



**LATVIJAS
UNIVERSITĀTE**

**Promocijas darba
kopsavilkums**

**Summary
of Doctoral Thesis**

Kārlis Greitāns

**DABASZINĀTŅU SKOLOTĀJU
PROFESIONĀLĀ PILNVEIDE
PRAKSES PĀRMAIŅĀM**

**PROFESSIONAL DEVELOPMENT
OF SCIENCE TEACHERS FOR CHANGES
IN PRACTICE**

Rīga 2024



LATVIJAS UNIVERSITĀTE

EKSAKTO ZINĀTŅU UN TEHNOLOĢIJU FAKULTĀTE
STARPNOZARU IZGLĪTĪBAS INOVĀCIJU CENTRS

Kārlis Greitāns

DABASZINĀTŅU SKOLOTĀJU PROFESIONĀLĀ PILNVEIDE PRAKSES PĀRMAIŅĀM

PROMOCIJAS DARBA KOPSAVILKUMS

Zinātnes doktora grāda (PhD) sociālajās zinātnēs
(izglītības zinātnēs) ieguvei

Rīga 2024

Promocijas darbs izstrādāts Latvijas Universitātes Starpnozaru izglītības inovāciju centrā laika posmā no 2019. gada līdz 2024. gadam.



Latvijas Zinātnes padome



Promocijas darbs izstrādāts Latvijas Zinātnes padomes valsts pētījuma programmas “Izglītība” projekta “Individualizēta un personalizēta atbalsta sistēma skolēnu tekstpratības, rēķinpratības un dabaszinātniskās prasības attīstīšanai” (VPP-IZM-Izglītība-2023/1-0001) ietvaros.

Darbs sastāv no ievada, trīs nodaļām, secinājumiem un ieteikumiem, izmantotās literatūras saraksta un 24 pielikumiem.

Darba forma: disertācija zinātnes doktora grāda (PhD) sociālajās zinātnēs (izglītības zinātnēs) ieguvei.

Darba zinātniskā vadītāja:

LU SIIC vadītāja, vadošā pētniece *Dr. paed.* **Dace Namsone**.

Darba recenzenti:

- 1) **Dita Nīmante** *Dr. paed.*, profesore, Latvijas Universitāte;
- 2) **Dzintra Iliško** *Dr. paed.*, profesore, Daugavpils Universitāte;
- 3) **Inese Lūsēna-Ezera** *Dr. paed.*, profesore, RTU Liepājas akadēmija.

Promocijas darba aizstāvēšana notiks 2024. gada 31. oktobrī plkst. 12:00 Latvijas Universitātes Izglītības zinātņu un psiholoģijas fakultātē, Imantas 7. līnijā 1, 100. telpā.

Ar promocijas darbu un tā kopsavilkumu var iepazīties Latvijas Universitātes bibliotēkā, Rīgā, Raiņa bulvārī 19.

Latvijas Universitātes izglītības zinātņu

promocijas padomes priekšsēdētāja: _____

profesore *Dr. paed.* **Linda Daniela**

Latvijas Universitātes izglītības zinātņu

promocijas padomes sekretāre: _____

asociētā profesore **Gunta Siliņa-Jasjukeviča**

© Latvijas Universitāte, 2024

© Kārlis Greitāns, 2024

ISBN 978-9934-36-278-1

ISBN 978-9934-36-279-8 (PDF)

ANOTĀCIJA

Kārļa Greitāna promocijas darbs “Dabaszinātņu skolotāju profesionālā pilnveide prakses pārmaiņām” izstrādāts izglītības zinātnēs, pieaugušo pedagoģijas zinātnes apakšnozārē Latvijas Universitātes Starpnozaru izglītības inovāciju centrā *Dr. paed.* Daces Namsones vadībā laika posmā no 2019. līdz 2023. gadam.

Promocijas darba mērķis ir izprast dabaszinātņu skolotāju prakses pārmaiņu cēloņus profesionālās pilnveides kontekstā, izpētot kādas cēloņsakarības nosaka dabaszinātņu skolotāja mācīšanas prakses pārmaiņas un izstrādājot un testējot atbilstošus dabaszinātņu skolotāju profesionālās pilnveides risinājumus.

Promocijas darba apjoms ir 119 lapaspuses līdz literatūras sarakstam un 212 lapaspuses ar pielikumiem, 24 pielikumi, 18 attēli un 23 tabulas.

Pētījuma 1. daļā ir konceptualizēta skolotāju profesionālās pilnveides prakses pārmaiņām un veikts literatūras apskats par dabaszinātņu skolotāju profesionālo pilnveidi prakses pārmaiņām skolēnu konceptuālās izpratnes veicināšanas kontekstā. Pētījuma 1. daļā konceptualizēta arī skolēnu konceptuālā izpratne dabaszinātnēs un mācīšana šādas izpratnes veicināšanai.

Pētījuma 2. daļā ir aprakstīta dizainā balstītā pētījuma metodoloģija, atspoguļoti empīriskā pētījuma rezultāti par trīs dizainā balstītā pētījuma cikliem un tā ietvaros pārbaudītajām pieņēmumu kartēm un veikta rezultātu analīze jeb diskusija, sasaistot empīriskajā pētījumā iegūtos rezultātus ar teorētiskām atziņām.

Promocijas darba nobeigumā ir apkopoti galvenie secinājumi par dabaszinātņu skolotāju profesionālo pilnveidi prakses pārmaiņām, kā arī izvirzītas tēzes aizstāvēšanai.

Atslēgvārdi: dabaszinātņu skolotāju profesionālā pilnveide, prakses pārmaiņas, dizainā balstīts pētījums, pieņēmumu karte, skolēnu konceptuāla izpratne dabaszinātnēs

SATURS

IEVADS	5
Pētāmā problēma un pētījuma nozīmīgums	5
Pētījuma zinātniskā novitāte	8
Pētījuma praktiskā novitāte	8
Aizstāvēšanai izvirzītās tēzes	8
PĒTNIECISKĀS KATEGORIJAS	10
Pētījuma jautājumi	10
Uzdevumi	10
Pētījuma teorētiskie un metodoloģiskie pamati	11
Teorētiskās analīzes metodes:	12
Empīrisku datu ieguves metodes	12
Empīrisku datu analīzes metodes	13
Pētījuma dalībnieki	13
Publikācijas saistībā ar pētījuma rezultātiem	13
Uzstāšanās starptautiskās zinātniskās konferencēs	14
1. SKOLOTĀJU PROFESIONĀLĀ PILNVEIDE PRAKSES PĀRMAIŅU PANĀKŠANAI	16
2. SKOLĒNU KONCEPTUĀLAS IZPRATNES VEIDOŠANA, APGŪSTOT DABASZINĀTNES	18
3. KONCEPTUĀLS PROFESIONĀLĀS PILNVEIDES IETVARŠ DABASZINĀTŅU SKOLOTĀJU MĀCĪŠANAS PRAKSES PĀRMAIŅU PANĀKŠANAI	19
Galīgā pieņēmumu karte	20
Dabaszinātņu skolotāju profesionālās pilnveides īstenošanas modelis	21
Dabaszinātņu skolotāju profesionālās pilnveides īstenošanas modeļa dizains	21
Dabaszinātņu skolotāju profesionālās pilnveides īstenošanas modeļa ieviešanas nosacījumi	22
Atbilstoši dabaszinātņu skolotāju profesionālās pilnveides īstenošanas modelim izveidotās dabaszinātņu skolotāju profesionālās pilnveides programmas	25
Izveidoto profesionālās pilnveides risinājumu ietekme uz dabaszinātņu skolotāju prakses pārmaiņām	25
SECINĀJUMI	27
AIZSTĀVĒŠANAI IZVIRZĪTĀS TĒZES	30
TURPMĀKĀS PĒTNIECĪBAS IESPĒJAS	34
IETEIKUMI	35
KOPSAVILKUMĀ IZMANTOTĀS LITERATŪRAS SARAKSTS	72

IEVADS

Pētāmā problēma un pētījuma nozīmīgums

Skolotāju sākotnējā izglītība tikai daļēji spēj sagatavot skolotājus arvien jauniem, kompleksiem izaicinājumiem un pārmaiņām, piedāvājot konkrētajā brīdī labākos mācību priekšmeta didaktikas risinājumus. Tomēr izglītības zinātņu nepārtrauktā attīstība un aktuālu empīrisku pierādījumu iegūšana par arvien efektīvākām skolotāja darbībām mijiedarbībā ar izglītības politikas nostādņu izmaiņām nosaka, ka skolotāju profesionālās kompetences pilnveidei (turpmāk tekstā – skolotāju profesionālā pilnveide) ir liela nozīme skolotāja profesionālajā ikdienā – skolotāju profesionālā pilnveide ir katras izglītības sistēmas (par kurām pieejama informācija) neatņemama sastāvdaļa (Kirsten, 2020).

Kopš 21. gadsimta sākuma skolotāju profesionālās pilnveides dizainā, īstenošanā un pētniecībā dominē pragmatiskas idejas – īsteno tādu skolotāju profesionālo pilnveidi, kura pozitīvi ietekmētu skolēnu mācīšanās rezultātus un līdz ar to panāktu skolotāju prakses pārmaiņas (Asterhan & Lefstein, 2023; Borko, 2004)

Katru gadu skolotāju profesionālajā pilnveidē tiek ieguldīts daudz resursu (Darling-Hammond et al., 2017), līdz ar to no skolotāju profesionālās pilnveides finansētājiem (visbiežāk skolu dibinātāji, valsts, pašvaldības) izskan pieprasījums, lai skolotāju profesionālajā pilnveidē ieguldītais tiktu izlietots pēc iespējas efektīvāk (van Veen et al., 2011); izglītības kontekstā tas nozīmē – skolotāju profesionālajai pilnveidei jāpanāk izmaiņas skolēnu mācīšanās sasniegumos (McChesney & Aldridge, 2019). Tomēr nav tiešas cēloņsakarības starp skolotāja iesaistīšanos profesionālajā pilnveidē un izmaiņām skolēnu mācību sasniegumos – vairāki autori šo cēloņsakarību salīdzina ar “melno kastī”, kurā esošo elementu, notikumu un procesu skaits nav zināms (P. Kelly, 2006). Līdz šim publicētie piedāvājumi kā soli pirms izmaiņām skolēnu rezultātos piedāvā izmaiņas skolotāja mācīšanas praksē, līdz ar to gan pētnieku, gan izglītības politikas veidotāju, gan profesionālās pilnveides īstenošanu un finansētāju starpā ar terminu “efektīva skolotāju profesionālā pilnveide” tiek apzīmēta tāda, kura panāk izmaiņas skolotāju mācīšanās praksē vai skolēnu mācību sasniegumos (McChesney & Aldridge, 2018).

Atbildēm uz jautājumiem, kā skolotāju profesionālajā pilnveidē panākt pārmaiņas mācīšanas praksē un skolēnu rezultātos, pēdējo divu desmitgažu laikā veltīts ne mazums pētījumu, kuri visbiežāk saistīti ar dažādiem eksperimentāliem skolotāju profesionālās pilnveides risinājumiem. Pēdējās desmitgadēs publicēti vismaz astoņi piedāvājumi skolotāju prakses pārmaiņu lineārai konceptualizēšanai (McChesney & Aldridge, 2018), viens nelineārs, savstarpēji saistīts skolotāju mācīšanas prakses pārmaiņu modelis (Clarke & Hollingsworth, 2002).

Lai arī skolotāju prakses pārmaiņu modeļi sniedz vērtīgu ieskatu skolotāju prakses pārmaiņu cēloņsakarībās, profesionālās pilnveides īstenošanai tie tā vai citādi ir jāoperacionalizē līdz konkrētām skolotāju profesionālajā pilnveidē īstenojamām darbībām (van Driel et al., 2012). Pēdējās desmitgadēs veikti daudzi pētījumi un pētījumu pārskati, kuros šāda konceptualizācija veikta un apkopotas pazīmes, kuras raksturo skolotāju profesionālo pilnveidi, kura panāk mācīšanas prakses pārmaiņas (McChesney & Aldridge, 2018). Šādu pētījumu pārskatu popularitāti pamato pragmatiskā izglītības politikas pieeja skolotāju profesionālajai pilnveidei – skolotāju profesionālajā pilnveidē tiek ieguldīts daudz resursu, līdz ar to tie jāizlieto efektīvi – tā, lai profesionālā pilnveide rezultētos ne tikai skolotāju apmierinātībā vai jaunās zināšanās (Jayaram et al., 2012). Tomēr arvien tiek publicēts ievērojams pētījumu skaits, kuros skolotāju profesionālā pilnveide organizēta, ievērojot efektīvas skolotāju profesionālās pilnveides pazīmes, bet nesasniedz izvērzi rezultātu – vismaz izmaiņas skolotāju mācīšanas praksē.

Latvijā skolotāju formālo profesionālo pilnveidi regulē Ministru kabineta noteikumi Nr. 569, kuri nosaka to, ka skolotājam trīs gadu laikā jāpiedalās profesionālajā pilnveidē vismaz 36 stundu apmērā; dalību profesionālajā pilnveidē skolotājs plāno kopā ar skolas vadību; profesionālo pilnveidi var īstenot pašvaldības un valsts dibinātas izglītības iestādes (kā arī citas iestādes), kuras dibinātas ar attiecīgu mērķi, pedagogu nevalstiskās organizācijas, skolotāju profesionālās pilnveides programmu iepriekš saskaņojot ar Valsts izglītības satura centru (VISC). Nav normatīvu kritēriju, kā skolotāju profesionālās pilnveides programmas jāīsteno; tāpat netiek regulēts tas, ar ko obligāto 36 stundu apmērā skolotājam, kurš mācās, jānodarbojas.

