

MĀCĪBU PĒTNIECISKĀS PRASMES MATEMĀTIKAS STUNDĀS VIDUSSKOLĀ

Secondary School Students' Types of Thinking in Learning Maths

Austra Reihanova

Daugavpils Universitāte, Latvija

Abstract. *One of the most important tasks of education is to develop research skills aimed at the students' research activity in the study process. Involving students in research activities will enable them to learn to invent, understand and learn new knowledge, to argue their thoughts, to make decisions, to develop their interests and to realize opportunities. The theoretical basis of the study is the learning cognitive and constructivist approach. The topicality of the article relates to the transformations to be made in the education system, as the education system in Latvia and its content have to change. The aim of the article is to raise the issue of the goals of the productive activity of the mathematical school subject and the development of research skills, so that the pupil can transfer the knowledge and skills acquired creatively to solving problem situations of related subjects. The questionnaire of teachers and pupils with open questions, as well as research work in mathematics by students, are used in the article for obtaining data. Data analysis is a case study analysis method.*

Keywords: *types of research, research learning, research learning skills, mathematical training skills, problem solving, math lessons.*

Ievads

Introduction

Mūsdienu sabiedrība izglītības sistēmai izvirza nozīmīgu mērķi – izglītot skolēnus tā, lai viņi būtu sagatavoti turpmākai dzīvei un izglītībai visa mūža garumā (Skola 2030). Izglītību ilgtspējīgai attīstībai nodrošina mācību process, kurā skolēns aktīvā darbībā konstruē sev jaunas zināšanas, prasmes un iemaņas, veido attieksmes un pieredzi, kas nākotnē ļaus pieņemt sev un citiem nozīmīgus lēmumus (Salīte, 2002; Drelinga & Krastiņa, 2014).

Strauji pieaugot informācijas un tehnoloģiju attīstībai, sabiedrība liek lielas cerības uz skolēniem un izglītības sistēmu. Pārmaiņu process izraisa jaunus meklējumus izglītības sistēmā, kas liek izmēģināt jaunas mācību pieejas, metodes un modeļus izglītības sistēmā. Viena no šīm pieejām matemātikas mācīšanās jomā ir pētnieciskā mācīšanās, kurā tiek realizēta prasme, pielietot iegūtās zināšanas

dažādos kontekstos, dažādos mācību priekšmetos un daudzveidīgās problēmsituācijās (Fulans, 1999; Hattie, 2012). Arī OECD PISA pētījumos tiek mērītas skolēnu prasmes pielietot radošo mācīšanos jaunās situācijās. Skolēnu skaits, kuri sasniedz matemātikā kognitīvās darbības augstākos līmeņus, Latvijas skolēniem matemātikā ir viduvēji, tie norāda uz nepieciešamību meklēt citas pieejas mācīšanās procesā mācību stundās, lai nākotnē varētu uzlabot matemātiskas mācīšanās kvalitāti (Geske et al., 2013). Tādējādi aktuāls ir jautājums: kā attīstīt skolēniem pētnieciskās darbības prasmes matemātikā?

Raksta aktualitāte saistās ar izglītības sistēmā veicamajiem pārveidojumiem, jo Latvijas izglītības sistēmai un tās saturam ir jāmainās. Pedagoģiskā procesa inovācijas saistās ar iespēju uzlabot pedagoģiskās darbības (Šteinberga, 2018), ievērojot skolēnu individuālās īpatnības, piedāvājot skolēniem pašiem izvēlēties mācību satura apguves līmeni un dodot iespēju, katram skolēnam izvēlēties uzdevumus, kuri atbilst viņa spēju līmenim un interesēm.

Raksta mērķis ir aktualizēt jautājumu par matemātikas mācību priekšmeta produktīvās darbības mērķiem un pētniecisko prasmju attīstību, lai skolēns spētu radoši iegūtās zināšanas un prasmes pārnest uz citu mācību priekšmetu problēmsituāciju risināšanu.

Rakstā datu analīzei izmantots gadījuma pētījumu dizains. Pētījumā piedalījās vidusskolu un pamatskolu matemātikas skolotāji (n=24), rakstiski atbildēja uz aptaujas atvērtiem jautājumiem, bet kādas skolas vidusskolēni (n=21) mācību stundu laikā veica pētījumu un rakstiski atbildēja uz aptaujas daļēji atvērtiem jautājumiem, kas paredzēja izvēlei atbilžu variantus vai savas atbildes veidošanas iespēju. Iegūto empīrisko datu analīzei un interpretācijai tika izmantotas gan kvalitatīvās, gan kvantitatīvās metodes (Mārtinsone et al., 2016; Kroplis & Raščevska, 2010).

Pētniecības veidi un mācību pētniecisko prasmju iedalījums *Types of research and classification of teaching research skills*

Pētniecību iedala trīs veidos: praktiskā, mācību un zinātniskā, to atšķirību raksturo mērķi, metodes un sasniedzamais rezultāts. Praktiskā pētniecība parasti ir stihiska, to nosaka ikdienas nepieciešamība. Mācību pētniecība ir organizēts process, kura rezultātā tiek apgūtas pētniecības metodes un iegūtas zinātniski pamatotas zināšanas, kas ir jaunums tikai pašam pētniekam, nevis zinātnei (Šteinberga, 2011). Mācību pētniecība ir mācību procesa sastāvdaļa (Žogla, 2001). Zinātniskās pētniecības mērķis ir radīt inovācijas tajās zinātnes nozarēs, kurās notiek pētījums (Špona, 2004; Šteinberga, 2011; Mārtinsone et al., 2016).

Pētnieciskās mācīšanās prasmes iedalās divās grupās: (1) prasmes, kas nepieciešamas informācijas vākšanai- novērojumu veikšana un iegūto datu interpretēšana; kritiskai informācijas izvērtēšanai, analīzei un izmantošanai; prasmei komunicēt; prasmei lietot tehnoloģijas; (2) prasmes, kas nepieciešamas ideju radīšanai un pārbaudīšanai- pētījuma plānošanai un realizācijai, jautājumu un hipotēzes izvirzīšanai, to pārbaudei; prasmei veikt secinājumus. Babanskis mācību prasmes iedala: (1) prasmes, kas saistītas ar mācību darba organizāciju-izvirzīt mācību mērķi, uzdevumus un plānot darbību; (2) prasmes, kas nepieciešamas darbā ar mācību līdzekļiem; (3) intelektuālā darba prasmes- prot loģiski analizēt, izdalīt būtisko un realizēt paškontroli (Бабанский, 1977; Hahele, 2005).

Mācību satura komponenti *Learning content components*

Mācību satura galvenais komponents ir zināšanas, jo bez zināšanām nav iespējama neviena mērķtiecīga darbība. Mācību saturam jāaptver dažādi zināšanu veidi, lai zināšanas būtu savstarpēji saistītas, tiktu mācītas kompleksi un dažādās sasaistēs (Skatkins et al., 1984; Albrehta, 2001; Mencis, 2000).

Otrs mācību satura komponents ir pieredze darbības veidu īstenošanā. Bez zināšanām nav iespējams izpildīt nevienu darbības veidu apzināti. Pieredze tiek apgūta praktiski darbojoties un tikai tad tā kļūst par personīgo ieguvumu.

Trešais mācību satura komponents ir radošas darbības pieredze, tās saturs ir specifisks un nesakrīt ar iepriekšējo elementu saturu. Radošas darbības pieredzei raksturīgās īpatnības: patstāvīga zināšanu un prasmju pārnese uz jaunu situāciju; jaunas problēmas saskatīšana pazīstamā situācijā; jaunas objekta funkcijas saskatīšana; zināmu darbības veidu sakombinēšana jaunā darbības veidā; objektu struktūras saskatīšana; alternatīva domāšana; principiāli jauna risināšanas paņēmiena radīšana (Skatkins et al., 1984; Albrehta, 2001; Mann, 2005; Irvine, 2015). Risinot jebkuru problēmu, visas radošās darbības īpatnības parādās pakāpeniski un dažādos savienojumos. Radošās darbības procedūrām nevar paredzēt darbību sistēmu un struktūru, jo šīs sistēmas rada pats skolēns.

Ceturtais izglītības satura komponents ir emocionāli vērtējošās attieksmes pieredze, gan pret pasauli, gan pret darbību. Visas mācību satura komponentes ir atšķirīgas, bet ir savstarpēji saistītas (Albrehta, 2001; Špona, 2004).

