N. (2019). How to Design and Implement a Flipped Classroom Lesson: A Bottom up Procedure for More Effective Lessons. *Open Journal for Educational Research*, 3(2), 53-66.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
- Piaget, J. (1972). *The Principles of Genetic Epistemology*. Basic Books.
- Pina, A. A. (2010). *An Overview of Learning Management Systems*. In Y.Kats (Eds.). [Learning Management System Technologies and Software Solutions for Online Teaching: Tools and Applications](#) (Rivier College, USA).
- Prince, M. J., & Felder, R. M. (2006). Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases. *Journal of engineering education*, 95(2), 123-138.
- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernandez, A., et al. (2009). Scratch: Programming for All. *Communications of the ACM*, 52(11), 60–67.
- Russo, J., Bragg, L., & Russo, T. (2021). *How primary teachers use games to support their teaching of mathematics*. <https://doi.org/10.26822/iejee.2021.200>

- Schmidt, W., H. et al. (2023). Teacher Education Matters: A Study of Middle School Mathematics Teacher Preparation in Six Countries. Teachers College Press, <https://doi.org/978-0807751626>
- Scarpiello, A. (2021). The Effects of Mini-Lectures on Students' Academic Achievement in an Adaptive e-Learning Environment: A Mixed-Methods Case Study. ProQuest Dissertations & Theses, Northern Illinois University, 28548753.
- Schunk, D.H. (2012). Learning Theories-An Educational Perspective (Sixth Edition). Boston: Pearson Education, Inc. ISBN-13: 978-0-13-707195-1
- Seng, E., & Chuan, N.C. (2023) Integrating Learning Analytics into the Flipped Classroom: A Study on Data-Enabled Flipped Learning. *Open Access Library Journal*, 10, 1-18. <https://doi.org/10.4236/oalib.1110692>
- Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology & Distance Learning*, 2(1), 3–10.
- Smith, J. (2019). Building Problem-Solving Skills through LEGO Mindstorms. *STEM Journal*, 18(4), 22–28.
- Suarez, A., Garcia-Costa, D., Perez, J., Lopez-Inesta, E., Grimaldo, F., & Torres, J. (2023). Hands-on Learning: Assessing the Impact of a Mobile Robot Platform in Engineering Learning Environments. *Sustainability*, 15, 13717. <https://doi.org/10.3390/su151813717>
- Sriraman, B., & English, L. (2005). On the teaching and learning of Dienes' principles. *ZDM*, 37, 258–262. <https://doi.org/10.1007/s11858-005-0018-0>
- Tan-I Chen, Shih-Kai Lin, Hung-Chang Chung. (2023). *Gamified educational robots lead an increase in motivation and creativity in stem education*. Scientia Socialis, UAB. No. 3, p. 12.
- Takáč, O., Kanta, R., Takáčová, A. (2023). Use of Tinkercad as part of programming in elementary school computer science classes. *Asian Journal of Education and e-Learning*. 11. <https://doi.org/10.24203/ajeel.v11i1.7158>
- Wang, K., Sang, G.-Y., Huang, L.-Z., Li, S.-H., & Guo, J.-W. (2023). The Effectiveness of Educational Robots in Improving Learning Outcomes: A Meta-Analysis. *Sustainability*, 15(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/su15054637>
- Wan Fatimah Bt Wan Ahmad, Afza Bt Shafie, Mohd Hezri Amir Bin Abd Lat. (2010). Role-playing game-based learning in mathematics. *The Electronic Journal of Mathematics and Technology*, Volume 4, Number 2, ISSN 1933-2823.
- Vando, G.A.H., Su-Hang, Y., Mahesh, L., Jen-Hang, W., & Gwo-Dong, C. (2022). Robots in situated learning classrooms with immediate feedback mechanisms to improve students' learning performance. *Computers & Education*, 182, 104483.
- Varaman, P., Kumar, J. A., Rabu, S. N. A., & Osman, S. (2024). The Effect of Educational Robots on Primary Schools' Mathematics Learning Achievement, Interest, and Attitude. *Journal of Educators Online*, 21(2).

- Vygotsky, L., Cole, M. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Zheng, R. (2018). Digital Technologies and Instructional Design for Personalized Learning. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-3940-7>
- Zhong, B., & Xia, L. (2018). A Systematic Review on Exploring the Potential of Educational Robotics in Mathematics Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-09939-y>





UNIVERSITATEA
LUCIAN BLAGA
— DIN SIBIU —



LATVIJAS UNIVERSITĀTE
**PEDAGOĢIJAS,
PSIHOLOĢIJAS UN
MĀKSLAS FAKULTĀTE**



Scuola di
Robotica

www.rbtsinmath.eu