Pēdējās desmitgadēs Latvijā veikti vairāki pētījumi, kuru uzmanības centrā ir bijusi skolotāju profesionālā pilnveide. Visai plaši apskatīta pirmsskolas skolotāju profesionālā pilnveide, priekšnoteikumi un šķēršļi tās efektīvai īstenošanai (Serova, 2017; Šķestere, 2020). Plaši pētīta arī skolas vadības loma skolotāju profesionālajā pilnveidē (Everte, 2020; Kagane, 2009; Kanajeva-Salnā, 2022; Koka, 2020), kā arī konkrētu priekšmetu skolotāju profesionālās pilnveides izaicinājumi (bioloģijā – Vasiļevska, 2013; ķīmijā – Volkinšteine, 2018; svešvalodās – Andrejeva, 2010; Mazure, 2017; Rusecka, 2018). Latvijas kontekstā analizētas arī vairākas skolotāju profesionālās pilnveides formas un to ieviešana (masveidā atvērtie tiešsaistes kursi – Tihomirova, 2023; mācīšanās grupas – Gavare, 2022; supervīzija – Ērgle, 2015; projekti – Dzene, 2010). Aprakstīti arī konkrētu skolotāju profesionālās pilnveides programmu dizaina procesi (Biezā, 2020), kā arī pētītas tādas inovatīvas tēmas kā skolotāju vajadzībās balstīta skolotāju profesionālā pilnveide (Bajarune, 2022) un efektīva skolotāju profesionālā pilnveide (Brikšis, 2018). Tomēr līdz šim nav veikts visaptverošs pētījums, kurš skaidrotu skolotāju prakses pārmaiņu cēloņsakarības un tajās iesaistītos, izmantotās profesionālās pilnveides formas un pieejas formālā skolotāju profesionālajā pilnveidē.

Dabaszinātņu skolotāju profesionālās pilnveides kontekstu šī pētījuma ietvaros nosaka straujā sabiedrības vajadzību maiņa gan Latvijā, gan pasaulē – pēdējo divu desmitgažu laikā sabiedrības vajadzības mainās straujāk nekā jebkad iepriekš, līdz ar to loģiskas ir arī pārmaiņas izglītības sistēmā: prasības pēc skolēnu zināšanām, prasmēm un attieksmēm izglītības posmu noslēgumos mainās, līdz ar to loģiskas ir prasības pēc izmaiņām skolotāju īstenotajā mācīšanās. Šo mainīgo pieprasījumu spilgti ilustrē arī nepārtrauktās izglītības mērķu, standartu un mācību programmu izmaiņas (Fadels & Bialika, 2017). 21. gadsimta otrās desmitgades sākumā Latvijas skolotāju (t. sk. dabaszinātņu skolotāju) profesionālo pilnveidi var raksturot kā atbildi izglītība sistēmā notiekošajām reformām (Lielvārds, 2023). Galvenās izmaiņas Latvijas izglītības sistēmā saistāmas ar kompetenci kā mācīšanās gala rezultātu, mācīšanos iedziļināties un caurviju prasmēm. Pēdējās desmitgades laikā izglītības satura un pieejas reformas notiek gan Latvijā, gan citās Ekonomiskās sadarbības un attīstības organizācijas (OECD) valstīs (Nieveen & Plomp, 2018). Izglītības politikas noteikto pārmaiņu ieviešanas centrā ir skolotājs – tieši izmaiņas skolotāja mācīšanas pieejā ir priekšnosacījums tādām izmaiņām skolēnu darbībā, kuras ļautu skolēnam sasniegt izglītības satura izmaiņām atbilstošus mācīšanās mērķus (Yun, 2007). Skolotāju profesionālā pilnveide tiek uztverts kā viens no galvenajiem veidiem, kā skolotāju mācīšanas praksē ieviest izglītības satura un pieejas reformas (Valsts izglītības satura centrs, 2017).

Iepriekšējās rindkopas ilustrē to, ka no skolotāja (t. sk. dabaszinātņu skolotāja) tiek prasītas plašas prakses pārmaiņas, tomēr visaptveroša skolotāja prakses pārmaiņu pētniecība (pret izglītības reformu pamatnostādņēm) prasa milzīgu resursu apjomu, līdz ar to promocijas darba ietvaros dabaszinātņu skolotāju profesionālās pilnveides konteksts tiek ierobežots līdz dabaszinātņu skolotāju profesionālajai pilnveidei, kura panāktu tādas prakses pārmaiņas, kuras pozitīvi ietekmētu skolēnu mācīšanos iedziļinoties (konceptuālas izpratnes veidošanos). Šādu konteksta sašaurinājumu nosaka starptautisko salīdzinošo izglītības pētījumu rezultāti, kuri Latvijas piecpadsmitgadīgo skolēnu dabaszinātņu kompetenci raksturo kā viduvēju (Eurydice, 2011); skolēnu skaits ar augstu un ļoti augstu kompetenci ir krietni mazāk nekā OECD valstu grupā vidēji (3,8% Latvijā; 6,7% OECD), tomēr Latvijas skolēnu rezultātu izkliede ir mazākā starp OECD valstīm (Kangro & Kiseļova, 2019). Šie fakti apstiprina Latvijas dabaszinātņu skolotāju mācīšanas praksē novēroto pieeju visiem skolēniem attīstīt pamatprasmes un pamatzināšanas (mācību nodarbība notiek galvenokārt reproduktīvā līmenī), tādējādi virzot visus skolēnus uz sekmīgiem mācību sasniegumiem (Izglītības pētniecības institūts, 2019), tomēr šādas tendences atstāj novārtā visu skolēnu virzīšanos uz iedziļināšanos mācību saturā, kā arī skolēnus, kuriem ir potenciāls sasniegt augstu sniegumu un iedziļināties. Latvijas dabaszinātņu skolotāji identificē arī vajadzību pēc metodiskā atbalsta, piemēriem un informācijas, kā virzīt skolēnu mācīšanos dabaszinātnēs uz iedziļināšanos (Lielvārds, 2023).

Konstruktīvisms kā pieeja skolēna mācīšanās procesam, kurā notiek iedziļināšanās, dabaszinātņu priekšmetu mācību nodarbībās ienāk pamazām (Dudareva et al., 2019). Šie novērojami signāli par nepieciešamību izstrādāt tādus dabaszinātņu skolotāju profesionālās pilnveides risinājumus, kuri panāktu pārmaiņas skolotāju mācīšanas praksē. Darba autors projekta “Kompetenču pieeja mācību saturā” ietvaros ir piedalījies pamatskolas un vidusskolas mācību programmu paraugu un mācību līdzekļu izstrādē ķīmijā, kā arī profesionālās pilnveides programmu plānošanā un īstenošanā Latvijas Universitātes Starpnozaru izglītības inovāciju centrā (LU SIIC). Vadoties pēc pieaugušo mācīšanās teorijām, izmaiņas skolotāja mācīšanas praksē noteikti ir saistāmas ar skolotāja mācīšanās vajadzībām, tomēr, kā tieši skolotāju profesionālā pilnveide un tās īstenošana savieno skolotāja vajadzības ar pārmaiņām skolotāja mācīšanas praksē, ir maz pētīts un bieži vien arī neprognozējams process. Iepriekšminētais ļauj formulēt **pētījuma problēmu: nepieciešams konceptualizēt procesu, kā Latvijas dabaszinātņu skolotāji, piedaloties profesionālajā pilnveidē, nonāk līdz tādām mācīšanas prakses pārmaiņām, kuras veicina skolēnu konceptuālu izpratni, lai radītu praktiskus skolotāju profesionālās pilnveides risinājumus dabaszinātņu skolotāju mācīšanas prakses pārmaiņām.**

Pētījuma zinātniskā novitāte

Pētījuma zinātnisko novitāti raksturo dabaszinātņu skolotāju mācīšanas prakses pārmaiņu procesa profesionālajā pilnveidē konceptualizācija, t. sk. dabaszinātņu skolotāju prakses pārmaiņu priekšnosacījumu un to veicinātāju pierādīšana; skolotāju profesionālās pilnveides vajadzību kā mācīšanas prakses priekšnosacījumu veicinātāja saistīšana ar skolotāja motivācijas pārmaiņām.

Pētījuma praktiskā novitāte

Pētījuma praktisko nozīmi raksturo dabaszinātņu skolotāju profesionālās pilnveides risinājumu (konceptuāla ietvara, profesionālās pilnveides modeļa un programmu) izstrāde, izmēģināšana un praktiska iespēja izmantot dabaszinātņu skolotāju prakses pārmaiņu veicināšanai, kā arī ieteikumi profesionālās pilnveides īstenošanai un rīcībpolitikas veidošanai, lai veidotu un izvērtētu efektīvus dabaszinātņu skolotāju profesionālās pilnveides risinājumus.

Aizstāvēšanai izvirzītās tēzes

1. Priekšnosacījumi, lai dabaszinātņu skolotāju mācīšanas praksē profesionālās pilnveides ietvaros notiktu pārmaiņas: 1) redzējuma¹ paplašināšana, 2) motivācijas pārmaiņas, 3) prasmju pilnveide, 4) praktizēšanās, saņemot atbalstu

¹ Ar redzējumu šī pētījuma ietvaros tiek saprasts skolotāja zināšanu, uzskatu, pieņēmumu, gaidu un nākotnes prognožu kopums par dabaszinātņu mācīšanu.

pārmaiņu ieviešanai; lai notiktu prakses pārmaiņas skolotājs profesionālās pilnveides ietvaros mācās mijiedarbībā ar profesionālās pilnveides īstenotāju un citiem skolotājiem.

2. Skolotāja redzējuma paplašināšanu veicina labās prakses modelēšana un skolotāju, kuri mācās, savstarpējais atbalsts; skolotāja prasmju pilnveidi veicina labās prakses modelēšana, atbalsts un iedrošinājums no profesionālās pilnveides īstenotāja un atgriezeniskā saite; motivācijas pārmaiņas veicina skolotāju savstarpējais atbalsts, profesionālās pilnveides atbilstība skolotāja profesionālās pilnveides vajadzībām un vienošanās par sasniedzamajiem mērķiem; savukārt atbalstu pārmaiņu ieviešanai veicina skolotāja pašnovērtējuma iespējas un sava darba plānošana.
3. Konceptuālo dabaszinātņu skolotāju mācīšanas prakses pārmaiņu ietvaru operacionalizē profesionālās pilnveides īstenošanas modelis, kurš kombinē labās prakses modelēšanas darbnīcas ar rīcībpetījumu vai mācību stundu izpēti. Skolotāja mācīšanas prakses pārmaiņas profesionālajā pilnveidē, kura radīta atbilstoši šādam profesionālās pilnveides īstenošanas modelim, veicina: vienošanās par profesionālās pilnveides mērķiem un skolotāja profesionālās pilnveides vajadzībām atbilstošu tēmu izvēle pirms profesionālās pilnveides uzsākšanas; labās prakses modelēšana, kā arī atbalsts un iedrošinājums darbnīcu laikā; sava darba plānošana, pašnovērtējums, atgriezeniskā saite un savstarpējais skolotāju atbalsts rīcībpetījuma vai mācību stundu izpētes laikā. Šķēršļi skolotāju mācīšanas prakses pārmaiņām šādā profesionālajā pilnveidē ir ieviesto pārmaiņu neatbilstoša adaptēšana un prasmju, kuras nepieciešamas pilnvērtīgai iesaistei profesionālajā pilnveidē, trūkums.

PĒTNIECISKĀS KATEGORIJAS

Pētījuma konteksts: vidējās un pamatizglītības dabaszinātņu skolotāju profesionālā pilnveide izglītības reformas norises laikā, attīstot skolēnu konceptuālo izpratni.

Pētījuma mērķis: izstrādāt konceptuālu profesionālās pilnveides ietvaru un praktiskus risinājumus izmaiņu panākšanai dabaszinātņu skolotāju mācīšanas praksē, kuras sekmētu skolēnu konceptuālas izpratnes veidošanos.

Pētījuma objekts: skolotāju profesionālā pilnveide.

Pētījuma priekšmets: dabaszinātņu skolotāju prakses pārmaiņas profesionālās pilnveides ietvaros.

Pētījuma jautājumi

1. Kā izveidot konceptuālu profesionālās pilnveides ietvaru, lai panāktu pārmaiņas dabaszinātņu skolotāju mācīšanas praksē?

Konceptuāla ietvara izveidošana nepieciešama, lai definētu visaptverošus pārmaiņu procesa posmus, kategorijas, kritērijus un principus profesionālās pilnveides risinājumu izstrādei, kuri saistītu skolotāja mācīšanas prakses pārmaiņu norisi ar pieaugušo mācīšanās teorijām un skolotāju mācīšanos profesionālās pilnveides ietvaros, kā arī lai konceptualizētu pētījuma paradigmu.

2. Kā operacionalizēt ietvaru dabaszinātņu skolotāju prakses pārmaiņu panākšanai, lai izveidotu praktiskus risinājumus dabaszinātņu skolotāju profesionālajai pilnveidei, kura panāk skolotāju mācīšanas prakses pārmaiņas skolēnu konceptuālas izpratnes attīstībai?

Konceptuālā ietvara operacionalizācija nepieciešama, lai konceptuālās un teorētiskās atziņas pārveidotu praktiski izmantojamos risinājumos, nezaudējot konceptuālos principus, kā skolotāju mācīšanas praksē panākt pārmaiņas.

3. Kā ieviest praktiskus dabaszinātņu skolotāju profesionālās pilnveides risinājumus, lai panāktu pārmaiņas skolotāju mācīšanas praksē un attīstītu skolēnu konceptuālo izpratni?

Profesionālās pilnveides ieviešanas procesa izpēte nepieciešama, lai spriestu par skolotāja mācīšanas prakses pārmaiņu šķēršļiem un virzītājiem, kā arī lai gūtu visaptverošu priekšstatu par pētījuma konteksta ietekmi uz skolotāja mācīšanas prakses pārmaiņu procesu.

Uzdevumi

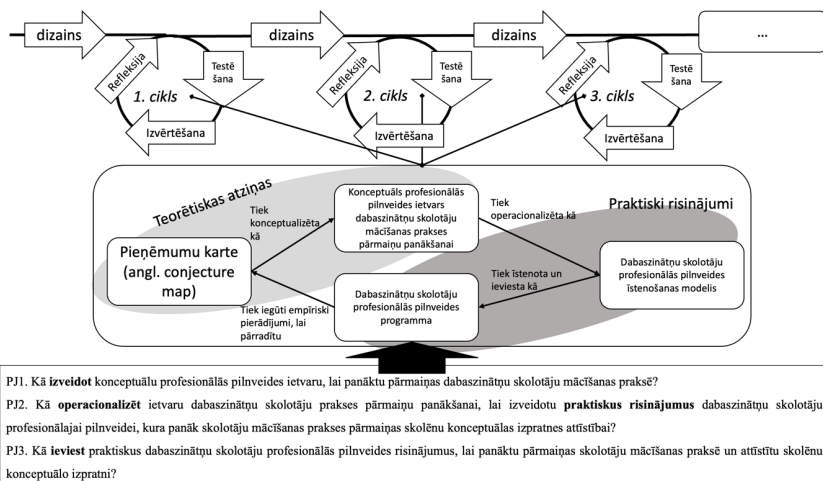
1. Analizēt teorētisko literatūru par skolotāju profesionālās pilnveides, t. sk. efektīvas skolotāju profesionālās pilnveides, skolotāju mācīšanas prakses pārmaiņu un skolēnu konceptuālas izpratnes jēdzieniem.