Mācību pētnieciskās darbības prasmes *Learning skills in research*

Pētniecība ir jaunu zināšanu izstrādāšanas, apspriešanas un izplatīšanas process. Tā ir sistemātiska, mērķtiecīga, plānota, kritiska un paškritiska darbība, kurā ar zinātnes metodēm tiek iegūti un apkopoti dati, lai attīstītu esošās zināšanas vai praksi (Mārtinsons et al., 2016). Arī mācību pētniecība ir mērķtiecīgs, sistemātisks un radošs process, kuru skolēns veic pa posmiem.

Mācību pētniecības mērķis ir izziņāt jaunas sakarības un iegūt jaunas zināšanas, kas saistās ar mācīšanās praktiskajiem mērķiem un vajadzībām (Hahele, 2005; Kalniņa, 2012). Mācību procesā ir būtiski attīstīt skolēna prasmi mācīties un konkrētā mācību priekšmeta zināšanu un prasmju apguvi. Rubinšteins izdala prasmes mācīties divas daļas: darbības izzinošo daļu, kura aptver konkrētu zināšanu un prasmju apguvi, un plānojošo daļu, kura atspoguļo skolēna prasmi, pašam šo procesu pārvaldīt (Рубинштейн, 2000).

Mācību pētniecība ir viena no mācīšanās darbības daudzveidīgajām formām, kura pastiprina mācīšanās apzinātību un jēgu, tādējādi mācīšanās iegūst jaunu kvalitāti. Mācību procesa mērķis ir palīdzēt skolēnam apgūt pētniecisko prasmi patstāvīgi, mūsdienīgiot mācību priekšmetu saturu, metodes un paņēmienus un organizatoriskās formas. Mācību process iegūst pētnieciska mācību procesa veidu, ja tas tiek balstīts uz skolēna mācīšanos, kurā viņš darbojas kā pētnieks, akcentējot savu zinātkāri un dabisko tieksmi izziņāt pasauli (Žogla, 2001). Šādi organizētā mācību procesā, iegūtās zināšanas ir noturīgas un kvalitatīvas, toties pašsaprotami, ka mācību priekšmeta satura izpratne prasa ilgāku laiku un iedziļināšanos, kā arī ir nepieciešamas stabilas iepriekš gūtās zināšanas.

Prasme ir skolēna gatavība zināšanas izmantot mērķtiecīgā darbībā, tā ir spēja risināt dažādas problēmas. *Prasme* ir māka veikt noteiktu darbību atbilstoši nepieciešamajai kvalitātei un apjomam, tā veidojas vingrinājumu un atkārtojumu procesā, skolēns vienmēr prasmi apzināti kontrolē (Albrehta, 2001; Andersone, 2007). Prasme atspoguļo zināšanu apguves kvalitāti, tā kalpo kā līdzeklis, lai sasniegtu mērķi konkrētos apstākļos. Prasmi vienmēr kontrolē prāts (Žogla, 2001). Daļa prasmju, veicot atkārtotus vingrinājumus, automatizējas un kļūst par iemaņām (Zelmenis, 2000). Zināšanas, prasmes un iemaņas atrodas savstarpējā saistībā, jo zināšanas ir vajadzīgas, lai izkoptu prasmes, bet prasmes un iemaņas, savukārt nepieciešams, lai pilnveidotu esošās un apgūtu jaunas zināšanas. Tādējādi prasmju un iemaņu izkopšana vienlaikus ir arī zināšanu nostiprināšana (Mencis, 2014; Albrehta, 2001). Tā kā prasme attīstās darbībā (Рубинштейн,

2000), arī pētnieciskā prasme tiek apgūta pētniecisku uzdevumu risināšanas procesā (Hahele, 2006; Praulīte, 2008; Kalniņa, 2012).

Mācību pētnieciskās prasmes veidošanās notiek darbībā, ja skolēnam ir pietiekamas zināšanas pētniecisku uzdevumu veikšanā. Turklāt pētnieciskie uzdevumi tiek piedāvāti tādā līmenī, lai atbilstu skolēna esošajam zināšanu un prasmju attīstības līmenim un ietvertu jaunu neapgūtu darbību, jo prasme attīstās tikai uz jaunu pētniecisko elementu apguves pamata. Viens no svarīgākajiem nosacījumiem mācību procesa norisē ir rosināt skolēnam pašam veikt pētniecisku mācīšanos un attīstīt pētniecisko prasmi (Skatkins et. al., 1984). Izkopta pētnieciskā prasme palīdz labāk apgūt zināšanas un veicina prasmi iegūtās zināšanas radoši izmantot jaunās situācijās, tā attīsta loģisko domāšanu, rada mācību darbības iekšēju motivāciju, kura ir saistīta ar skolēna interesēm. Ja skolēns pats ierosina darbību, pats nosaka darba mērķi, pats meklē risinājuma ceļus un līdzekļus, pats attīsta savas spējas un intereses, tad skolēns sasniedz visaugstāko pašregulācijas pakāpi. Zimmermans (Zimmerman, 2005) skaidro, ka pašregulācijas process ir ciklisks, ar tam piemītošajām trim secīgām stadijām: sagatavošanos, darbību un pašrefleksiju. Savukārt Šunks un Švarcs atzīmē, ka skolēni ar labām pašregulācijas prasmēm izvirza skaidrus un reālus mērķus, izmanto dažādas mācīšanās stratēģijas, adekvāti izvērtē savus sasniegumus, paveic darbus laikā, ir augsti motivēti un ātri apgūst jaunas prasmes (Mārtinsone et al., 2015). Jo stabilāka veidojas prasme mācīties, jo augstāka kļūst skolēnu patstāvības pakāpe un veidojas pareiza izpratne par attieksmi pret veicamo darbu, ka viss jāiegūst, jāveic pašam skolēnam. Attieksmes veidošanās pret darbu, pašam pret sevi un pret citiem cilvēkiem, tas ir emocionālais faktors, bez kura skolēns nespēs radīt interesi, noturīgu pozitīvu attieksmi pret mācīšanos (Skatkins et al., 1984; Albrehta, 2001; Špona, 2004). Attieksmes ir zināšanu, jūtu, uzskatu, gribas un rīcības vienotība, kas izpaužas noteiktās vērtīborientācijās.

Skolotājs kļūst par pētniecības procesa virzītāju, kurš palīdz skolēnam izprast nezināmo, ja rodas problēmas, jo skolotājs ar savu darbību spēj skolēna mācīšanos bagātināt ar vērtībām, kas nezināšanu ļauj pārvērst zināšanā, nevarēšanu varēšanā, nemotivētību motīvā, negatīvu attieksmi vai vienaldzību pozitīvā attieksmē (Žogla, 2001).

Mācību pētnieciskās prasmes veidošanās notiek produktīvi, ja mācību process tiek organizēts veidā, ka skolēna darbība ir aktīva, patstāvīga un mērķtiecīga, viņš tajā saskata jēgu un tiek attīstīti pētnieciskās prasmes komponenti: (1) zināšanu kopums par pētniecisko darbību un prasmi pētīt; (2) konkrēta mācību priekšmeta zināšanas un prasmes; (3) izziņas interese, kas veidojas jaunas darbības mērķa ietekmē; (3) skolēna vispārējais zināšanu līmenis;

(4) prasme darboties ar pētnieciskiem terminiem un jēdzieniem (Hahele, 2005; Kalniņa, 2012). Ja kāda no sastāvdaļām nav pietiekamā līmenī attīstīta vai kādas pietrūkst, tad mācību pētnieciskās prasmes attīstība ir nepietiekama un skolēnam veikt aktīvu un patstāvīgu mācību pētniecību būs apgrūtināti.