2. Formulēt sākotnējo konceptuālo ietvaru, kā panākt pārmaiņas dabaszinātņu skolotāju mācīšanas praksē profesionālās pilnveides ietvaros.
3. Operacionalizēt konceptuālo ietvaru, radot dabaszinātņu skolotāju profesionālās pilnveides modeli mācīšanas prakses pārmaiņām un modelim atbilstošas dabaszinātņu skolotāju profesionālās pilnveides programmas.
4. Īstenot radītās dabaszinātņu skolotāju profesionālās pilnveides programmas un iegūt empīriskus pierādījumus par dabaszinātņu skolotāju mācīšanas prakses pārmaiņām un to cēloņiem no dabaszinātņu skolotāju un profesionālās pilnveides īstenotāju perspektīvām, analizējot aptauju un fokusgrupu diskusiju rezultātus, skolotāju mācīšanas prakses artefaktus.
5. Apkopot pētījuma rezultātus, izveidojot konceptuāla ietvara gala versijas par dabaszinātņu skolotāju mācīšanas prakses pārmaiņu panākšanu profesionālajā pilnveidē, profesionālās pilnveides īstenošanas modeli un dabaszinātņu skolotāju profesionālās pilnveides programmu un izstrādāt ieteikumus efektīvai dabaszinātņu skolotāju profesionālajai pilnveidei, kura panāk izmaiņas dabaszinātņu skolotāju mācīšanas praksē.

Pētījuma teorētiskie un metodoloģiskie pamati

Dabaszinātņu skolotāja mācīšanās pētījuma ietvaros tiek apskatīta no konstruktīvisma paradigmas, izmantojot transformatīvās mācīšanās teoriju (Mezirow, 1997). Skolotāja mācīšanas prakses pārmaiņu process tiek apskatīts pēc savstarpēji saistītā profesionālās izaugsmes modeļa (Clarke & Hollingsworth, 2002). Skolēna konceptuālās izpratnes veidošanās tiek apskatīta, izmantojot konceptuālo pārmaiņu teoriju (Ozdemir & Clark, 2007). Motivācija un tās pārmaiņas pētījuma ietvaros tiek apskatīta, izmantojot Raeina un Deci formulēto pašnoteikšanās teoriju (Deci & Ryan, 2015).

Pētījums veidots no profesionālās pilnveides īstenoāja perspektīvas, pamatojoties uz dizainā balstīta pētījuma (angl. *design-based research*) metodoloģiju, izzinot atbildes uz pētāmajiem jautājumiem un veidojot pieņēmumu karti (angl. *conjecture map*) (Sandoval, 2013), kura trīs pētījuma ciklos tiek testēta, izvērtēta un uzlabota, lai sniegtu pēc iespējas precīzāku atbildi uz izvirzītajiem pētījuma jautājumiem (1. attēls).



1. attēls. Pētījuma dizains

Teorētiskās analīzes metodes:

- zinātniskās literatūras un avotu analīze, lai apzinātu idejas par izpētes objektu un priekšmetu;
- zinātniskās literatūras analīze, lai izveidotu skolotājam vēlamās prakses aprakstu par skolēnu konceptuālas izpratnes veidošanu;
- dokumentu analīze, lai noskaidrotu konceptuālās izpratnes formulējumu kompetencēs balstītā mācību saturā;
- metodiskās literatūras un mācību līdzekļu analīze, lai izstrādātu profesionālās pilnveides programmu saturu skolotājiem par skolēnu konceptuālas izpratnes veidošanu.

Empīriskos datu ieguves metodes

1. tabula. Empīriskos datu ieguves metodes

Datav avots		Skolotāji	Profesionālās pilnveides īstenošanas modeļi
Datav ieguves metodes	Kvalitatīvās	Strukturētas fokusgrupu diskusijas Skolotāju prakses artefakti	Strukturētas fokusgrupu diskusijas
	Kvantitatīvās	Aptaujas	[-]

Empīriskο datu analīzes metodes

Kvantitatīvās: datu analīzes statistiskās metodes, lai noteiktu 1) galvenās tendences rādītājus, standartnovirzi, dispersiju un frekvenču sadalījumu; 2) datu ticamību, izmantojot Kronbaha alfas testu; 3) Pīrsona korelācijas starp aptaujas jautājumu atbildēm.

Kvalitatīvās: hibrīdā kvalitatīvā satura analīze (induktīva un deduktīva).

Kvantitatīvo datu apstrāde tika veikta, izmantojot JASP v0.16 datu apstrādes programmatūru. Kvalitatīvo datu apstrāde veikta, izmantojot Dedoose v20200818 datu apstrādes programmatūru.

Pētījuma dalībnieki

Pirmajā pētījuma ciklā:

65 pamatskolas un vidusskolas dabaszinātņu priekšmetu skolotāji; četri profesionālās pilnveides īstenotāji (nodarbību vadītāji – eksperti).

Otrajā pētījuma ciklā:

47 dažādu skolu pamatskolas un vidusskolas dabaszinātņu priekšmetu skolotāji; pieci profesionālās pilnveides īstenotāji (nodarbību vadītāji – eksperti).

Trešajā pētījuma ciklā:

56 dažādu skolu pamatskolas un vidusskolas dabaszinātņu priekšmetu skolotāji; pieci profesionālās pilnveides īstenotāji (nodarbību vadītāji – eksperti).

Publikācijas saistībā ar pētījuma rezultātiem

1. Greitāns, K., Dudareva, I. & Namsone, D. (2020). The Development and Assessment of Blended Learning-based In-service Teacher's Professional Development Model. Proceedings of the 13th Annual International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI 2020) Conference (pp. 4955–4962). IATED publications. DOI: <https://doi.org/10.21125/iceri.2020.1076>
2. Greitāns, K., Eriņa, D. & Namsone, D. (2021). Linking teacher professional development needs with appropriate solutions: insights from an initiative in Latvia. Proceedings of the 15th International Scientific Conference "Society. Integration. Education" (SIE 2021) (Vol IV, pp. 6388). Rezekne Academy of Technologies Press. DOI: <https://doi.org/10.17770/sie2021vol4.6388> Presented online at SIE 2021 conference on 02.06.2021 Presentation
3. Greitāns, K., & Namsone, D. (2022). Role of School Leadership Team in the Implementation of School-based Teacher Professional Development Model. INTED2022 Proceedings. <https://doi.org/10.21125/inted.2022.1094>
4. Greitāns, K., & Namsone, D. (2021). In-service science teachers' professional development targeted to promote student understanding of core scientific concepts. In. V.Lamanauskas (Ed.), Science and technology education: Developing

- a global perspective. Proceedings of the 4th International Baltic Symposium on Science and Technology Education (BalticSTE2021) (pp. 49–58). Scientia Socialis Press. <https://doi.org/10.33225/BalticSTE/2021.49>
5. Greitāns, K. (2022). Teacher Needs-based Science Teacher Professional Development Model that Promotes Changes in Teacher Classroom Practice. Ebook of Synopsis of the 2022 European Science Education Research Association (ESERA) summer school, Utrecht, Netherlands, August 29 – September 3, 2022. fulltext
 6. Greitāns, K. & Namsone, D. (2023). Kā veidot datos balstītus skolotāju profesionālās pilnveides risinājumus? In *Datu zinātība skolai. LU Akadēmiskais apgāds* (pp. 125–142). <https://doi.org/10.22364/dzs.23.07>
 7. Greitāns, K. & Namsone, D. (2023). Kā paaugstināt profesionālās pilnveides efektivitāti? In *Datu zinātība skolai. LU Akadēmiskais apgāds* (pp. 143–156). <https://doi.org/10.22364/dzs.23.08>
 8. Greitāns, K. (2023) Dati jauninājumu ieviešanai klases un skolas līmenī. In *Datu zinātība skolai. LU Akadēmiskais apgāds* (pp. 157–168). <https://doi.org/10.22364/dzs.23.09>
 9. Bufasi, E., Čakāne, I., Greitāns, K., Dudareva, I., & Namsone, D. (2024). Lesson Study as a professional development model for teaching spatial ability in primary STEM. *Education Sciences*, 14(5), 512. <https://doi.org/10.3390/educsci14050512>
 10. Namsone, D., Zandbergs, U., Saleniece, I., Butkēviča, A., Dudareva, I., Burgmanis, Ģ., Greitāns, K. (2024). The Design and Operationalization of Teacher Competence Management Framework: A Method and Practical Tools to Identify and Close Teacher Competence Gaps for Teaching of 21st Century Skills. *International Journal of Education and Practice* (pieņemts publicēšanai)
 11. Greitāns, K., Namsone, D. (2024). Identification of Science Teacher Profiles Based on Lesson Observation Data. *Science Education International* (pieņemts publicēšanai)

Uzstāšanās starptautiskās zinātniskās konferencēs

1. Greitāns, K. (2021). Kādas ir dabaszinātņu un matemātikas skolotāju prasmes, lai mācību procesā attīstītu skolēnu argumentācijas prasmes? Latvijas Universitātes 79. starptautiskā zinātniskā konference Dabaszinātņu didaktikas sekcija, Rīgā, 2021. gada 2. februārī.
2. Greitāns, K. (2021). Science and Math Teachers Performance Assessment About Students Self-direct Learning. The 13th Nordic Research Symposium on Science Education (NFSUN 2021). Presented online at NFSUN 2021 conference on 02.06.2021.
3. Greitāns, K. (2021). Linking teacher professional development needs with appropriate solutions: insights from an initiative in Latvia. The 15th

- International Scientific Conference “Society. Integration. Education” (SIE 2021) Presented online at SIE 2021 conference on 28.05.2021.
4. Greitāns, K., & Namsone, D. (2021). In-service science teachers' professional development targeted to promote student understanding of core scientific concepts. The 4th International Baltic Symposium on Science and Technology Education (BalticSTE2021) Presented online at BalticSTE conference on 21.06.2021.
 6. Greitāns, K. (2021). Prioritization of STEM Teachers Professional Development Needs for Designing Evidence-based Professional Development Solutions. The 14th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA 2021). 30.08.–03.09.2021.
 7. Greitāns, K. (2022). Kādas pazīmes raksturo efektīvu skolotāju profesionālo pilnveidi, kura veicina skolēnu konceptuālo izpratni dabaszinātnēs? Latvijas Universitātes 80. zinātniskā konference Dabaszinātņu didaktikas sekcija, Rīgā, 2022. gada 31. janvārī.
 8. Greitāns, K. (2022). Prioritization of STEM Teachers' Professional Development Needs to Identify Teacher Clusters for the Design of Evidence-based Professional Development Solutions. Latvijas Universitātes 80. starptautiskā zinātniskā konference Pieaugušo izglītības sekcija, 17.02.2022.
 9. Greitāns, K. (2022). Kādas pazīmes raksturo efektīvu skolotāju profesionālo pilnveidi, kura veicina skolēnu konceptuālo izpratni dabaszinātnēs? Latvijas Universitātes 80. starptautiskā zinātniskā konference Dabaszinātņu didaktikas sekcija, 31.01.2022.
 10. Greitāns, K. (2022). Role of School Leadership Team in the Implementation of School-Based Teacher Professional Development. The 16th Annual International Technology, Education and Development (INTED 2022) Conference, Valencia, Spain, March 7.–8., 2022.
 11. Greitāns, K. (2023). Linking science teacher professional development needs with appropriate interventions to promote student conceptual understanding. Book of Abstracts of the 7th ICASE International Conference, Dubai, UAE, March 27–30, 2023.
 12. Greitāns, K. (2023). The design of science teacher professional development intervention through linkage of science teacher learning needs. Book of Abstracts of the 96th NARST Conference, Chicago, April 18–21, 2023.
 13. Greitāns, K. (2023). Analyzing an effective in-service science teacher professional development model Through the lens of professional development principles and mechanisms: developer and teacher educator perspectives. The 15th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA 2023). 28.08.–02.09.2021.

1. SKOLOTĀJU PROFESIONĀLĀ PILNVEIDE PRAKSES PĀRMAIŅU PANĀKŠANAI

21. gadsimta otrajā desmitgadē profesionālā pilnveide ir neiztrūkstoša skolotāja profesionālās ikdienas sastāvdaļa. Skolotāju profesionālo pilnveidi var definēt kā **strukturētu un vadītu skolotāja mācīšanos, kuras mērķis ir skolotāja zināšanu, prasmju un attieksmju maiņa, lai pozitīvi ietekmētu skolēnu sniegumu**. Skolotāju profesionālā pilnveide var notikt individuāli vai sadarbojoties ar citiem skolotājiem.

Pieaugušo, t. sk. skolotāju, mācīšanos skaidro vairākas mācīšanās teorijas: andragoģija, transformatīvā mācīšanās, ekspansīvā mācīšanās u. c. (Merriam, 2001). Pieaugušo mācīšanās teorijas balstās tēzē, ka pieaugušie mācās personisko vajadzību motivēti, tomēr katra no mācīšanās teorijām procesu, kā pieaugušais konstruē izpratni, apgūst prasmes, maina pārlicības, apraksta atšķirīgi. Transformatīvā mācīšanās balstās atziņā, ka mācīšanās nav zināšanu nodošana, bet gan personīgās atskaites sistēmas transformācija. Persona mācoties konstruē, izvērtē un pārskata savus ieradumus un viedokļus. Transformatīvā mācīšanās ietver kognitīvo konfliktu starp esošajiem un jaunajiem ieradumiem un veicina jaunu atskaites sistēmu veidošanos. Šādas mācīšanās rezultātā cilvēks izprot sevi, rada jaunas zināšanas un transformē savu rīcību un uzvedību (Mezirow, 1991).