Tiek uzskatīts, ka dziļāk skolēns izpratīs un apjēgs tēmas saturu, ja viņš pats atklās vai konstruēs sev vajadzīgās zināšanas, bet pastāv arī cits viedoklis, ka skolēnam jāsniedz konkrētas norādes par jēdzieniem un pētniecības norises gaitu. Saprotais, ka tas tiek saistīts ar konkrētu klasi, skolēnu sagatavotības līmeni, pētnieciskās darbības prasmi, kuru vēlas apgūt un iestrādāt, tādējādi ir svarīgi zināt skolēnu attiecīgā vecuma īpatnības. Jaunākās klasēs skolēnus vajag iepazīstināt ar mācību pētniecisko darbību pakāpeniski, gan sākuma posmā kopīgi pārrunājot un uzrakstot darbības plānu, gan kopīgi veicot iegūto datu sakārtošanu tabulā, veicot aprēķinus un veicot pakāpeniski mācību pētniecības kāda noteikta soļa izpildi, kā arī mācoties izvīzīt un formulēt hipotēzi, lai noslēguma posmā skolēni paši spētu veikt visu pētniecisko darbu. Vidusskolēnam jāprot darboties pašam, veikt visa darba izpildi un censties problēmu vispārināt plašāk nekā piedāvāts uzdevumā, pamainīt pētāmās problēmas kontekstu, iesākumā tikai attiecīgās tēmas vai priekšmeta robežās, bet vēlāk pārnest problēmsituāciju uz radniecīgiem mācību priekšmetiem, lai spētu modelēt situācijas arī citā reālā vidē (Skatkins et al., 1984; Skola 2030).

Svarīgs faktors ir veicamās darbības motīvs, jo tas saistās ar attieksmi (Vorobjovs, 2002; Špona, 2004). Motivācija aktivizē skolēnu un uztur viņa aktivitāti mērķa sasniegšanai. Iekšējā motivācija ir dabiska skolēna vēlme izkopt intereses un izmantot savas spējas, lai pašattīstītos. Jo lielāka ir pašmotivācija, jo vairāk laika skolēns atvēl interešu mācībām (Albrehta, 2001; Šteinberga, 2013). Mācīšanās ir neatņemama pieredzes sastāvdaļa. Pieredzes vērtības mērs ir saprašanas dziļums, kas rodas uztverot saiknes un attiecības starp zināmo un jauno, lietojot to daudzveidīgās dzīves situācijās un tādējādi attīstot savu radošo pašpieredzi (Špona, 2004). Skolēna motivācija, jēgpilnā mācīšanās, paškontrolē un pašnovērtējums, atspoguļo skolēna pārliecību un snieguma līmeni mācību procesā, arī mācību pētniecības darbībā. Katrs skolēns atšķiras ar iepriekš gūto pieredzi, ar darbības izpildes ātrumu, ar satura apjēgšanas dziļumu, tāpēc patstāvīga pētniecība ir vislabākais mācīšanās veids, kuras laikā skolēns pats motivēs sevi darboties, kur visu noteiks skolēna intereses un vēlmes (Леонтьев, 2003).

Mācību darbība var būt radoša, produktīva, reproduktīva un mehāniska, kā arī komunikatīva un sabiedriska. No kognitīvā un kreatīvā aspekta produktivitāti raksturo zināšanu un prasmju pieaugums, spēja tās izmantot radoši. No

emocionālā aspekta darbības produktivitāte ir aplūkojama kā apmierinātība ar darbības procesu un subjektīvo rezultātu, ar attieksmi pret zināšanām, prasmēm, vērtībām, atbildības pakāpi. Produktīvu mācīšanos raksturo skolēna aktīva savas izziņas darbības plānošana, paškontrolēšana un pašnovērtēšana. Jo produktīvāks mācību process, jo sekmīgāk noris skolēna personības attīstība, kā arī viņa radošās darbības pieredzes attīstība. Ja produktivitāte ir spēju attīstības līmenī, tad rodas vajadzība. Izziņa ir darbības veids, kas pārveido darītāju. Katrai darbībai ir motīvs, mērķis un līdzekļi. To apzināšanās pakāpe nosaka darbības produktivitāti. Produktivitāte ir zināšanas, prasmes, attieksmes, paradumi, pašregulācija, kas parādās skolēna dzīvesdarbības mērķos un neatlaidībā to sasniegšanai (Cakula, 2001; Hattie, 2012). Par produktīvu mācīšanos var uzskatīt procesu, kurā īstenojas skolēna ilgtermiņa attīstība, nevis tiek iegūti sasniegumi atsevišķās mācību situācijās.

Mācību pētnieciskā darbība noritēs produktīvi, ja skolēnam tiek piedāvāta problēmsituācija, kura viņam ir aktuāla un izraisa interesi, ir izvirzīts mērķis, ir optimāls vai augsts pamatzināšanu līmenis, laba jēdzienu izpratne un to lietojums, kā arī ir izveidojusies pētniecības struktūras un sistēmiskuma izpratne, turklāt, ja viņš prot pamata mācību priekšmetā iegūtās zināšanas, pārnest uz radnieciskiem mācību priekšmetiem un prot zināšanas pielietot līdzīgās situācijās (Skatkins et al., 1984; Kalniņa, 2012). Izglītības mērķis ir sekmēt skolēnu spēju pašrealizēties un pašnoteikties. Izkopta prasme vispārinās un paplašina izmantojamības sfēru no vienas konkrēti praktiskas sfēras vai teorijas ietvariem līdz plašiem filozofiskiem vispārinājumiem (Žogla, 2001).

Piažē uzsver, ka izglītības galvenais mērķis ir izveidot cilvēkus, kuri spēj paveikt kaut ko jaunu, nevis tikai atkārtot to, ko darījušas, jau iepriekšējās paaudzēs, - radošus cilvēkus, kuri spēj izgudrot un atklāt. Izglītības otrs mērķis ir veidot cilvēkiem kritisku prātu, kuri spēj pārbaudīt, nevis tikai pieņemt visu, kas viņiem tiek piedāvāts (Hattie, 2012; Rubene, 2008).

Zinot mācību mērķus, kas ietverti izglītības satura disciplīnās, darbības veidu atšķirības un izprotot pašu apguves procesu, ir iespējams noteikt atšķirības mācību metodēs. Visas mācību metodes var iedalīt divās lielās grupās: (1) reproduktīvās metodes- izskaidrojoši ilustratīvās un reproduktīvās metodes, kuras pielietojot, skolēns apgūst gatavas zināšanas un reproducē jau viņam pazīstamus darbības veidus; (2) produktīvās metodes- tās ir heuristiskās un pētnieciskās metodes, kuras pielietojot, skolēns pats radošas darbības rezultātā iegūst subjektīvi jaunas zināšanas. Savukārt problemātiskais izklāsts veido pāreju starp abām mācību metodēm, līdzsvarojot gatavas informācijas un radošas darbības elementu apguvi (Albrehta, 2001; Špona, 2004; Šteinberga, 2013).

Saskaņā ar problemātisko mācīšanās procesu īpaši tiek izdalīta problēmorientēta mācīšanās, kur skolēns mācās, meklējot problēmas atrisinājumu. Risinot problēmas, nepieciešama gan zināšanu, gan paņēmienu, gan atmiņas vienību pārvešana, izmantojot dažādus risinājuma paņēmienus. Skolēns ir atbildīgs par to, ko iemācīsies ar aktīvu pētniecisku darbību. Problēmveida mācīšanās process ir nozīmīgāks salīdzinājumā ar citām mācību metodēm, jo tā galvenais mērķis ir iegūto zināšanu izpratne un noturība (Skatkins et al., 1984; Skola 2030).

Mācību pētnieciskās metodes būtību var raksturot kā skolēnu radošas problēmsituācijas organizēšanas veidu, kurā risina priekš skolēna jaunas problēmas. Šīs problēmas ir pazīstamas zinātnē, sabiedrībā, bet skolēnam tās ir jaunas, vēl neiepazītas (Šteinberga, 2011; Reihanova, 2018a). Problēmsituāciju risināšana ietver visus vai daļu no pētnieciskā procesa posmiem, tā ir attīstoša mācīšanās (Nikiforovs, 2007), kas atbilstoši izglītības mērķiem veidojas ap noteiktu problēmu. Tā ir sistemātiska problēmu un uzdevumu risināšana, kas koncentrējas uz skolēnu mācīšanās procesu, paškontroles attīstīšanu mācīšanās procesā un sadarbību mazās grupās.