No profesionālās pilnveides organizatora skatpunkta kritiski svarīgi atziņas par pieaugušo mācīšanos un skolotāju profesionālās pilnveides aktivitāšu jēgu un mijiedarbību translēt konkrētos un pierādījumos balstītos kritērijos, kuri aprakstītu efektīvas skolotāju profesionālās pilnveides norises pazīmes (Darling-Hammond et al., 2017). Pēdējo 20 gadu laikā šādas pazīmes ir tikušas gan pārformulētas, gan arī mainīties to skaits. 2018. gadā formulētais skolotāju profesionālās pilnveides pētnieku konsensuss izceļ septiņas efektīvas skolotāju profesionālās pilnveides pazīmes: fokusu uz aktuālo mācību saturu, aktīvu mācīšanos, sadarbību, ilgtermiņu, labās prakses modelēšanu, atgriezenisko saiti un refleksiju, eksperta atbalstu un mentordarbību (Darling-Hammond et al., 2017). Ne visas profesionālās pilnveides programmas, kuras ir izstrādātas un tiek realizētas, balstoties uz minētajiem kritērijiem, panāk izmaiņas skolotāja praksē. Kritiski svarīga ir skolotāja profesionālās pilnveides iekļaušanās skolas kā mācīšanās organizācijas ikdienas procesos un profesionālajā pilnveidē apgūto inovāciju ieviešana (Postholm, 2018). Pēdējos gados īstenotie pētījumi iezīmē jaunu virzienu skolotāju profesionālās pilnveides pētniecībā – kvantitatīvu cēloņsakarību meklēšanu starp konkrētajām profesionālajā pilnveidē notikušajām darbībām un profesionālās pilnveides rezultātiem. Simsa un kolēģu identificētie profesionālās pilnveides mehānismi apraksta 13 šādas darbības (Sims et al., 2023).

Tāpat pēdējo desmitgažu laikā dabaszinātņu skolotāju profesionālajā pilnveidē novērojama virzība no profesionālās pilnveides kā lekcijas tipa aktivitāšu kopuma uz mācīšanos ilgtermiņā (vairāk nekā viena mācību gada ietvaros) nelielās skolotāju sadarbības grupās, veicot kolektīvu mācību stundu izpēti (Miller & Kastens, 2018). Par minēto virzību liecina arī dabaszinātņu skolotāju profesionālajā pilnveidē nereti novērojami risinājumi, kuros lekcijas tipa formas mijas ar individuālu skolotāja mentorēšanu, kolektīvu mācību stundu izpēti un efektīvas prakses modelēšanu, skolotājam iejūtoties skolēna lomā (Stadler & Jorde, 2012).

2. SKOLĒNU KONCEPTUĀLAS IZPRATNES VEIDOŠANA, APGŪSTOT DABASZINĀTNES

Dabaszinātņu didaktikā pastāv vairāki skatījumi par to, kas ir konceptuāla izpratne, tomēr tos visus vieno kopēja tēze – konceptuāla izpratne par dabaszinātnēm ir novērojama tad, ja indivīds demonstrē zināšanas par dabaszinātņu lielajām idejām, kopsakarībām un pamatprincipiem, izmantojot augsta līmeņa kognitīvās prasmes (piemēram, skaidrojuma konstruēšana, argumentēšana, modelēšana) (Holme et al., 2015).

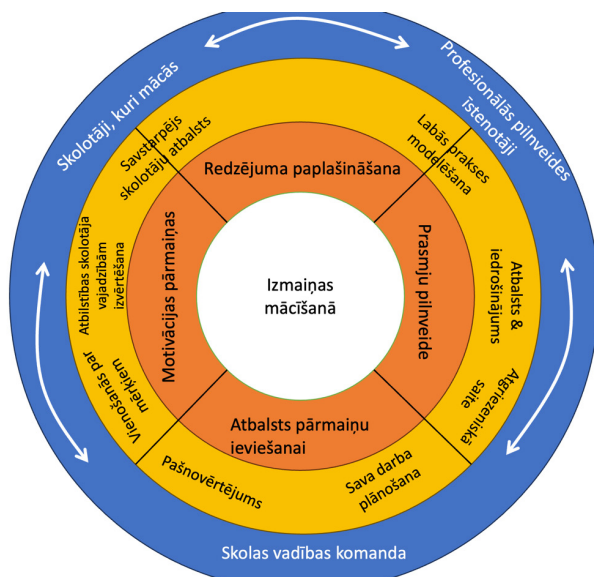
Konceptuālās izpratnes veidošanos apskata no konstruktīvisma perspektīvas. Pēdējo desmitgažu laikā ir piedāvātas vairākas teorijas, kas apraksta šo procesu. Fundamentāli šīs teorijas atšķiras pēc tā, kā notiek indivīda priekšstatu pārmaiņas – vai sākotnējie priekšstati tiek nostādīti konfliktā; vai sākotnējie priekšstati tiek uzskatīti par primitīviem vai daļēji pareiziem un mācoties tiek attīstīti (Singer et al., 2012). Dabaszinātņu skolotāju praksē operacionalizējot konceptuālās izpratnes veidošanās teorijas izveidotas konkrētākas šo teoriju izpausmes – skolotāja stratēģijas konceptuālas izpratnes veidošanai (Konicek-Moran & Keeley, 2015).

Dabaszinātņu stundas, kurās notiek pierādījumos balstītu metožu izmantošana skolēna konceptuālas veidošanai, novērotas salīdzinoši reti (Dudareva et al., 2019). Šādas mācību stundas raksturo skolēna kognitīvās (priekšstatu un priekšzināšanu paušana, zinātniskās valodas apguve un lietošana, eksperimentēšana, modelēšana, atgriezeniskās saites sniegšana un izmantošana) un metakognitīvās darbības, kuras mērķtiecīgi iniciējis skolotājs. (Holman & Yeomans, 2021). Lai veidotu skolēna konceptuālu izpratni, dabaszinātņu skolotājs šīs darbības plāno, iekļauj stundas plānā un atbilstoši īsteno – stundā katram skolēnam tiek sniegta iespēja šādas darbības veikt (Stern et al., 2017).

3. KONCEPTUĀLS PROFESIONĀLĀS PILNVEIDES IETVARS DABASZINĀTŅU SKOLOTĀJU MĀCĪŠANAS PRAKSES PĀRMAIŅU PANĀKŠANAI

Lietojot dizainā balstītā pētījuma un pieņēmumu kartēšanas metodoloģiju priekšrocības – savstarpēji saistītu gan praktiski lietojumu mācīšanās risinājumu, gan teorētisku atziņu radīšanu –, iepriekš aprakstītā, empīriski pierādītā pieņēmumu kartes gala versija tika izmantota, lai atbildētu uz izvirzītajiem pētāmajiem jautājumiem un radītu konceptuālu ietvaru pārmaiņu panākšanai dabaszinātņu skolotāju praksē, dabaszinātņu skolotāju profesionālās pilnveides īstenošanas modeli un konkrētas dabaszinātņu skolotāju profesionālās pilnveides programmas.

Konceptuālais ietvars izveidots, pārbaudot Simsa un kolēģu (2021) izteikto hipotēzi par redzējuma paplašināšanas, prasmju pilnveides, motivācijas pārmaiņām un atbalstu pārmaiņu ieviešanai (2. attēlā oranžais aplis) kā četriem priekšnosacījumiem skolotāju mācīšanas prakses pārmaiņām (pārbaudot sākotnēji formulēto pieņēmumu karti). Simsa un kolēģu hipotēze papildināta ar priekšnosacījumu virzītajiem jeb darbībām, kuras profesionālās pilnveides ietvaros lieto, lai īstenotu priekšnosacījumus (2. attēlā dzeltenais aplis), kā arī papildināta ar profesionālajā pilnveidē iesaistītajiem, atbilstoši to atbildībai par priekšnosacījumu virzītajiem (2. attēlā zilais aplis).

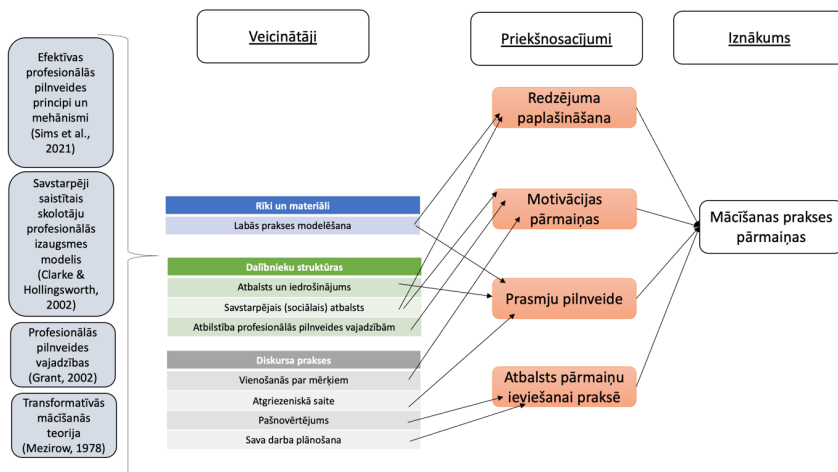


2. attēls. Konceptuāls dabaszinātņu skolotāju profesionālās pilnveides prakses pārmaiņām ietvars

Konceptuālā ietvara izveide visa pētījuma gaitā tika īstenota kā pieņēmumu kartes pārformulēšana, tomēr konceptuālais ietvars no pieņēmumu kartes atšķiras ar profesionālajā pilnveidē iesaistīto (skolotāji, skolas vadības komanda, profesionālās pilnveides īstenotāji) un viņiem vēlamu raksturīgo darbību ņemšanu vērā. Mācīšanas risinājumā iesaistīto ņemšana vērā ir viens no pieņēmumu kartēšanas metodoloģijas trūkumiem. Šis trūkums būtiski ierobežo profesionālās pilnveides īstenošanas modeļa izveidi, sevišķi skolā balstītu profesionālās pilnveides risinājumu gadījumā, jo līdztekus skolotājam, kurš mācās (izglītojamajam), un profesionālās pilnveides īstenošajam (izglītošajam) nozīmīgu lomu mācīšanas prakses priekšnosacījumu veicinātāju īstenošanā pilda arī skolas vadības komandas pārstāvji. Šī būtiskā nianse – skolas vadības komandas pārstāvju loma, kas tika konstatēta pirmajā pētījumu ciklā, – tieši neatspoguļojās pieņēmumu kartē, bet tika ņemta vērā konceptuālā ietvara un profesionālās pilnveides īstenošanas modeļa izveidošanā. Salīdzinot ar gala versiju (2. attēls), pētījuma gaitā konceptuālais ietvars būtiski nemainījās, lielākās izmaiņas bija mācīšanas prakses pārmaiņu priekšnosacījumu veicinātāju formulēšana, kas saskanēja ar iegūtajiem empīriskajiem pierādījumiem trīs pētījumu ciklos un dizaina pieņēmumu pārbaudi un pārformulēšanu pētījuma gaitā.

Galīgā pieņēmumu karte

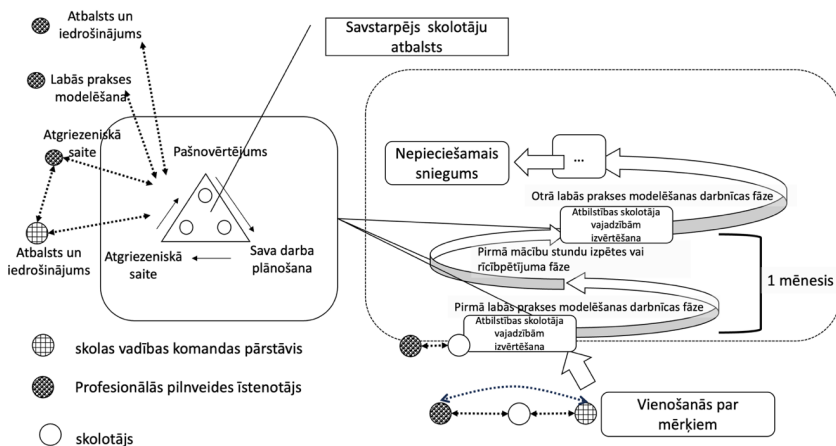
Izveidotais ietvars un pārējie pētījuma radītie risinājumi balstās pieņēmumu kartē, kura veidota pēc Sandovala piedāvātās metodoloģijas. Trīs pētījumu ciklos izveidotā pieņēmumu karte (3. attēls) ietver teorētisko (kādi ir plānotā iznākuma priekšnoteikumi) un dizaina pieņēmumu (kādi ir iznākumam nepieciešamo priekšnoteikumu veicinātāji). Saistības starp pieņēmumu kartes elementiem apstiprina gan kvalitatīvi, gan kvantitatīvi iegūtie dati.



3. attēls. Galīgā promocijas darba ietvaros formulētā pieņēmumu karte

Dabaszinātņu skolotāju profesionālās pilnveides īstenošanas modelis

Iepriekš aprakstītais ietvars operacionalizēts, saistot skolotāju profesionālās pilnveides formas ar konceptuālajā ietvarā aprakstītajiem prakses pārmaiņu priekšnosacījumu veicinātājiem un profesionālajā pilnveidē iesaistītajiem. Skolotāju profesionālās pilnveides īstenošanas modelis (4. attēls) apraksta secību, kādā prakses pārmaiņu priekšnosacījumu veicinātāji ir īstenojami, un profesionālajā pilnveidē iesaistītos, kuru mijiedarbībā tie ir īstenojami.



4. attēls. Dabaszinātņu skolotāju profesionālās pilnveides īstenošanas modelis

Dabaszinātņu skolotāju profesionālās pilnveides īstenošanas modeļa dizains

Tāpat kā konceptuālais ietvars arī profesionālās pilnveides īstenošanas modelis pētījuma gaitā ticis pakāpeniski attīstīts. Līdzīgi kā konceptuālais ietvars arī sākotnējais profesionālās pilnveides īstenošanas modelis neņēma vērā profesionālajā pilnveidē iesaistītos, tāpat pakāpeniski profesionālajā pilnveidē iesaistītie tika saistīti ar tiem atbilstošajiem prakses pārmaiņu veicinātājiem, otrajā un trešajā pētījuma ciklā modelis tik papildināts ar jaunu darbību – profesionālās pilnveides atbilstību skolotāja vajadzībām, tika noteikta tās vieta profesionālās pilnveides īstenošanas modeli un atbildīgie par profesionālās pilnveides atbilstības skolotāja vajadzībām. Dati modeļa nepārtrauktajai attīstīšanai tika iegūti ikmēneša diskusijās, kurās pētnieki un profesionālās pilnveides īstenošanas reflektēja par profesionālajā pilnveidē notikušo, identificētajiem šķēršļiem,

izaicinājumiem un atziņām; tāpat tika ņemti vērā dalībnieku aptauju, kā arī dalībnieku un profesionālās pilnveides īstenošanu fokusgrupu diskusijās iegūtie dati.