Par vecumposmiem un domāšanu. Skolēns mācību procesā mācās risināt reālas problēmsituācijas. Problēmsituācijas atklāšana ir skolēna darbības pamats, jo skolēnam ir nepieciešams izveidot sistēmu (Broks, 2000; Šteinberga, 2013), pēc kuras viņš turpinās domāšanas procesu. Domāšanas procesa norise saistās ar problēmas apzināšanu; problēmas analīzi un mērķa izvirzīšanu; mērķa sasniegšanas paņēmienu noskaidrošanu un hipotēzes formulēšanu, kā rezultātā rodas jaunas zināšanas; gala rezultātā tiek veikta hipotēzes pārbaude. Par katru problēmsituācijas risinājuma posmu skolēnam jādomā, veicot tā analīzi, kuras laikā iegūtā informācija tiek sadalīta mazākās daļās, tiek ģenerētas jaunas idejas un tā rezultātā notiek problēmsituācijas darbības plāna izveide (pa soļiem), lai turpinātu risināt iesākto problēmu. Ideju ģenerēšanas laikā skolēns jautā, pēta, diskutē un reflektē, kamēr atrisina radušos problēmsituāciju (Reihanova, 2018a; Kalniņa, 2012).

Katram skolēnam ir zināšanas, kuru pielietošanu un izmantošanu kontrolē domāšana (Žogla, 2001). Domāšana norisinās sociālā kontekstā, to ietekmē un veido mūsu kultūra un apkārtējā vide (Fišers, 2005), arī Vigotskis uzsver, ka zināšanu apguve ir cieši saistīta ar indivīda un sociālās vides mijiedarbību (Виготский, 2005). Fišers atzīmē, lai domātu radoši, nepieciešams stimul, ko sniedz citu cilvēku domāšana (Fišers, 2005). Domāšana ir vispārināta psihiskās darbības forma, kas veido attieksmi un nodrošina sakarus starp izziņas objektiem.

Domāšana sākas ar uzdevuma, problēmas, mērķa, hipotēzes izvirzīšanu (Garleja, 2000; Nikiforovs, 2007; Hattie, 2012; Reihanova, 2018a).

Skolēna domāšana katrā no vecumposmiem iegūst kādu jaunu domāšanas spēju, tādējādi pētnieciskais process katrā vecumposmā norit citā līmenī. Izziņas attīstībā 11-15 gadu vecumā rodas teorētiskās domāšanas pamati un skolēns spēj izpildīt gandrīz visas domāšanas operācijas (salīdzināt, analizēt, sintezēt, klasificēt, konkretizēt), attīstās arī refleksiīvā un zinātniskā domāšana. Ja sākotnēji teorētiskus secinājumus skolēns izdara, tikai balstoties uz pieredzi, tad 15-18 gadu vecumā attīstās prasme definēt jēdzienus un izprast teorijas, jo ir pieejamas visas teorētiskās domāšanas iespējas, arī abstrahēšana. Pusaudzīm, kurš jau ir apguvis spēju vispārināt, izmantojot mācību pētnieciskos darbus, jāattīsta sistēmiskā domāšana, lai saskatītu pasaules norises vienotā veselumā (Šteinberga, 2013; Broks, 2000), savukārt vecāko klašu skolēniem jā māca spriest arī vispārinātāk (Fišers, 2005).

Skolotājs virza skolēna pētniecības procesu. Katru skolotāju skolēns uztver atšķirīgi (Žogla, 2001), ar viņa atšķirīgo pieeju, pieredzi, domāšanas un darbošanās veidu. Katras klases skolēni dažādi, ar savu uztveres un domāšanas veidu, mācīšanās stilu, tādējādi skolotājiem jābūt radošiem un saprotošiem, pārnesot viena skolotāja mācīšanās pieredzi uz savas klases skolēnu mācīšanās pieredzi, tā ir jāpārveido atbilstoši skolēnu zināšanu līmenim un savai pieejai. Kas der vienai klasei un vienā vecumā, tas var nebūt aktuāls un nederēs citās klasēs un citā līmenī. Šis viedoklis apstiprina domu, ka jāļauj katram skolēnam darboties patstāvīgi savā interešu zinātnē, izvirzīt mērķi, izstrādāt darbības plānu, tad to pašam īstenot darbībā, dziļi un plaši apgūstot sava interešu mācību priekšmeta zināšanas, lai gala rezultātā spētu iegūtās zināšanas pārnest uz radnieciskiem mācību priekšmetiem un spētu izskaidrot notiekošos procesus (Reihanova, 2018b). Skolotājs kļūst par pētniecības procesa virzītāju, kurš palīdz skolēnam izprast nezināmo, ja rodas problēmas, jo skolotājs ar savu darbību spēj skolēna mācīšanos bagātināt ar vērtībām, kas nezināšanu ļauj pārvērst zināšanā, nevarēšanu varēšanā, nemotivētību motivā, negatīvu attieksmi vai vienaldzību pozitīvā attieksmē (Žogla, 2001).

Pētnieciskā mācīšanās bagātina skolēnu pieredzi, aizņem daudz laika, bet rosina uz vispārīgu likumsakarību atklāšanu un formulēšanu, kuras skolēnam ir kritiski jāizvērtē. Izmantojot pētniecisko pieeju matemātikas apguves procesā, skolēni apgūst prasmi mācīties, attīstīta matemātisko domāšanas veidu, kas arī ir zinātniskais domāšanas veids, prasmi saskatīt risināmo problēmu un izvirzīt hipotēzi, izdarīt secinājumus, veikt to vispārinājumu, iegūt likumsakarības starp pētāmiem lielumiem, lai nākotnē izvirzītu jaunus likumus un pamatotu jaunas

teorijas. Tā aktīvā darbībā veidojas jauna mācību pētnieciskā prasme un rodas idejas jaunam pētījumam. Tā noslēdzas viens cikls un sākas jauns cikls, kura noslēgums ir reizē arī jauna cikla sākums, bet jau augstākā līmenī, jo ir izmainījusies skolēna iepriekšējo zināšanu struktūra.

Pētnieciskā metode dod pilnvērtīgas, labi apjēgtas, operatīvas un elastīgi izmantojamas zināšanas, darbības pieredzi, nodrošinot zināšanu, prasmju un iemaņu apguvi radošās pielietošanas līmenī. Radošums tā ir spēja radīt oriģinālas un vērtīgas idejas. Radošumu raksturo tādi kritēriji, kā process, oriģinalitāte un vērtība (Robinsons, 2013).

Mācību pētniecisko darbu vērtēšana ir lietderīga, lai skolēnu motivētu darboties. Pētnieciskos darbus ir sarežģīti vērtēt lineārā veidā, viss darbs ir vērtējams kopveselumā. Mācību pētnieciskā darba vērtēšanas kritērijus vēlams izstrādāt katram darbam atsevišķi, jo darba sarežģītības pakāpes ir dažādas, tādējādi būtiski ievērot galvenos nosacījumus: mācību pētnieciskā darba mērķi, skolas vērtēšanas kritērijus un skolēnu sagatavotības līmeni. Vērtēšanas kritēriji skolotājam ir pašam intuitīvi jāizjūt, norādot skolēniem- kāda pētnieciskā darba izpildes daļa atbilst augstam, kāda optimālam un kāda pietiekamam apguves līmenim. Darba vērtēšanas pamatā ir pārliecība, ka ikviens skolēns spēj veikt pētniecību savā zināšanu apguves līmenī.

Zinot mācību stundas mērķi, kā arī kāda konkrēta pētnieciska prasme tiks mācību stundā iestrādāta, tādā veidā tiks pārformulēts uzdevums, kuru skolotājs izvēlas no uzdevumu krājuma vai ņem no reālās dzīves, jo ir būtiski pakāpeniski attīstīt visus mācību pētnieciskās prasmes komponentus.

Matemātiskās prasmes *Mathematical skills*

Matemātikas mācīšanos var uzlūkot kā skolēna aktīvu mērķtiecīgu darbību savas pieredzes aktivizēšanai un tālākai bagātināšanai sistēmiski organizētā vidē, ar izpratni apgūstot zināšanas un tās pielietojot daudzveidīgās situācijās. Mūsdienās ir visiem nepieciešamas atbilstošas matemātikas zināšanas un tiek uzsvērta matemātikas kā tāda mācību priekšmeta loma, kuru, mācot skolā, īpaši tiek akcentēti procesi, kas saistīti ar problēmu risināšanu reālās dzīves situācijās, tās matemātiski apstrādājot, izmantojot atbilstīgas matemātikas zināšanas un novērtējot risinājumu problēmas kontekstā: indivīda prasme formulēt, lietot, interpretēt matemātikas problēmas dažādās dzīves situācijās; indivīda spēja matemātiski atklāt cēloņsakarības, lietot matemātikas jēdzienus, darbības, faktus, lai aprakstītu, izskaidrotu un prognozētu parādības un to norisi; indivīda prasme

redzēt matemātikas lomu pasaulē un pieņemt labi pamatotus lēmumus, kuri nepieciešami konstruktīva, ieinteresēta un atbildīga pilsoņa dzīvē (Geske et al., 2013; Ulm, 2008).

Problēmsituāciju risināšana tiek vērtēta kādas reālas, dzīvē sastopamas problēmas kontekstā. Problēmas atrisināšanai nepieciešamas matemātikas zināšanas, matemātiskā domāšana un dažādas kognitīvās prasmes (Ulm, 2008). Matemātikas uzdevumu atrisināšanai nepieciešamās prasmes tiek sakārtotas trīs grupās, teikts OECD PISA pētījumos: (1) reprodukcijas grupa – skolēni veic darbības, kas ir pazīstamas un kurās atkārtoti praksē apgūtās zināšanas un prasmes. Tās saistītas ar faktu zināšanu un parastu problēmu skaidrošanu, standarta algoritmu un tehnisko prasmju izmantošanu; (2) kopsakarību grupa – skolēniem vairāk nepieciešama prasme interpretēt, jāprot meklēt un veidot saikni starp dažādām situācijas izpausmēm, jāsaista problēmsituācijas dažādi aspekti, lai rastu risinājumu uzdevumiem, kas saistīti ar pazīstamām situācijām; (3) matemātiskās domāšanas un vispārināšanas grupa cieši saistīta ar kopsakarību grupu. Šīs prasmes ir nepieciešamas tādu uzdevumu risināšanai, kuros skolēnam jāparāda situācijas izpratne un vispārināšanas prasme, kā arī radoša pieeja attiecīgo matemātisko darbību un zināšanu sekmīgā izmantošanā (Geske et al., 2013; Skola 2030).

Skolas matemātiskās izglītības vispārējo struktūru veido komponenti: matemātiskie jēdzieni (termini); matemātiskie apgalvojumi (fakti, īpašības, formulas, teorēmas); matemātiskās prasmes; attīstīta matemātiskā domāšana (Mencis, 2000; Mencis, 2014).

Matemātikas zināšanas saistās ar matemātiskiem jēdzieniem un spriedumiem (apgalvojumi). Ja skolēns zina pamatjēdzienus, izprot spriedumu saturu, to jēgu, tad spriedumi tiks iegaumēti un pielietoti tālākā mācību procesā. Lai jēdzienus pielietotu, galvenais ir izpratne un uzskatāmais priekšstats, kā arī prasme tos definēt, klasificēt, salīdzināt un vispārināt, tādējādi prasmes un iemaņas skolēni apgūst galvenokārt vingrināšanās rezultātā. Radošu darbību attīsta uzdevumi, kuros zināmais parādās nestandarta situācijā, kuros jāmeklē līdz šim vēl nepazīstams risināšanas paņēmiens. Ar zināšanām un apzināti izkoptām prasmēm ir iespējams produktīvi risināt uzdevumus (Skola, 2030).

Ar *matemātisko domāšanu* saprot ne tikai secināšanu (induktīvo un deduktīvo slēdzienu veidošanu), bet arī domāšanu plašākā nozīmē, kurā ietilpst dažādas domāšanas operācijas, kā analīze un sintēze, abstrahēšana un konkretizēšana, vispārināšana un specializēšana, salīdzināšana, prasme atšķirt pietiekamos un nepieciešamos nosacījumus, arī prasme izvirzīt hipotēzi un

apstiprināt vai noraidīt to. Katrai darbībai ir mērķis, arī domāšanas darbības mērķis ir kāda jauna apgalvojuma iegūšana (Mencis, 2000).

Skolēnu uzdevums aktīvi apgūt jaunas zināšanas un attīstīt domāšanas patstāvību. Domāšanas pilnīgums ir atkarīgs no to faktu bagātības un kvalitātes, ko skolēns apguvis, jo pats zināšanu apgūšanas process ietver saprāta darbību: spriedumu un slēdzienu veidošanu (Skatkins et al., 1984). Ulms izdala domāšanas dimensijas, kuras saistās ar matemātikas saturu, ar procesu (ar problēmsituāciju risināšanu) un ar informācijas apstrādi (Ulm, 2008).

Pieredze- sākumpunkts problēmas risināšanai *Experience - the starting point for solving the problem*

Ar problēmu risināšanu matemātikā saprot situācijas, kurās uzdevuma atrisināšana skolēnam nav acīmredzama, ir nepieciešama risinājuma pieejas plānošana. Skolēnam problēmu risināšanas prasmes galvenie aspekti ir (1) prasme atrast, iedomāties risinājuma ideju un (2) risināšanas gaitā pārbaudīt tās piemērotību konkrētajam uzdevumam.

Lai atrasto ideju realizētu, skolēnam jāpārziņa daudzveidīgas heuristiskās stratēģijas: problēmas sadalīšana mazākās problēmās; analogiju meklēšana, balstoties uz līdzīgu problēmu risināšanu; virzība no dotajiem lielumiem uz gala rezultātu; virzība no gala rezultāta uz dotajiem lielumiem, izmantojot apgriezto risinājumu; gadījumu pilnā pārlase, izmantojot mēģinājumu metodi; dotās situācijas vizuāla interpretācija, izmantojot zīmējumus, tabulas, skices, shēmas (Skatkins et al., 1984; Albrehta, 2001; Mencis, 2014), kā arī izmantojot nepilnu induktīvo secināšanu; stingru deduktīvo secināšanu, kas ir matemātikas kursa aksiomātiskā struktūra (Mencis, 2000).

Problēmuzdevumus iedala: klasiskos matemātiskas uzdevumos, reālās dzīves uzdevumos un pētnieciskos uzdevumos, aplūkojot tos dažādos kontekstos, kuru mērķis ir likumsakarību saskatīšana un pamatošana. Lai atrisinātu problēmuzdevumus, ir jāpārziņa uzdevumu risināšanas metodes. Mācot problēmuzdevumu risināšanu, skolotāja galvenais uzdevums ir iemācīt skolēniem, kā ieraudzīt un plānot uzdevuma risināšanas ceļu, tādējādi problēmuzdevumu risināšanas stratēģijas skolēns var apgūt tikai patstāvīgi risinot problēmas (Поля, 2010).

Pētījumā, Matemātikas izglītība Eiropā, atzīmēts, ka ES valstīs plaši pielieto problēmuzdevumu risināšanā balstītās mācīšanās pieeju (VIAA, 2012), tādējādi ieviešot problēmiskās mācību metodes, īstenojamas trīs funkcijas: dziļu zināšanu apguve to radošas izmantošanas līmenī; izziņas un zinātniskās domāšanas metožu

apguve; radošas darbības pieredzes, iezīmju, procedūru apguve (Skatkins et al., 1984; Skola 2030). Izziņas uzdevums kļūst problemātisks, ja tas skolēnam sagādā grūtības izziņas procesā, liek aktīvi domāt par attiecīgo problēmu, rada skolēnam izziņas interesi, balstās uz viņa pieredzi un zināšanām.

Skolēna darbība risinot problēmveida uzdevumus, ir saistīta ar prasmi problēmu plānot un īstenot pa posmiem, kas ir līdzvērtīgi zinātniskās pētniecības posmiem: izprast problēmu, to formulēt; veikt faktu un parādību novērošanu un izpēti; izdalīt neskaidro, pētāmo parādību esamību (problēmas nostādne); izvirzīt hipotēzes, tās pierādīt un vispārināt; sagatavot pētniecības plānu; īstenot šo plānu (atklāt pētāmās parādības sakarus ar citām parādībām); formulēt risinājuma gaitā iegūtās atziņas; pārbaudīt šīs atziņas; veikt praktiskus secinājumus par iegūto zināšanu iespējamo un nepieciešamo izmantošanu.

Katrai matemātiskai problēmai ir sākuma punkts un skaidrs mērķis, kas jāsasniedz.