Dabaszinātņu skolotāju profesionālās pilnveides īstenošanas modeļa ieviešanas nosacījumi

Izveidotā profesionālās pilnveides īstenošanas modeļa ieviešanas nosacījumi lielā mērā tika formulēti ikmēneša pētnieku un profesionālās pilnveides īstenošanu diskusijās, kurās cikliski pētnieki piedāvāja, balstoties uz profesionālās pilnveides īstenošanu atgriezenisko saiti, pārskatītas profesionālās pilnveides īstenošanas modeļa versijas, kā arī modeļa īstenošanas nosacījumus. Galīgais profesionālās pilnveides īstenošanas modelis un šāda modeļa īstenošanas nosacījumi tika formulēti trešā pētījumu cikla beigās.

Pirmais solis, ieviešot izveidoto profesionālās pilnveides modeli, ir vienošanās starp skolotāju, skolas vadības komandas pārstāvi un profesionālās pilnveides īstenošanu par profesionālās pilnveides mērķiem un to atbilstību skolotāja vajadzībām. Vienošanās par **profesionālās pilnveides mērķi** izriet no skolotāja un vadības komandas pārstāvja vienošanās par skolai aktuālajiem mērķiem. Praktiski šī vienošanās par mērķiem notiek kā dialogs starp skolas vadības komandas pārstāvi un skolotāju, abiem informējot vienu otru par katram svarīgo mērķu sarakstu prioritārā secībā un kopīgi vienojoties par sakrītībām šajos sarakstos. Nākamais solis – profesionālās pilnveides **atbilstība skolotāja vajadzībām izvērtēšana** – notiek mijiedarbībā starp skolotāju un profesionālās pilnveides īstenošanu – profesionālās pilnveides īstenošana, balstoties uz informāciju no skolas vadības komandas pārstāvja un skolotāja par izvirzīto mērķi un skolotāja iepriekšējo profesionālo darbību un kompetenci (profesionālās pilnveides pieredzi, darba stāžu, mācīšanu, prasmēm), piedāvā vienu vai vairākus iespējamus pētāmos jautājumus, ar kuriem skolotājam profesionālās pilnveides ietvaros strādāt. Atkarībā no skolotāja prasmēm, rīcībepētījuma vai mācību stundu izpēti veikšanā arī skolotājs pats var izvirzīt pētāmo jautājumu atbilstoši mērķim. Konkrēta pētāmā jautājuma izvirzīšana un profesionālās pilnveides gaitā regulāra atskatīšanās uz to ļauj nepārtraukti sekot līdzi skolotāja vajadzībām, nepieciešamības gadījumā to mainot – pētāmo jautājumu koriģējot vai sašaurinot tā, lai tas būtu profesionālajā pilnveidē noteiktajā laikā un ar pieejamajiem resursiem atbildams. Praktiski pētāmā jautājuma formulēšana un pārformulēšana notiek pēc principa raksti – runā – saņem **atgriezenisko saiti**² – pieņem lēmumu. Vispirms skolotājam tiek dots laiks noformulēt pētāmo

² Šī darba kontekstā ar jēdzienu atgriezeniskā saite tiek saprasts virzošs komentārs (no profesionālās pilnveides īstenošana vai cita skolotāja, kurš mācās) ar mērķi uzlabot sniegumu; ar jēdzienu refleksija – skolotāja kurš mācās reakcija, t.sk. pašnovērtējums, kas balstās uz saņemto atgriezenisko saiti, kura rezultējas (vai nerezultējas) konkrētās darbībās.

jautājumu un uzrakstīt, kāpēc šāds pētāmais jautājums būtu vērtīgs skolotājam pašam, skolēniem, skolai kopumā (profesionālās pilnveides sākumā), pēc tam izvirzīto jautājumu un tā pamatojumu prezentējot profesionālās pilnveides īstenošanai un pārējiem skolotājiem, kuri mācās. **Atgriezenisko saiti** skolotājam, kurš prezentē (runā) par izvirzīto pētāmo jautājumu, var sniegt dažādi, atkarībā no skolotāja pašnovērtēšanas³ prasmēm. Skolotājiem, kuriem pašnovērtēšanas prasmes ir augstā līmenī, atgriezenisko saiti var sniegt kā jautājumus, balstoties uz kuriem pašnovērtēt pieņemtos lēmumus vai tālāk plānoto darbību. Savukārt skolotājiem, kuru pašnovērtēšanas prasmes nav augstā līmenī, atgriezenisko saiti var sniegt strukturēti (piemēram, kas ir skaidrs?, kas nav skaidrs?, ko un kā korigēt?). Pēc atgriezeniskās saites saņemšanas svarīgi atkal skolotājam ļaut rakstīt, lai, balstoties uz paveiktā pašnovērtējuma pēc saņemtās atgriezeniskās saites, pieņemtu lēmumu, ko ar pētāmo jautājumu iesākt turpmāk: korigēt to vai turpināt ar esošo jautājumu. Līdzīga pieeja īstenojama katrā no labās prakses modelēšanas darbnīcām (darbnīcas sākumā), lai aktualizētu un attīstītu pētāmo jautājumu un tādējādi ar atbilstību skolotāja vajadzībām caurvītu profesionālās pilnveides gaitu. Pētāmā jautājuma uzdošana, korigēšana un tā pašnovērtējums loģiski saistās ar vēl vienu prakses pārmaiņu priekšnosacījumu veicinātāju – **sava darba plānošanu** –, kurš īstenojams labās prakses modelēšanas darbnīcās. Sava darba plānošana ilustrē lēmumu pieņemšanas soli pēc skolotāja, kurš mācās, pašnovērtējuma par saņemto atgriezenisko saiti. Skolotājs plāno savu darbu tajā brīdī, kad gan korigē pētāmo jautājumu, gan saglabā sākotnēji uzdoto pētāmo jautājumu – abos gadījumos atbilžu meklēšana uz jautājumiem saistāma ar loģisku savas darbības izpēti (rīcībpētījuma gadījumā) vai kolektīvu mācību stundu plānošanu (mācību stundu izpētes gadījumā). Pirms skolotāji patstāvīgi īsteno rīcībpētījumu vai mācību stundu izpēti, svarīga arī labās prakses modelēšana. Profesionālās pilnveides īstenošanas modeli **labās prakses modelēšana** izpaužas divās savstarpēji papildinošās pieejās – pirmkārt, labās prakses, kā veikt rīcībpētījumu vai mācību stundu izpēti, modelēšana (profesionālās pilnveides formas modelēšana), otrkārt, labās, mācību stundā ieviešamās prakses modelēšana (mācīšanas “jauninājuma” modelēšana). Katrā labās prakses modelēšanas darbnīcā tiek veikta vai nu viena, vai otra vai abas labās prakses modelēšanas pieejas, tomēr labās prakses modelēšanas darbnīcas nedrīkst iztikt bez iepriekš aprakstītajiem mācīšanas prakses pārmaiņu veicinātājiem – sava darba plānošanas, atgriezeniskās saites, atbilstības skolotāja vajadzībām. Profesionālās pilnveides īstenošanai būtiski grupā, kurā mācās skolotāji, veidot pozitīvu, bet tajā pašā laikā izaicinošu atmosfēru, uzturot **atbalstu un iedrošinājumu**. Praktiski atbalsts un iedrošinājums no profesionālās pilnveides īstenošanas puses

³ Ar jēdzienu pašnovērtējums šīs nodaļas kontekstā tiek saprasts sevis, savu rīcību, darbības, plānu vērtējums. Augsta līmeņa pašnovērtējums ietver ne tikai vērtējumu, bet arī prognozi par plānotās rīcības rezultātiem.

var izpausties kā atvērtība individuālai komunikācijai un sarunām ar skolotājiem, kuri mācās, ārpus formālā profesionālās pilnveides laika, elastība un skolotāja vajadzību ņemšana vērā, atbalsta materiālu piedāvāšana, pozitīvo skolotāju, kuri mācās, sasniegumu uzsvēršana, kā arī konstruktīva atgriezeniskā saite, kura arī piedāvā risinājumus identificētajiem izaicinājumiem. Profesionālās pilnveides īstenošanas modeli labās prakses modelēšanas darbnīcas mijas ar mācību stundu izpēti vai rīcībpētījumu. Mācību stundu izpēte vai rīcībpētījums skolotāja mācīšanās kontekstā paplašina skolotāja mācīšanos, ļaujot tai pārsniegt labās prakses modelēšanas darbnīcas – skolotājam labās prakses modelēšanas darbnīcās pieņemtie lēmumi un iepļānotās darbības ir jāīsteno savā (mācīšanas) praksē, jo nākamajā labās prakses modelēšanas darbnīcā būs jāatgriežas ar mācību stundās iegūtiem datiem, pierādījumiem, artefaktiem. Ja to atļauj pieejamie resursi, starp labās prakses modelēšanas darbnīcām notiekošais rīcībpētījums vai mācību stundu izpēte var notikt ar profesionālās pilnveides īstenošanas vai skolas vadības komandas pārstāvja iesaisti, sniedzot skolotājiem, kuri mācās atbalstu mācību stundu vērošanā, analizē vai datu, pierādījumu, artefaktu ieguvē un sistematizēšanā – šāda iesaiste papildina skolotājam sniegto **atbalstu un iedrošinājumu**. Nākamajās labās prakses modelēšanas darbnīcās pēc veiktā rīcībpētījuma tiek ievērots tāds darbnīcas plāns kā pirmajā labās prakses modelēšanas darbnīcā. Vispirms notiek atskatišanās uz pētāmo jautājumu un skolotāja vajadzībām: rakstu (ko esmu izdarījis, kādas atbildes man ir uz pētāmo jautājumu); runāju (dalos ar citiem skolotājiem, kuri mācās, un profesionālās pilnveides īstenošanu ar padarītu un pierādījumiem, kuri par to liecina); saņemu atgriezenisko saiti (profesionālās pilnveides īstenošanas un citu skolotāju, kuri mācās, komentārus, lai virzītos uz mērķu sasniegšanu), pieņemu lēmumu (pašnovērtēju padarīto un plānoju savas turpmākās darbības). Pēc atskatišanās uz pētāmo jautājumu profesionālās pilnveides īstenošanas, balstoties uz dalībnieku prezentēto un teikto, var izvēlēties, kādu pieeju labās prakses modelēšanai īsteno. Pēc labās prakses modelēšanas dalībnieki tiek virzīti uz nākamo rīcībpētījuma vai mācību stundu izpētes piegājiena plānošanu, atkārtojot to pašu pieeju, ar kuru sākās labās prakses modelēšanas darbnīca – rakstu (plānu, ko darišu), runāju (plānu, ko darišu), saņemu atgriezenisko saiti (par plānu, ko darišu), pieņemu lēmumu (pašnovērtēju plānu pret atgriezenisko saiti un izveidoju galīgo plānu). Vairākkārtēja atgriezeniskās saites sniegšana un dalīšanās ar patstāvīgi mācīšanas praksē paveikto, kā arī ilgtermiņa sadarbība mazā grupā, ar tiem pašiem skolotājiem, kuri mācās, veido savstarpējo (sociālo) atbalstu – motivācijas pārmaiņu un redzējuma paplašināšanas veicinātāju. Pirmajām labās prakses modelēšanas darbnīcām raksturīgs, ka skolotāji starp tām var nebūt veikuši rīcībpētījumu vai mācību stundu izpēti, vai izdarījuši ļoti maz. Šādās situācijās pozitīvas attieksmes uzturēšana un konkrētās situācijas pieņemšana ir vēl viens **atbalsta un iedrošinājuma** veids, kas veicina skolotāju turpināt iesākto profesionālo pilnveidi.

Atbilstoši dabaszinātņu skolotāju profesionālās pilnveides īstenošanas modelim izveidotās dabaszinātņu skolotāju profesionālās pilnveides programmas

Promocijas darba ietvaros izstrādātas divas dabaszinātņu skolotāju profesionālās pilnveides programmas: mācību stundu izpētes programma, kura īstenoja pirmajā pētījuma ciklā (4. pielikums, ietver piecas labās prakses modelēšanas darbnīcas un trīs mācību stundu izpētes fāzes), un rīcībpetījuma programma, kura īstenoja otrajā un trešajā pētījuma ciklā (11. pielikums, ietver septiņas labās prakses modelēšanas darbnīcas un septiņas rīcībpetījuma fāzes). Pirmajā pētījuma ciklā īstenojā profesionālās pilnveides programma tika īstenoja 26 astronomisko stundu apmērā piecu mēnešu garumā; otrajā un trešajā pētījuma ciklā – 27 astronomisko stundu apmērā astoņu mēnešu garumā. Visu profesionālās pilnveides programmu mērķis bija konceptuālas izpratnes veidošana dabaszinātņu stundās un atbilstošu pārmaiņu panākšana praksē.

Izveidoto profesionālās pilnveides risinājumu ietekme uz dabaszinātņu skolotāju prakses pārmaiņām

Izveidoto profesionālās pilnveides risinājumu ietekmi uz skolotāju prakses pārmaiņām apstiprina kvantitatīvie dati, kas iegūti no dalībnieku aptaujas anketām, un kvalitatīvie dati, kuru pamatā ir dalībnieku prakses artefaktu analīze.

2. tabula. Dalībnieku atbildes uz aptaujas jautājumu AJ2.3. “ikdienā bieži izmantoju to, ko apguvu šajā profesionālajā pilnveidē” trīs pētījumu ciklos

Atbilde	Pētījuma cikls (N = 65)	Pētījuma cikls (N = 42)	Pētījuma cikls (N = 49)
Drīzāk jā	40 %	36 %	33 %
Noteikti jā	22 %	38 %	39 %

Otrajā un trešajā pētījumu ciklā tika analizēti dalībnieku prakses artefakti – dalībnieku izveidoti plakāti, kuros dabaszinātņu skolotāji apkopoja profesionālās pilnveides ietvaros izvirzīto individuālo pētāmo jautājumu, iegūtos datus, izveidotos mācīšanas risinājumus un personīgos secinājumus. Analizējot dalībnieku plakātus, lielākajā daļā no tiem tika novērotas izmaiņas mācīšanā vai skolēnu rezultātos (3. tabula).