Pētījuma rezultāti

Research results

Rakstā datu analīzei izmantots gadījuma pētījumu dizains. Pētījumā piedalījās vidusskolu un pamatskolu matemātikas skolotāji (n=23, pētījums veikts 2018. gadā), rakstiski atbildēja uz aptaujas atvērtiem jautājumiem, bet kādas skolas vidusskolēni (n=21, pētījums veikts 2018. gadā) mācību stundu laikā veica pētījumu un rakstiski atbildēja uz aptaujas daļēji atvērtiem jautājumiem, kas paredzēja izvēlei piedāvātos atbilžu variantus vai sava atbilžu piedāvāšanas iespēju. Iegūto empīrisko datu analīzei un interpretācijai tika izmantotas gan kvalitatīvās, gan kvantitatīvās metodes (Mārtinsone et al., 2016; Kroplijs & Raščevska, 2010).

Matemātikas skolotāji atbildēja uz anketas pieciem atvērtiem jautājumiem, uzrakstot galvenos kritērijus, kas, viņuprāt, ir galvenie mācību pētniecībā. Iegūtās anketas apstrādātas, izmantojot datu kvalitatīvā dizaina kontentanalīzes metodi. Katra skolotāja anketa analizēta atsevišķi, iegūtās atbildes grupētas pēc kategorijām un atlasītas tās kategorijas, kurās procentuāli biežāk minētas līdzīgas kategorijas, kuras tālāk vispārinot, iegūti vispārīgāki vienojošie kritēriji. Jo mazāks gadījumu skaits, jo intensīvāk iespējams katru gadījumu apstrādāt (Kroplijs & Raščevska, 2010). Tālākā pētījuma gaitā, veidojot anketas skolēniem, tiek piedāvāti tie paši jautājumi, bet ar piedāvātajām atbildes izvēlēm, atstājot iespēju papildināt kritērijus. Skolēnu anketā, katram jautājumam, tiek piedāvāti pieci atbilžu varianti, kurus vajadzēja sarindot viņuprāt, svarīgumu secībā un

katru izvēli pamatot. Veicot iegūto datu apstrādi, tiek noteiktas procentuāli katra atbildes kritērija izvēles iespējas un tālākai datu analīzei, izvēlēti tie divi kritēriji, kurus skolēni atzīmēja kā prioritāros (skolēni savas izvēles nepiedāvāja). Skolēnu viedokļi pētījumā tiek apstiprināti ar spilgtākām atbildēm no viņu anketām. Galarezultātā tiek salīdzināti attiecīgi katras atbildes izvēles kritēriji (gan skolotāju, gan skolēnu), jo tiek meklētas saiknes un likumsakarības starp katras atbildes kritērijiem, lai formulētu vispārīgākus kritērijus. Interesants fakts, ka abu grupu respondentu prioritāro atbilžu izvēles varianti, bija gandrīz līdzvērtīgi, tādējādi bija vienkārši vispārināt atbilžu galvenos kritērijus, gan no mācīšanas, gan mācīšanās viedokļa.

Jautājums: Kā skolotājs var palīdzēt skolēnam attīstīt mācību pētnieciskās darbības prasmes?

Skolotāji uzsver, ka būtiski ievērot skolēnu intereses, jo katrs skolēns ir atšķirīgs ar savu domāšanas veidu un prasmi mācīties. Skolēnam ir jābūt emocionāli gatavam veikt pētniecisko darbu; ir jābūt ieinteresētam pētniecības procesa norisē; mācību pētnieciskās prasmes jāiestrādā pakāpeniski; jārada iespēja skolēnam aplūkot daudzveidīgas pētnieciskās darbības pieejas; caur pētnieciskās darbības veikšanu attīstīt skolēna domāšanas prasmes.

Skolēnu viedokļi ir līdzīgi, ka problēmsituācijai ir jābūt saistītai ar skolēna interesēm, lai attīstītu skolēna domāšanas patstāvību. Skolēni uzsver, ka pētīt spēj tikai tas, kurš domā, secina un izvērtē pats un izmanto savas zināšanas.

Vorobjovs pauž viedokli, ka interese izpaužas skolēna apzinātā vēlmē virzīt darbību uz emocionāli pievilcīgu priekšmetu. Intereses attīstība notiek divos etapos: sākumā rodas situatīvā interese, kuru vēlāk pastiprina skolēna pozitīvs emocionāls stāvoklis, ko veido nozīmīgu vajadzību apmierināšanas process, panākumi skolēna darbībā (Vorobjovs, 2002).

Jautājums: Kā veiksmīgāk organizēt skolēnu mācību pētniecisko darbību mācību stundā?

Skolotāji pauž viedokli, ka svarīgas ir katra skolēna spējas, mācību satura apguves līmenis un pielietotās mācību pētnieciskās darbības metodes, jo pētniecības process saistās ar individualizēto pieeju. Skolotāju skatījumā svarīgi mācību stundas mērķa sasniegšanai izvēlēties atbilstošu pētnieciskā darba metodi. Produktīvs ir darbs pāros vai nelielās grupās, lai skolēni var veikt pētniecību dažādos problēmsituācijas izpratnes līmeņos, ievērojot katra spējas, lai piedāvātā problēmsituācija būtu saistoša (saistās ar interesēm), lai tiktu izmantotas daudzveidīgas pētīšanas pieejas un iegūtie rezultāti būtu praktiski noderīgi, kā arī lietderīgi pētniecībā izmantot IT tehnoloģiju iespējas.

Skolēni iesaka pētniecisko darbu stundā organizēt pāros, pa izpratnes līmeņiem, ievērojot skolēnu spējas, taču attiecīgās tēmas saturs jāizprot vismaz optimālā līmenī, lai spētu problēmas risinājumu piedāvāt daudzveidīgos veidos. Skolēni uzsver, pirmkārt, jāsāk ar tēmu, kas rada jēgu skolēnam. Otrkārt, jāveic pētniecība, kas noderētu praktiskam pielietojumam. Treškārt, lai rezultāts nebūtu subjektīvs, rezultāta analīze jāizvērtē grupā ar līdzīgām interesēm.

Jautājums: **Kā izvirzīt skolēnam mācību *produktīvās darbības mērķus*?**

Skolotāju viedokļi: svarīgi mērķi izvirzot, ievērot skolēna motivāciju darboties, vai dominējošā būs iekšējā (intereses) vai ārējā motivācija (skolotājs uzturēs), jo tas atspoguļo skolēna intereses, gribu un vēlmi, sasniegt un apgūt kaut ko jaunu. Skolotāji uzsver, ka izvirzot mācību pētnieciskās darbības mērķus, būtiski ievērot skolēnu spējas, pašregulācijas pakāpi un piedāvātās problēmsituācijas reālu praktisku pielietojumu.

Skolēni atzīst, ka mērķus veiksmīgāk ir izvirzīt, attīstot skolēnam motivāciju un risinot problēmsituācijas ar praktisku pielietojumu. Tika uzvērta, ka interesē tās tēmas, kad matemātikā iegūtās zināšanas un prasmes pāriet reālās dzīves uzdevumu risināšanā.

Viedokli apstiprina Vorobjovs, ka jebkura skolēna darbība sākas ar vajadzību, bet tās darbību konkrētā virzienā vada motīvi. Ja vajadzība raksturo skolēna gatavību izpildīt kādu vispārinātu darbību, tad motīvs piešķir aktivitātei konkrētu iedarbīgāku raksturu. Ar darbības saturu saistītie motīvi ir jaunu zināšanu apgūšana, bet ar darbības procesu saistītie motīvi izpaužas skolēna vēlmē parādīt intelektuālo aktivitāti, pārvarot grūtības problēmu risināšanā (Vorobjovs, 2002; Ulm, 2008; Reihnova, 2018a). Iekšējā motivācija saistīta ar vēlmi atrisināt savas intereses un izmantot savas spējas. Šo viedokli apstiprina Fišers, uzsverot, ka jūtamies vairāk motivēti, ja domājam, ka mums veiksies labi, ja esam pārliecināti par savām spējām (Fišers, 2005).

Jautājums: **Kā jēdziena “*skolēnu produktīva darbība*” izpratne saistīta ar pētnieciskajām prasmēm?**

Skolotāji akcentē domu, ka skolēna darbība mācību stundā būs produktīva, ja skolēns redzēs zināšanu pielietojumu praksē, spēš realizēt savas intereses, ja skolēns pratīs zināšanas pielietot ilgtermiņā un tas viņam dos gandarījumu darboties un ticību tam, ka viņš prot patstāvīgi, priekš sevis, radīt arī kaut ko jaunu, pat nestandarta situācijās, tas radīs interesi darboties un attīstīs gribasspēku.