3. tabula. Dabaszinātņu skolotāju mācīšanas prakses pārmaiņu novērtējums, analizējot dalībnieku plakātus

	Novērojamas izmaiņas mācīšanas praksē (ar zemu īstenošanas īstumu)	Novērojamas izmaiņas mācīšanas praksē (ar augstu īstenošanas īstumu)	Novērojamas izmaiņas gan mācīšanas praksē, gan skolēnu rezultātos
Otrā pētījuma cikla noslēgumā (N = 42)	35 %	15 %	35 %
Trešā pētījuma cikla noslēgumā (N = 49)	9 %	28 %	47 %

SECINĀJUMI

- *Priekšnosacījumi dabaszinātņu skolotāju mācīšanas prakses pārmaiņām ir: 1) redzējuma paplašināšana, 2) motivācijas pārmaiņas, 3) prasmju pilnveide un 4) praktizēšanās, saņemot atbalstu pārmaiņu ieviešanai mācīšanas praksē.*

Jāuzsver, ka par skolotāja mācīšanas prakses pārmaiņām liecina ne tikai skolotāju aptaujas jautājumu atbildes (aptaujas jautājumi iegūti, izmantojot iepriekš validētus instrumentus), bet arī skolotāju prakses artefakti un fokusgrupu diskusiju atbildes.

Visos trīs pētījuma ciklos gan dalībnieku, gan profesionālās pilnveides īstenotāju fokusgrupu diskusijās tika identificētas tēmas, kas atbilst visu četru priekšnosacījumu ietekmei uz skolotāju prakses pārmaiņām. Piemēram, redzējuma paplašināšanu kā priekšnosacījumu mācīšanas prakses pārmaiņām minēja dalībiece trešā pētījuma cikla fokusgrupas diskusijā B: *“.. šie kursi man deva iespēju skatīties uz bioloģijas mācīšanu no jauna skatpunkta. Es redzēju, kā citi skolotāji strādā, un tas man palīdzēja saprast, kā es varētu uzlabot savas metodes. Es esmu sākusi izmantot jaunas pieejas savās nodarbībās, nepāšaubāmi”*. Šajā pašā fokusgrupas diskusijā dabaszinātņu skolotājs minēja arī motivācijas pārmaiņas kā priekšnosacījumu mācīšanas prasmes pārmaiņām, piemēram: *“Man šī pilnveide palīdzēja saprast, cik svarīgi ir pašam sevi pastāvīgi pilnveidot. Es esmu kļuvis daudz atvērtāks jaunām idejām un pieejām. To redz arī manās stundās”*. Profesionālās pilnveides dalībnieku fokusgrupas diskusijās kā tēma izskanēja arī praktizēšanās, saņemot atbalstu pārmaiņu ieviešanai: *“Šis formāts – un tieši sadarbība ar grupas vadītāju – man palīdzēja izkāpt no rāmja, līdz ar to bija arī izmaiņas”*. Tāpat fokusgrupu diskusijās dalībnieki atzīmēja arī prasmju pilnveidi kā priekšnosacījumu mācīšanas prakses pārmaiņām, piemēram: *“.. aizdomājos – vai tas, ko daru stundā, ir tas, ko es domāju, ka daru. Patik ķidāt sevi, skolotāju prasmju SLA palagos redzu, ka ir daudz kur vēl augt. Grupā bija izaicinājumi, ja domāju, ka jau māku, tad grupā sapratu, ka vēl daudz jāmācās. Caur nevaru izdarīt pašam, saprast, ka nepareizi un sākt no sākuma – tas process veicina izaugsmi”*

- *Profesionālā pilnveide, kura panāk skolotāju mācīšanas prakses pārmaiņas ilgttermiņā kombinē labās prakses modelēšanas darbnīcas ar rīcībpetījumu vai mācību stundu izpēti*

Visu trīs šajā pētījumā īstenoto profesionālās pilnveides risinājumu rezultātā lielākā daļa dabaszinātņu skolotāju, kuri piedalījās šajā profesionālajā pilnveidē, mainīja savu praksi (pēc skolotāju aptaujas datiem, pirmajā pētījuma ciklā 62 %; otrajā pētījuma ciklā 74 %; trešajā pētījuma ciklā 72 %; pēc dalībnieku prakses artefaktu analīzes otrajā pētījuma ciklā 50 %; trešajā pētījuma ciklā 76 %).

Skolotāju fokusgrupas diskusijas izceļ rīcībpētījuma un mācību stundu izpētes nozīmi: *“Saprātu, ka var iemācīties, tikai pašam darot. Teorija ātri aizmirstas, darot saproti labāk.”* (2. pētījumu cikls, dalībnieku fokusgrupas diskusija A) *“Es domāju, ka visi šie kursi bija principā tāds ietvars, kā stundai piešķirt citu vērtību. Es nofokusējos, līdz ar to zināju, ko es gribu. Plānoju, vācu pierādījumus, vērtēju. Caur šādu palielināmo stiklu nebiju uz stundu apskatījusies.”* (3. pētījumu cikls, dalībnieku fokusgrupas diskusija A)

Dabaszinātņu skolotāji uzsver, ka arī labās prakses darbnīcām ir ietekme uz viņu prakses pārmaiņām:

“Noteikti ir atšķirība – mazākā lokā sarunas, kopīga domāšana, problēmrisināšana, ilgāka komunikācija vienam ar otru. Lielos pasākumos,ursos tas nenotiek. Pašam jāiegulda darbs, saņem atbalstu – lielāka pievienotā vērtība visā, par ko runājām – redzējumā, prasmēs, motivācijā, jo pats darbojies.” (3. pētījumu cikls, dalībnieku fokusgrupas diskusija B)

“Pats galvenais bija pieredze, ka skolā var citādi, to ieguvu mazo grupu tikšanās laikā. To iedeva skolotāji no visām Latvijas malām, ieraugu sev jaunas lietas, un, pats galvenais, laikam es visu laiku jutu, ka mainās visi. Tāds bara efekts. Ļoti spēcīgi.” (3. pētījumu cikls, dalībnieku fokusgrupas diskusija A)

Visvairāk pārmaiņu skolotāju mācīšanas praksē konstatētas trešajā pētījuma ciklā, tas skaidrojams ar ilgtermiņa ietekmi uz skolotāju prakses pārmaiņām – vairāk nekā puse no dalībniekiem piedalījās profesionālajā pilnveidē gan otrajā, gan trešajā pētījuma ciklā, tādējādi apgūstot rīcībpētījumam nepieciešamās prasmes, kā arī labāk izprotot, kas sagaidāms no izstrādātā profesionālās pilnveides risinājuma. Šo sakarību ilustrē profesionālās pilnveides īstenošanu fokusgrupu diskusijās izteiktie citāti:

“Liela atšķirība starp tiem, kuri sāk pirmo reizi, un tiem dažiem, kuri ir no iepriekšējā gada. Tiem, kuri jau strādājuši, ir ļoti laba bāze.”

- *Dabaszinātņu skolotāju prakses pārmaiņu šķēršļi ir pārāk liela prakses pārmaiņu adaptēšana, mainot praksi, neatbilstoši vispārpieņemtiem labās prakses kritērijiem un prasmju, kuras nepieciešamas iesaistei profesionālajā pilnveidē, trūkums.*

Pētījuma otrajā un trešajā ciklā identificēti vairāki gadījumi, kad dabaszinātņu skolotāji praksē ievieš jauninājumus, tomēr šo jauninājumu īstenojums neatbilst vispārpieņemtajai labajai praksei. Piemēram, dabaszinātņu skolotājs ievieš stundās argumentēšanu, tomēr netiek nodrošināta pretēju viedokļu sadursme, pretēju argumentu atspēkošana, skolēni mācību stundās tiek aicināti savas atbildes pamatot. Kā viena no tēmām profesionālās pilnveides īstenošanu fokusgrupas diskusijās identificējamas atšķirības skolotāju redzējumā, piemēram:

“Ir skolotāji, kuri tiešām ir strādājuši ar sevi, un redzam arī, ka skolēnu rezultāts mainās, [...] Atkarīgs no izejas punkta – ja skolotājam ir skaidrs redzējums, varam viņu atbalstīt, piedāvāt risinājumus, jautājumus, par kuriem

aizdomāties” (3. pētījumu cikls, profesionālās pilnveides īstenotāju fokusgrupas diskusija)

Otrs aspekts, kurā dabaszinātņu skolotāju sagatavotība atšķiras ir prasmes savas profesionālās darbības izpētē:

“Ir jābūt kaut kādai sākotnējai teorētiskajai un praktiskajai sagatavotībai, lai pats patstāvīgi pētītu savu praksi. Tas, ka motivāciju dabū un kaut kā jauna darišanu stundā šādi – izvēloties pētāmu tēmu – nenoliedzami; bet ja tev nav praktiskā sagatavotība, nu kaut vai lai vāktu pierādījumus, nu tad tur sanāk auzas, un kaut kas klasē ir bijis, bet kā tas ir bijis, vai tas tāpat ir palicis, kā tas bija, tas nu nav skaidrs.” (2. pētījumu cikls, profesionālās pilnveides īstenotāju fokusgrupas diskusija)

Profesionālajā pilnveidē 2. un 3. pētījuma cikla ietvaros skolotājiem bija jāformulē pētāmais jautājums, jāplāno pētījums, jāiegūst dati un tie jāinterpretē – prasmes, kuras lielākā daļa dabaszinātņu skolotāju māca sava mācību priekšmeta ietvaros skolēniem, tomēr, kā rāda šī pētījuma rezultāti, skolotāju individuālās prasmes atšķiras un bieži atpaliek no vēlamā.

AIZSTĀVĒŠANAI IZVIRZĪTĀS TĒZES

1. **Priekšnosacījumi, lai dabaszinātņu skolotāju mācīšanas praksē profesionālās pilnveides ietvaros notiktu pārmaiņas, ir: 1) redzējuma⁴ paplašināšana, 2) motivācijas pārmaiņas, 3) prasmju pilnveide, 4) praktizēšanās, saņemot atbalstu pārmaiņu ieviešanai; lai notiktu prakses pārmaiņas skolotājs profesionālās pilnveides ietvaros mācās mijiedarbībā ar profesionālās pilnveides īstenotāju un citiem skolotājiem.**

Pirmā tēze ilustrē šajā pētījumā empīriski apstiprinātos skolotāja mācīšanas prakses pārmaiņu cēloņus (pieņemumu kartes teorētisko pieņemumu). Tēze saskan ar Simsa un kolēģu piedāvāto ideju, ka jēgpilnas skolotāja prakses pārmaiņas var notikt tad, ja skolotāju profesionālajā pilnveidē tiek ievēroti četri principi: 1) redzējuma paplašināšana, 2) motivācijas pārmaiņas, 3) skolotāja prasmju pilnveide un 4) tiek sniegta iespēja, praktizēties, saņemot atbalstu skolotāja mācīšanas prakses pārmaiņu ieviešanai. Promocijas darbā veiktā pētījuma ietvaros iegūti gan kvantitatīvi, gan kvalitatīvi pierādījumi šo četru principu saistībai ar skolotāja mācīšanas prakses pārmaiņām (iepriekšējās publikācijās Sims un kolēģi principus uzstādījuši kā hipotēzi, kura līdz šim nebija empīriski pierādīta). Redzējuma paplašināšana, motivācijas pārmaiņas un skolotāja prasmju pilnveide kā mācīšanas prakses pārmaiņu veicinātāji saskan ar vairāku skolotāja prakses pārmaiņu modeļu elementiem (Clarke & Hollingsworth, 2002b; Desimone, 2009b; Fishman et al., 2003; Timperley, 2007); visi šie modeļi apraksta tiešas sakarības starp skolotāja “iekšējām” (angl. *internal*) izmaiņām (konkrētajos prakses pārmaiņu modeļos skaidrotas kā izmaiņas skolotāja kompetencē vai afektīvos mainīgajos (piemēram, motivācijā)). Atbalsts skolotājam mācīšanās prakses pārmaiņu ieviešanai saskan ar vairākiem inovāciju ieviešanas modeļiem (Aarons et al., 2011; Domitrovich et al., 2008; Kraft et al., 2018b; Schaik et al., 2018), kuri visi apraksta jauninājumu ieviešanu kā pakāpenisku procesu, kura viena no fāzēm ir reālā jauninājuma ieviešana praksē, kas atbilstoši modeļu autoru iegūtajiem empīriskajiem pierādījumiem ietver atbalstu jauninājuma reālajam ieviešanai (skolotājam).

2. **Skolotāja redzējuma paplašināšanu veicina labās prakses modelēšana un skolotāju, kuri mācās, savstarpējais atbalsts; skolotāja prasmju pilnveidi veicina labās prakses modelēšana, atbalsts un iedrošinājums no profesionālās pilnveides īstenotāja un atgriezeniskā saite; motivācijas pārmaiņas veicina skolotāju savstarpējais atbalsts, profesionālās pilnveides atbilstība skolotāja profesionālās pilnveides vajadzībām un vienošanās**

⁴ Ar redzējumu šī pētījuma ietvaros tiek saprasts skolotāja zināšanu, uzskatu, pieņemumu, gaidu un nākotnes prognožu kopums par dabaszinātņu mācīšanu (detalizēti šis jēdziens aprakstīts 1.1.3. nodaļā).

par sasniedzamajiem mērķiem; savukārt atbalstu pārmaiņu ieviešanai veicina skolotāja pašnovērtējuma iespējas un sava darba plānošana.

Otrā tēze operacionalizē pirmo – apraksta veicinātājus skolotāju prakses pārmaiņu priekšnosacījumiem (apraksta pieņēmumu kartes dizaina pieņēmumu). Astoni šajā pētījumā identificētie un pierādītie veicinātāji saskan ar Simsa un kolēģu piedāvātajiem efektīvas profesionālās pilnveides mehānismiem (darbībām, kas skolotāju profesionālajā pilnveidē jāisteno, lai panāktu izmaiņas skolotāju mācīšanas praksē). Tomēr, salīdzinot ar Simsa piedāvājumu, šajā pētījumā nav iegūti viennozīmīgi pierādījumi par uzticamas informācijas izmantošanu, mācību priekšmeta metodiku, atbalsta materiāliem, sabalansētas PP noslodzes, iepriekšējo zināšanu aktualizēšanas, vingrināšanās darīt profesionālās pilnveides ietvaros ietekmi uz četriem prakses pārmaiņu priekšnosacījumiem. Vairāki no tēzē uzskaitītajiem veicinātājiem saskan ar aktuālajiem priekšstatiem (Darling-Hammond et al., 2009, 2017; Desimone, 2009b; Garet et al., 2001; Hill, 2009; Hubers et al., 2022; Ingvarson et al., 2005; Loucks-Horsley et al., 2012; Timperley, 2007) par efektīvas skolotāju profesionālās pilnveides pazīmēm. Visi efektīvas skolotāju profesionālās pilnveides pazīmju apkopojumu autori kā vienu no iezīmēm min skolotāju sadarbību vai kolektīvu skolotāju līdzdalību profesionālajā pilnveidē (angl. *collective participation*). Lai gan tieši šī iezīme ir izpelnījies kritiku (Sims & Fletcher-Wood, 2021), jo pragmatisku apstākļu dēļ gandrīz vienmēr skolotāju profesionālajā pilnveidē piedalās skolotāju kolektīvs, kolektīva skolotāju piedalīšanās ir priekšnosacījums savstarpējam skolotāju atbalstam profesionālās pilnveides ietvaros. Tāpat gandrīz visi skolotāju profesionālās pilnveides pazīmju apkopojumu autori izceļ profesionālās pilnveides saskaņotības (angl. *coherence*) nozīmi; skolotāju profesionālajai pilnveidei jābūt saskaņotai ar skolas mērķiem; skolotāja iepriekšējo profesionālās pilnveides pieredzi. Šī pētījuma ietvaros saskaņotību kā profesionālās pilnveides pazīmi iespējams saistīt ar vienošanos par sasniedzamajiem mērķiem. Gandrīz visi autori izceļ arī aktīvas skolotāju mācīšanās nozīmi. Šī pētījuma kontekstā visi identificētie veicinātāji formulēti kā darbības, kuras skolotājam jāveic vai profesionālās pilnveides īstenošajam jāorganizē (jāveicina skolotāju īsteno), līdz ar to nodrošinot aktīvu skolotāja mācīšanos. Dārlinga-Hemonda un Timperlija (Darling-Hammond et al., 2017; Timperley, 2007) kā efektīvas skolotāju profesionālās pilnveides iezīmi izceļ arī ārēju ekspertīzi, ko ietver arī šī pētījuma ietvaros izveidotais profesionālās pilnveides īstenošanas modelis un atgriezeniskā saite kā prakses pārmaiņu priekšnosacījumu veicinātāji.

Gan atbilstība skolotāja vajadzībām, gan droša un atbalstoša vide, gan vienošanās par mērķiem atbilst Raeina un Deci (Deci & Ryan, 2015) piedāvātajai pašnoteikšanās teorijai, atbilstoši kurai indivīda iekšējā motivācija mainās, apmierinot trīs vispārējas psihosociālas vajadzības (angl. *basic psychosocial needs*): piederību, kompetenci un autonomiju. Raiens un Deci kā vienu no avotiem, kas veicina piederību, min drošu vidu, kuru šī pētījuma ietvaros

realizētās skolotāju profesionālās pilnveides kontekstā veicina savstarpējais skolotāju atbalsts. Kā vienu no avotiem, kas veicina autonomiju, Raiens un Deci piedāvā izvēles iespējas, kas atbilst skolotāja profesionālās pilnveides vajadzību ņemšanai vērā – skolotāji paši varēja izvēlēties pētāmo jautājumu un to mainīt. Vēl vienu avotu indivīda autonomijas veicināšanai autori piedāvā skaidrus un racionālus iemeslus, kas atbilst šī pētījuma ietvaros realizētajai vienošanās panākšanai par sasniedzamajiem mērķiem – skolotāji kopā ar profesionālās pilnveides īstenotājiem nonāca pie skaidra mērķa, kas jāsasniedz. Tāpat indivīda vajadzību ņemšana vērā saskan ar andragoģijas (M. S. (Malcolm S. Knowles, 1980) tēzēm (“pieaugušajiem ir motivācija mācīties, ja viņu pieredzes/darba vajadzības un intereses tiek apmierinātas; pieaugušo izglītība ir cieši saistīta ar reālās dzīves vajadzībām, un, piedāvājot mācīties, tiek ņemta vērā dzīves situācija, nevis konkrēts mācību priekšmets” (Nacionālā enciklopēdija, 2023)).

3. Konceptuālo dabaszinātņu skolotāju mācīšanas prakses pārmaiņu ietvaru operacionalizē profesionālās pilnveides īstenošanas modelis, kurš kombinē labās prakses modelēšanas darbnīcas ar rīcībpetījumu vai mācību stundu izpēti. Skolotāja mācīšanas prakses pārmaiņas profesionālajā pilnveidē, kura radīta atbilstoši šādam profesionālās pilnveides īstenošanas modelim, veicina: vienošanās par profesionālās pilnveides mērķiem un skolotāja profesionālās pilnveides vajadzībām atbilstoša tēmu pirms profesionālās pilnveides uzsākšanas; labās prakses modelēšana un atbalsts un iedrošinājums darbnīcu laikā; sava darba plānošana, pašnovērtējums, atgriezeniskā saite un savstarpējais skolotāju atbalsts rīcībpetījuma vai mācību stundu izpētes laikā. Šķēršļi skolotāju mācīšanas prakses pārmaiņām šādā profesionālajā pilnveidē ir ieviesto pārmaiņu neatbilstoša adaptēšana un prasmju, kuras nepieciešamas pilnvērtīgai iesaistei profesionālajā pilnveidē, trūkumus.

Trešajā tēzē formulēti profesionālās pieejas īstenošanas modeļa pamatprincipi empīriski apstiprināto teorētisko cēloņsakarību operacionalizēšanai un ieviešanai dabaszinātņu skolotāju profesionālajā pilnveidē. Pētījuma ietvaros izveidotais profesionālās pilnveides īstenošanas modelis saskan ar pieejamajiem pierādījumiem par efektīvām skolotāju profesionālās pilnveides formām – gan rīcībpetījuma, gan mācību stundu izpētes kā skolotāju profesionālās pilnveides formu izmantošana uzrādījusi statistiski nozīmīgas izmaiņas skolēnu rezultātos (Sims et al., 2021). To, ka mācību stundu izpēti un rīcībpetījumu svarīgi kombinēt ar labās prakses modelēšanas darbnīcām, rāda gan pieredze Latvijā (Namsone & Čakāne, 2019), gan citās pasaules valstīs (Ewen et al., 2023; Hayes et al., 2021; Lee Bae et al., 2016), kurās notiek pāreja uz skolotāju profesionālo pilnveidi, kuras centrā ir mācību stunda, tās plānošana un analīze. Iepriekš labās prakses modelēšanas darbnīcu nozīme pamatota ar iespēju “attiecību veidošanai” starp profesionālās pilnveides īstenošanu. Priekšnosacījumi skolotāja prakses pārmaiņu veicinātājiem, kuri tiek īstenoti pirms mācību stundu izpētes vai

rīcībētājuma – vienošanās par mērķiem un profesionālās pilnveides atbilstību skolotāja vajadzībām, labās prakses modelēšana, atbalsts un iedrošinājums, sava darba plānošana – autorprāt, konceptualizē “attiecību veidošanu” starp skolotāju, kurš mācās, un profesionālās pilnveides īstenotāju. Atbilstoši ieviešanas zinātnes atziņām, par veiksmīgu jauninājuma ieviešanu var spriest, balstoties uz astoņiem jauninājuma ieviešanas kritērijiem; pārmaiņu adaptēšana un ieviešana kompetence ir divi no šiem kritērijiem. Pēdējā laikā publicēti vairāki ziņojumi par tā saucamo “piltuves efektu” (Mcchesney et al., 2019) jeb parādību, ka ne visu, ko profesionālās pilnveides izveidotāji ir ieplānojuši, profesionālās pilnveides īstenotāji realizē pilnā apjomā un atbilstošā formā; tāpat skolotāji pilnā apjomā un būtībā nerealizē visu, ko profesionālās pilnveides īstenotāji piedāvā. Var teikt, ka ceturrtā tēze apstiprina “piltuves efektu” un līdztekus iezīmē perspektīvi tālāk pētāmu problēmu – skolotāja sagatavotību (kompetenci) iesaistīties profesionālajā pilnveidē, kuras centrā ir mācību stundu plānošana un analīze (ši problēma un tās iespējamie risinājumi sīkāk aprakstīti rekomendācijās un turpmākās izpētes iespējās).

TURPMĀKĀS PĒTNIECĪBAS IESPĒJAS

1. Skolotāju profesionālās pilnveides vajadzības un to konceptualizēšanu Latvijas izglītības kontekstā.

Pētījumā identificēts tas, ka skolotāji savā starpā atšķiras gan pēc redzējuma (piemēram, par pedagoģiskajiem jēdzieniem), gan pēc prasmēm veikt savas profesionālās darbības izpēti, iesaistīties profesionālajā pilnveidē, kurā jāplāno un jāanalizē mācību stunda, pašnovērtēt savu darbu, sniegt atgriezenisko saiti citiem skolotājiem. Šādi novērojumi nav unikāli, tomēr skaidra konceptualizācija, skolotāju profilēšana, ņemot vērā gan atšķirības redzējumā, gan skolotāju prasmes, būtu vērtīga perspektīvai skolotāju profesionālās pilnveides personalizēšanai, perspektīvā veidojot skolotāju mācīšanās trajektorijas, kuras ņemtu vērā gan profesionālās pilnveides saturu, gan formu.

2. Skolotāju profesionālās pilnveides īstenotāju darbības padziļinātāka izvērtēšana.

Vairāki pēdējā laikā veiktie pētījumi un arī šis pētījums apstiprina “piltuves efektu” skolotāju profesionālajā pilnveidē – ne visu, kas sākotnēji ielānots, radot profesionālās pilnveides modeli un/vai programmu, profesionālās pilnveides īstenotājs realizē; ne viss, ko skolotājs profesionālajā pilnveidē apgūst, tiek realizēts klasē. Šī efekta konceptualizācija Latvijas izglītības kontekstā būtu svarīga mērķtiecīgai un efektīvai skolotāju profesionālās pilnveides īstenotāju profesionālajai pilnveidei.

3. Skolotāja, kurš mācās, profesionālās pilnveides īstenotāja (vai citas atbalsta personas) un skolas vadības komandas pārstāvju mijiedarbība profesionālās pilnveides laikā.

Šī pētījuma pirmajā ciklā īstenotajā profesionālajā pilnveidē tika iesaistīti arī skolas vadības komandas pārstāvji, tomēr pierādījumus par izteikti veiksmīgu vai neveiksmīgu skolas vadības komandas mijiedarbību ar skolotājiem, kuri mācās, un profesionālās pilnveides īstenotājiem neizdevās iegūt. Tā kā skolas vadības komandas pārstāvjiem viennozīmīgi ir liela nozīme skolotāju profesionālajā pilnveidē, svarīgi būtu skolas vadības komandas pārstāvju mijiedarbības ar skolotāju, kurš mācās profesionālajā pilnveidē; ar apgūstamo profesionālās pilnveides.

IETEIKUMI

- 1. Ieviest mērķorientētu profesionālās pilnveides pieeju skolotāju profesionālās pilnveides efektīvizēšanai, kura ietver skolotāja redzējuma paplašināšanu, motivācijas pārmaiņas, prasmju pilnveidi un praktizēšanos, saņemot kvalitatīvu atbalstu pārmaiņu ieviešanai praksē.**

Šāda pieeja būtiski atšķirtos no Latvijas kontekstam raksturīgās skolotāju profesionālās pilnveides, kuras centrā ir jaunas zināšanas un atsevišķi jauninājumu piemēri, nevis mācību stunda un mērķtiecīgas izmaiņas tajā. Skolotāju profesionālajai pilnveidei jāmodelē labā prakse, jāvienojas par sasniedzamajiem mērķiem un jāplāno skolotāja darbs uz tiem, jāsniedz atgriezeniskā saite, atbalsts un iedrošinājums, jāveido iespējas skolotāja pašnovērtējumam un skolotāju kopienai, kura varētu sniegt savstarpēju sociālo atbalstu. Skolotāju profesionālā pilnveide jāveido elastīga, tās mērķiem un izpildes formām jāspēj reaģēt uz dažādām skolotāju profesionālās pilnveides vajadzībām.

- 2. Profesionālās pilnveides ietekmes un īstenošanas un ieviešanas kvalitāte mērķtiecīgi jāmonitorē, kombinējot datus no dažādiem datu ieguves avotiem.**

Tādējādi skolotāju profesionālā pilnveide tiks efektīvizēta, kā arī tiks īstenotas tādas darbības, kuras sniedz reālu ietekmi uz mācīšanas prakses pārmaiņām.

- 3. Izstrādāt pētniecībā un starptautiskajā labajā praksē balstītu dabaszinātņu priekšmetu un dabaszinību metodiku, t. sk. skolēnu konceptuālas izpratnes attīstīšanai.**

Tādējādi skolotājiem tiktu sniegtas iespējas paplašināt redzējumu par mācīšanu un mācīšanos skolēnu konceptuālas izpratnes attīstīšanai, kā arī sniegtu plašākas iespējas skolotāju profesionālās pilnveides īstenošanai piedāvāt atbilstošu skolotāju profesionālo pilnveidi.

- 4. Izveidot skolotāja un skolas ikdienā praktiski izmantojamus profesionālās pilnveides vajadzību noteikšanas un atbalsta risinājumus.**

Iedziļinoties un panākot visaptverošu vienošanos par izglītības sistēmā iesaistīto redzējumu par profesionālās pilnveides vajadzību jēdzienu, t. sk., perspektīvā veidojot digitalizētu pārvaldības sistēmu skolotāju profesionālajai izaugsmei skolotāju, skolu un to dibinātāju izvirzīto mērķu salāgošanai un īstenošanai, ko var panākt, turpinot aprobēt un mērogot pētījumā radītos labās prakses piemērus un rīkus uz skolu praksi.