Skolēns produktīvu darbību saista ar radošu un paša veiktu darbību, tā tiek meklēta veicamās darbības jēga. Produktīvas darbības īstenošanai ir nepieciešams gribasspēks un zināšanas.

Atbildēs tiek pausts viedoklis, ka skolēna griba izpaužas spējā uzvesties, atbilstoši paša pieņemtiem mērķiem un vērtībām, neraugoties uz ārējiem un iekšējiem šķēršļiem (Breslava et al., 1999). Viedokļa skaidrojumu apstiprina Vorobjova domas, ka gribas struktūra sastāv no komponentēm: mērķa apzināšanas un tā izvirzīšanas; motīvu cīņas; lēmuma pieņemšanas; lēmuma plānošanas un tā realizēšanas (Vorobjovs, 2000).

Jautājums: Kā skolotāji un skolēni modelē, analizē problēmsituācijas mācību stundās?

Skolotāju viedoklis, ka problēmsituāciju piedāvājumā un analizē svarīga ir individualizētā pieeja, ka piedāvāt uzdevumu veikt, izmantojot dažādas risināšanas metodes. Gan risinot praktiskus, gan radošus uzdevumus, ievērot skolēna darba izpildes tempu (piedāvāt iespēju: izmantojot vai nu IT tehnoloģijas, vai racionālākas problēmsituāciju risināšanas metodes), kā arī attīstīt prasmi-kritiski izvērtēt piedāvātās situācijas iespējamību vai arī to noraidīt.

Jautājums radīja vislielākās problēmas abu grupu respondentiem. Tikai puse no skolēniem atbildēja uz šo jautājumu. Skolēni atzīmēja, ka patīk pētnieciskie darbi interešu dabaszinību priekšmetos, kā arī par sev un sabiedrībā aktuālām problēmām, jo pētītās lietas, var būt piemērotas reālajā dzīvē. Daži skolēni atzīmēja, ka veicot ZPD (zinātniski pētniecisko darbu), iemācījās vai nu jaunu programmēšanas valodu, vai ieguva jaunas zināšanas par rotējošu ķermeņu ātrumiem. Savukārt, daži atzīmēja, ka patika matemātikā pētnieciskie darbi par Zelta griezumu, jo to var novērot dabā, kā arī matemātikā veicot pētījumu un izdarot aprēķinus, tika iegūta formula, kuru ikdienā pielieto stundās. Tajā brīdī skolēns izjuta gandarījumu un jutās kā izgudrotājs, kas atklājis kaut ko jaunu. Radīšanas prieku izjutu matemātikā tajos darbos, kad pētīju reālas situācijas par trijstūriem. Patīk pētīt tādas lietas, kur vairāk jāpielieto radošums, nevis zināšanas. Jebkuru pētniecisko darbu veicot, apzinos, ka tas ko pētu, varētu reāli noderēt dzīvē. Veicot pētniecību, izjutu gandarījumu, kad tika iegūts reāls rezultāts un spēju izdarīt secinājumus.

Pētnieciskais process jāpiedāvā individualizētāks, kurā aizvien vairāk uzmanības būtu iespējams pievērst katra skolēna mācīšanās vajadzībām un pieejai. Raksta autores viedoklis, lai katra grupa veic un prezentē savu problēmsituācijas risinājumu un kopsavilkumā derētu tēmas satura apkopojosa lekcija, ar problēmsituācijas vispārinājumu, pierādījumu un daudzveidīgām risinājumu pieejām un dažādos kontekstos, to apstiprina arī Garlejas viedoklis, jo lekcijā ir saskaņota gribas un prāta darbība, kas iespējams, ja lekcijas materiāls ir pedagoģiski meistarīgi sagatavots un profesionāli izmantots lekcijas darbā. Lekcija kļūst par radošas skolēnu un skolotāja kopdarbības laboratoriju, kurā

skolēni apgūst mācīšanās darba kultūras pamatus un metodes. Lekcijai jānodrošina ievirze patstāvīgam darbam ārpus skolas, jābūt ceļa rādītājam darbā ar literatūru, jāsniedz metodiska ievirze paškontrolei. Lekcijā skolotājs ne tikai sniedz mācību informāciju, bet māca domāt, attīsta radošās spējas (Garleja, 1992; Geidžs & Berliners, 1999; Beļickis, 2000), izmanto individualizēto pieeju un ieinteresē skolēnu (Reihenova, 2018b).

Kopsavilkumā jāsecina, ka problēmu uzdevumi ir jauna, oriģināla risināšanas veida un pieeju meklējumi, tie ir aktuāli gan mūsu valstī, gan ārzemēs: Vācijā, Japānā, Dānijā, Turcijā (Niss, 2002; Ulm, 2008; Moriyama et al., 2007; Kiray, 2012).

Secinājumi **Conclusions**

Mācību pētnieciskās prasmes veidošanās notiek produktīvi, ja mācību process tiek organizēts tādā veidā, kad skolēna darbība ir aktīva, patstāvīga un mērķtiecīga, viņš tajā saskata jēgu un tiek attīstīti pētnieciskās prasmes komponenti: (1) zināšanu kopums par pētniecisko darbību un prasmi pētīt; (2) konkrēta mācību priekšmeta zināšanas un prasmes; (3) izziņas interese, kas veidojas jaunas darbības mērķa ietekmē; (4) skolēna vispārējais zināšanu līmenis; (5) prasme darboties ar pētnieciskiem terminiem un jēdzieniem.

Mācību stundās attīstot skolēniem mācību pētnieciskās prasmes, būtiska ir darbība mazās grupās, ievērot skolēnu intereses, spējas un mācību satura apguves līmeni, motivāciju darboties un jaunrades momentu, kā arī prasme rīkoties nestandarta situācijās, attīstīt gribasspēku. Lietderīgi piedāvāt skolēniem problēmsituācijas, ievērojot individualizēto pieeju, uzdevumu risināšanas metožu daudzveidību un attīstīt prasmi- kritiski izvērtēt uzdevuma atrisinājuma pielietojuma lietderīgumu.

Mācību pētnieciskās prasmes veidošanās notiek radoši, ja skolēnam ir pietiekamas zināšanas pētniecisku uzdevumu veikšanā. Turklāt pētnieciskie uzdevumi tiek piedāvāti tādā līmenī, lai atbilstu skolēna esošajam zināšanu un prasmju attīstības līmenim kā arī ietvertu jaunu neapgūtu darbību, jo prasme attīstās tikai uz jaunu pētniecisko elementu apguves pamata.

Pētniecība noritēs produktīvi, ja skolēnam piedāvātā problēmsituācija būs aktuāla un izraisīs interesi, būs izvirzīts mērķis, būs labas pamatzināšanas, apjēgta jēdzienu izpratne un to lietojums, kā arī būs izveidojusies pētniecības struktūras un sistēmiskuma izpratne. Skolēnam mācību pētnieciskā darbība būs produktīva, ja viņš pratīs pamata mācību priekšmetā iegūtās zināšanas, pārnest uz

radnieciskiem mācību priekšmetiem un prātīs zināšanas pielietot līdzīgās situācijās.

Pētniecisks process ir individualizēts, kurā ir iespējams vairāk uzmanības pievērst katra skolēna mācīšanās vajadzībām, interesēm un pieejai.

Summary

One of the most important tasks of education is to develop research skills aimed at the students' research activity in the study process. Involving students in research activities will enable them to learn to invent, understand and learn new knowledge, to argue their thoughts, to make decisions, to develop their interests and to realize opportunities.

The topicality of the article relates to the transformations to be made in the education system, as the education system in Latvia and its content have to change.

The aim of the article is to raise the issue of the goals of the productive activity of the mathematical school subject and the development of research skills, so that the pupil can transfer the knowledge and skills acquired creatively to solving problem situations of related subjects.

Research will be productive if the problem situation that the pupil is up to and will be of interest, the goal will be, there will be good or excellent basic knowledge, understanding of concepts and their use, and there will be an understanding of the research structure and systemicity. A student's learning research activity will be productive if he / she will master the knowledge acquired in the basic subject, transfer it to related subjects and apply the knowledge in similar situations.

The formation of teaching research skills takes place productively, if the learning process is organized in a way that the student's activity is active, independent and purposeful, he sees the meaning in it and develops the components of research skills: a set of knowledge about research activity and the ability to study; knowledge and skills of a particular subject; cognitive interest arising from the purpose of a new activity; the pupil's general level of knowledge; the ability to work with research terms and concepts.

Literatūra References

- Albrehta, D. (2001). *Didaktika*. Rīga: RaKa.
- Andersone, R. (2007). *Izglītības un mācību priekšmetu programmas*. Rīga: RaKa.
- Beļickis, I. (2000). *Vērtīborientētā mācību stunda*. Rīga: RaKa.
- Breslavs, G. (1999). *Psiholoģijas vārdnīca*. Rīga: Mācību grāmata.
- Broks, A. (2000). *Izglītības sistemoloģija*. Rīga: RaKa.
- Cakula, S. (2001). *Informācijas tehnoloģijas pētnieciskajā darbībā Vidzemes augstskolā kā studentu radošās pieredzes veidošanās līdzeklis*. LU promocijas darbs.
- Drelinga, E., & Krastina, E. (2014). *Evaluation of the Process and Outcomes of Junior Schoolchildren's Project Work*. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 2841-2846.

- Fišers, R. (2005). *Mācīsim bērniem domāt*. Rīga: RaKa.
- Fulans, M. (1999). *Pārmaiņu spēki*. Rīga: Zvaigzne ABC.
- Garleja, R. (1992). *Studentu zinātniskais darbs, tā īpatnības komerczinībās*. Rīga: LU.
- Geidžs, N. L. & Berliners, D.C. (1999). *Pedagoģiskā psiholoģija*. Rīga: Zvaigzne ABC.
- Geske, A., Grīnfelds, A., Kangro, A., & Kiseļova, R. (2013). *Latvija OECD Starptautiskajā skolēnu novērtēšanas programmā 2012 – pirmie rezultāti un secinājumi*. Retrieved from https://www.ipi.lu.lv/fileadmin/_migrated/content_uploads/Latvija_SSNP_2012_pirmie_rezultati_un_secinajumi.pdf
- Hahele, R. (2006). *Pašnovērtējums mācību procesā*. Rīga: RaKa.
- Hahele, R. (2005). *Skolēna zinātniski pētnieciskā darbība*. Rīga: RaKa.
- Hattie, J. (2012). *Visible learning for teachers: Maximizing impact on learning*. New York, NY, US: Routledge/Taylor & Francis Group. Retrieved from <http://psycnet.apa.org/record/2012-07127-000>
- Irvine, J. (2015). Problem Solving as Motivation in Mathematics: Just in Time Teaching. *Journal of Mathematical Sciences*. Betty Jones & Sisters Publishing. Retrieved from <http://bettyjonespub.com/math/4JMS20150307-1.pdf>
- Kalniņa, D. (2012). *Pētnieciskās prasmes attīstība dabaszinībās*. Rīga: RaKa.
- Kiray, A. (2012). *A new model for the integration of science and mathematics: The balance model*. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED546468.pdf>
- Kroplijs, A., & Raščevska, M. (2010). *Kvalitatīvās pētniecības metodes sociālajās zinātnēs*. Rīga: RaKa.
- Mann, E.L. (2005). *Mathematical Creativity and School Mathematics: Indicators of Mathematical Creativity in Middle School Students*. University of Connecticut.
- Mārtinsone, K., Pipere, A., & Kamerāde, D. (2016). *Pētniecība: teorija un prakse*. Rīga: RaKa.
- Mārtinsone, K., & Miltuze, A. (2015). *Psiholoģija 1*. Monogrāfija. Rīga: Zvaigzne ABC.
- Moriyama, J., Suzuki, T., Miyazaki, M., & Sakakibara, Y. (2007). Integrated Learning of “Modeling” through Mathematics. *Science and Technology*. Retrieved from <https://www.iteea.org/File.aspx?id=86696&v=4e822661>
- Mencis, J. (sen) (2014). *Matemātikas metodika pamatskolā*. Rīga: Zvaigzne ABC.
- Mencis, J. (jun) (2001). *Ko skola un augstskola par matemātiku domāja*. Rīga: LU Zinātniskie raksti, 635.sējums.
- Niss, M. (2002). *Mathematical competencies and the learning of mathematics: the Danish komproject*. Retrieved from <http://www.math.chalmers.se/Math/Grundutb/CTH/mve375/1112/docs/KOMkompetenser.pdf>
- Ņikiforovs, O. (2007). *Psiholoģija pedagogam*. Rīga: Izglītības soļi.
- Praulīte, G. (2008). *Bioloģijas mācību metodika*. Rīga: RaKa.
- Reihenova, A. (2018a). Vidusskolēnu domāšanas veidi matemātikas mācīšanās procesā. *Society. Integration. Education. Proceedings of the International Scientific Conference. 2018, Volume II*, 405-418.
- Reihenova, A. (2018b). Self-motivated Secondary School Student in the Process of Learning Mathematics. *The 60th International Scientific Conference of DU*. Retrieved from <https://www.dukonference.lv/registrations>
- Robinsons, K. (2013). *Ne tikai ar prātu*. Rīga: Zvaigzne ABC.
- Rubene, Z. (2008). *Kritiskā domāšana studiju procesā*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds.

- Salīte, I. (2002). Teachers' Views on the Aim of Education for Sustainable Development. *Journal of Teacher Education and Training*, 1, 68–80.
- Skatkins, M. Redakcijā. (1984). *Vidusskolas didaktika*. Rīga: Zvaigzne.
- Špona, A. (2004). *Audzināšanas process teorijā un praksē*. Rīga: RaKa.
- Špona, A. (2004). *Pētniecība pedagogijā*. Rīga: RaKa.
- Šteinberga, A. (2018). Inovācijas pedagogiskajā darbībā Latvijas skolās. *Society. Integration. Education. Proceedings of the International Scientific Conference. 2018, Volume II*, 478-486.
- Šteinberga, A. (2013). *Pedagoģiskā psiholoģija*. Rīga: RaKa.
- Šteinberga, A. (2011). *Pedagoģiskā psiholoģija augstskolā*. Rīga: RTU Izdevniecība.
- Ulm, V. (2008). *Mathematisches Denken, Begabung, Fähigkeiten, Leistung*. Retrieved from <http://www.bildung.suedtirol.it/files/4813/7692/2008/MathematischesDenken.pdf>
- Valsts izglītības satura centrs (VISC). *Skola 2030: Atbalsts mācību pieejas maiņai*. Retrieved from <https://www.skola2030.lv/>
- VIAA, (2012). *Matemātikas izglītība Eiropā: kopīgie izaicinājumi un valstu rīcībpolitika*. Valsts izglītības attīstības aģentūra. (State Education Development Agency of the Republic of Latvia). Retrieved from http://viaa.gov.lv/files/news/8066/matematika_viaa_2012_28.08..pdf
- Vorobjovs, A. (2000). *Vispārīgā psiholoģija*. Rīga: Izglītības soli.
- Vorobjovs, A. (2002). *Sociālā psiholoģija*. Rīga: Izglītības soli.
- Zelmenis, V. (2000). *Pedagoģijas pamati*. Rīga: RaKa.
- Zimmerman, B. J. (2005). *The Hidden Dimension of Personal Competence: Self-Regulated Learning and Practice*. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Barry_Zimmerman/publication/232506053_The_Hidden_Dimension_of_Personal_Competence_Self-Regulated_Learning_and_Practice/links/5699436508ae6169e55177d9/The-Hidden-Dimension-of-Personal-Competence-Self-Regulated-Learning-and-Practice.pdf
- Žogla, I. (2001). *Didaktikas teorētiskie pamati*. Rīga: Zvaigzne.
- Бабанский, Ю.К. (1977). *Оптимизация процесса обучения*. Москва: Педагогика.
- Выготский, Л.С. (2005). *Психология развития человека*. Москва: Изд-во Смысл.
- Леонтьев, Д.А. (2003). *Психология смысла: природа, строение и динамика смысловой реальности*. Москва: Смысл.
- Пойа, Д. (2010). *Как решать задачу*. Москва: Либроком.
- Рубинштейн, С. Л. (2000). *Основы общей психологии*. Издательство «Питер».