- 5. Radīt profesionāla atbalsta sistēmas ietvaru skolotājiem skolā un pašvaldībā.**

Lai mērogotu šajā promocijas darbā izstrādāto ietvaru skolotāju prakses pārmaiņām un saistītu to ar skolas kā mācīšanās organizācijas un izglītības ekosistēmas konceptiem, tādējādi veidojot vienotu un savstarpēji saistītu redzējumu par skolotāju profesionālās pilnveides vietu un sasaisti ar citiem Latvijas izglītības kontekstā nozīmīgiem jēdzieniem.



UNIVERSITY OF LATVIA

FACULTY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
THE INTERDISCIPLINARY CENTRE FOR EDUCATIONAL
INNOVATION

Kārlis Greitāns

PROFESSIONAL DEVELOPMENT OF SCIENCE TEACHERS FOR CHANGES IN PRACTICE

SUMMARY OF THE DOCTORAL THESIS

Doctoral Degree of Science Doctor of Science (Ph.D.)
in Social Sciences (Education Sciences)

Riga 2024

The thesis was developed at the Interdisciplinary Center for Educational Innovation of the University of Latvia in the period from 2019 to 2024.



Latvian Council of Science

The thesis was developed within the National Council of Science project “Individualized and personalized support system for students’ reading, mathematical and scientific literacy development” (VPP-IZM-Izglītība-2023/1-0001).

The thesis consists of an introduction, 3 chapters, conclusions and recommendations, a list of references and 24 appendices.

Form of the thesis: dissertation in the field of social sciences.

Scientific supervisor: *Dr. Paed. Dace Namsone*.

Reviewers:

- 1) **Dita Nīmante** *Dr. paed.*, Professor, University of Latvia;
- 2) **Dzintra Iliško** *Dr. paed.*, Professor, University of Daugavpils;
- 3) **Inese Lūsēna-Ezera** *Dr. paed.*, Professor, RTU Liepāja Academy.

The thesis will be defended at the public session of the Promotional Council of the Educational Sciences, University of Latvia, at 12:00, on October 31, 2024, Imantas 7. Līnija 1, Rīga, room 100.

The thesis and its abstract are available at the Library of the University of Latvia, Rīga, 19 Raiņa Boulevard.

Chair of the Promotional Council of the Educational Sciences, University of Latvia

Professor *Dr. paed. Linda Daniela*

Secretary of the Promotional Council of the Educational Sciences, University of Latvia:

Associate Professor **Gunta Siliņa-Jasjukeviča**

© University of Latvia, 2024

© Karlis Greitans, 2024

ISBN 978-9934-36-278-1

ISBN 978-9934-36-279-8 (PDF)

ABSTRACT

Kārlis Greitāns' doctoral thesis "Professional Development of Science Teachers for Changes in Practice" was developed in the field of educational sciences, specifically in the subfield of adult pedagogy, at the Interdisciplinary Center of Education Innovation of the University of Latvia under the supervision of Dr. paed. Dace Namsone from 2019 to 2023.

The aim of the doctoral thesis is to investigate the professional development of science teachers in order to understand the reasons for changes in teaching within the process of teacher professional development.

The volume of the doctoral thesis is 119 pages up to the bibliography and 212 pages with appendices, 24 appendices, 18 figures, and 23 tables.

In the first part of the study, the changes in the practice of teachers' within teacher professional development are conceptualized, and a literature review on the professional development of science teachers for changes in practice in the context of promoting students' conceptual understanding is conducted. The first part of the study also conceptualizes students' conceptual understanding in science and teaching to promote such understanding.

In the second part of the study, the methodology of design-based research is described, the empirical research results on three cycles of design-based research and the conjecture maps tested within its framework are reflected, and an analysis or discussion of the results is conducted, linking the empirical research results with theoretical findings.

In conclusion of the doctoral thesis, the main conclusions on the professional development of science teachers for changes in practice are summarized, and theses for defense are put forward.

Keywords: professional development of science teachers, changes in practice, design- based research, conjecture map, students' conceptual understanding in science.

CONTENTS

INTRODUCTION	41
Background and rationale	41
Scientific novelty	44
Practical novelty	44
Theses for defence	45
RESEARCH CATEGORIES	46
Research questions	46
Tasks	47
Theoretical and methodological foundations of the study	47
Methods for Theoretical Analysis	48
Empirical data collection methods	48
Methods of empirical data analysis	49
Research base	49
Publications related to the research results	49
Reports on the research results	50
1. TEACHER PROFESSIONAL DEVELOPMENT FOR CHANGES IN TEACHER PRACTICE	52
2. DEVELOPING STUDENTS' CONCEPTUAL UNDERSTANDING IN SCIENCE	54
3. THE CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR PROFESSIONAL DEVELOPMENT THAT PROMOTES CHANGES IN SCIENCE TEACHERS' PRACTICE	55
Final Conjecture map	56
Professional Development Model for Changes in Science Teacher Practice	57
Conditions for the implementation of the science teacher professional development model	58
Professional development programmes developed according to the Science Teacher Professional Development Model	61
The impact of professional development solutions on changes in science teachers' practice	62
CONCLUSIONS	63
THESES FOR DEFENCE	66
FUTURE RESEARCH OPPORTUNITIES	70
RECOMMENDATIONS	71
REFERENCES	72

INTRODUCTION

Background and rationale

Initial teacher education is only partly able to prepare teachers for new, complex challenges and changes, offering the best didactical and methodological solutions for the subject at the time. However, the continuous development of educational sciences and the current empirical evidence of increasingly effective teacher actions in interaction with changes in educational policies make the development of teachers' professional competences (hereafter: teacher professional development) an important part of teachers' professional everyday life: teacher professional development is an integral part of every education system (Kirsten, 2020).

Since the early 2000s, the design, implementation and research on teacher professional development has been dominated by pragmatic ideas – implementing teacher professional development that has a positive impact on student learning outcomes and, consequently, leads to changes in teacher practice (Asterhan & Lefstein, 2023; Borko, 2004)

A large number of resources is invested in teacher professional development each year (Darling-Hammond et al., 2017), and as a result, there is a demand from funders of teacher professional development (most often school founders, national, local governments) that what is invested in teacher professional development is used as effectively as possible (van Veen et al., 2011). In educational context, this means that teacher professional development should make a difference in student results (McChesney & Aldridge, 2019). However, there is no direct causal link between teacher engagement in professional development and changes in student results – several authors compare this causal link to a 'black box' in which the number of elements, events and processes present is unknown (P. Kelly, 2006). Proposals published to date propose changes in teachers' teaching practices as a step prior to changes in student outcomes, hence the term 'effective teacher professional development' among researchers, education policy makers, teacher educators refer to professional development that achieves changes in teachers' teaching practices or student results (McChesney & Aldridge, 2018).

Answers to the questions of how to make a difference in teaching practice and student results through teacher professional development have been the focus of a large body of scholars over the last two decades, most often involving a variety of experimental approaches to teacher professional development. At least eight proposals for linear conceptualisations of change in teacher practice have been published in recent decades (McChesney & Aldridge, 2018), one non-linear,

interconnected model of change in teachers' teaching practice (Clarke & Hollingsworth, 2002).

While models of change in teacher practice provide valuable insights into the causal relationships of change in teacher practice, teacher educators need to operationalise them in one way or another into concrete actions for teacher professional development (van Driel et al., 2012). In recent decades, numerous studies and research reviews have been carried out to make such conceptualisations and summarise the features that characterise effective teacher professional development that achieves change in teaching practice (McChesney & Aldridge, 2018). The popularity of such research is underpinned by a pragmatic education policy approach to teacher professional development: a lot of resources are invested in teacher professional development, so they need to be used efficiently – so that professional development results not only in teacher satisfaction or new knowledge (Jayaram et al., 2012). However, there is a growing body of published research that shows that teacher professional development, organised according to the characteristics of effective teacher professional development, but does not always achieve the intended outcome – at least a change in teachers' teaching practice.

In Latvia, formal professional development of teachers is regulated by the Cabinet of Ministers Regulation No 569, which stipulates that a teacher must participate in professional development of at least 36 hours over a three-year period; participation in professional development is planned by the teacher together with school management; professional development can be implemented by municipalities and state-founded educational institutions, (as well as other institutions) established for this purpose, non-governmental organisations of teachers, with prior approval of the teacher professional development programme by the National Centre for Education (NCE). There are no normative criteria on how teacher professional development programmes should be implemented, nor are there any regulations on what a trainee teacher is required to do during the 36 hours of compulsory training.

Over the past decades, several studies have been carried out in Latvia focusing on the professional development of various subject teachers. Professional development of pre-school teachers, prerequisites and barriers to its effective implementation have been widely discussed (Serova, 2017; Šķestere, 2020). The role of school leadership in teachers' professional development has also been extensively studied (Everte, 2020; Kagane, 2009; Kanajeva-Salnā, 2022; Koka, 2020), as well as the challenges of professional development for teachers of specific subjects (Biology teachers – Vasiļevska, 2013; chemistry teachers – Volkinšteine, 2018; foreign language teachers – Andrejeva, 2010; Mazure, 2017; Rusecka, 2018). In the Latvian context, several forms of teacher professional development and their implementation have also been analysed (massively open online courses – Tihomirova, 2023; learning groups – Gavare, 2022;

supervision – Ērgle, 2015; project-based learning – Dzene, 2010). The design processes of specific teacher professional development programmes are also described (Biezā, 2020), and explores innovative topics such as needs-based teacher professional development (Bajarune, 2022) and effective teacher professional development (Brikšis, 2018). However, to date, there has been no comprehensive research that explains the causal pathways of change in teachers' practices and the actors involved in them, the forms of professional development used and the approaches to formal teacher professional development in Latvia.

The context for the professional development of science teachers in this study is determined by the rapid change in the needs of Latvian and worldwide society, so, logically, changes in the education system are demanded. Also the demands for students' knowledge, skills and attitudes at the end of the educational stages are changing, and so, logically, changes in the classroom teaching should follow. Such changing demands are also vividly illustrated by the continuous changes in educational objectives, standards and curricula (Fadels & Bialik, 2017). In the beginning of the second decade of the 21st century, the professional development of Latvian teachers (including science teachers) can be described as a response to the reforms taking place in the education system (Lielvārds, 2023). The main changes in the Latvian education system are related to competence as a learning outcome, learning by doing and transversal skills. Over the last decade, reforms in curriculum and teaching and learning approaches have been taking place in Latvia and other Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) countries (Nieveen & Plomp, 2018). Changes in the teacher's teaching approach are a prerequisite for changes in pupils' actions that enable them to achieve learning goals that are relevant to the changes in the curriculum (Yun, 2007). Teacher professional development is seen as one of the key ways in which reforms in curriculum and teaching approaches can be implemented (National Centre for Education, 2017).

The preceding paragraphs illustrate that extensive practice change is required of teachers (including science teachers), yet comprehensive research on teacher practice change (against the guidelines of educational reform) requires a huge number of resources, so the context of science teacher professional development within the thesis is limited to science teacher professional development that reaches changes in teaching that promotes student conceptual understanding. This contextual narrowing is driven by the results of international comparative educational research, which characterises the science competence of Latvian 15-year-old pupils as mediocre (Eurydice, 2011); the number of pupils with high and very high competence is much lower than the OECD average (3.8% in Latvia; 6.7% in the OECD), but the dispersion of Latvian pupils' scores is the lowest among OECD countries (Kangro & Kiseļova, 2019). These facts confirm the approach of Latvian science teachers to develop basic skills and knowledge for all students (teaching is mainly at the reproductive level), thus

not guiding all students towards academic success (Institute of Educational Research, 2019). Latvian science teachers also identify a need for methodological support, examples and information on how to guide students' learning towards conceptual understanding (Lielvārds, 2023).

Constructivism as an approach to teaching and learning that promotes student conceptual understanding is slowly making its way into Latvian science classrooms (Dudareva et al., 2019). These observations signal the need to develop professional development solutions for science teachers that promote changes in their teaching practices. The author of this dissertation has participated in the development of primary and secondary school curricula and teaching materials in chemistry, as well as in the planning and implementation of professional development programmes at the Interdisciplinary Centre for Educational Innovation of the University of Latvia within the project "Competences Approach to Curriculum". According to adult learning theories, changes in a teacher's teaching practice are necessarily linked to the teacher's learning needs, but exactly how teacher professional development and its implementation connect the teacher's needs with changes in the teacher's teaching practice is an under-researched and often unpredictable process. The reasons mentioned above leads to the formulation of the **research problem: there is a need to conceptualise the process by which Latvian science teachers, through professional development, arrive at changes in teaching practice that promote conceptual understanding of students in order to create practical teacher professional development solutions.**

Scientific novelty

The scientific novelty of thesis is characterised by the conceptualisation of the process of change in the professional development of science teachers' teaching practice, including the demonstration of the barriers and enablers of change in science teachers' practice, the linking of teachers' professional development needs with changes in teacher motivation.

Practical novelty

The practical novelty of thesis lies in the development, testing and practical applicability of professional development solutions (conceptual framework, professional development model and programmes) to promote change in science teachers' practice, as well as recommendations for teacher educators and policy makers to design and evaluate effective professional development solutions for science teachers.

Theses for defence

1. The preconditions for change to occur in science teachers' teaching practice in professional development are: 1) instilling insights¹, 2) changes in teacher motivation, 3) teacher skill development, 4) support for change; for change to occur in teacher practice, the teacher learns in interaction with the teacher educator and other teachers.
2. Instilling insights is facilitated by modelling of the desired practice and peer- support; teacher skill development is facilitated by modelling of the desired practice, support and encouragement from the teacher educator and feedback; changes in teacher motivation are facilitated by peer-support, relevance of professional development to the teacher's professional development needs and agreement on goals; and support for change is facilitated by teacher self-evaluation and planning of teachers own work.
3. The conceptual framework for change in science teachers' teaching practices is operationalised by a professional development delivery model that combines desired practice modelling workshops with action research or lesson study. The following factors contribute to the changes of a teacher's teaching practice in professional development designed according to this professional development delivery model: agreement on professional development goals and the selection of topics relevant to the teacher's professional development needs before starting professional development; modelling of the desired practice and support and encouragement during workshops; planning, self-evaluation, feedback and peer- support during action research or lesson study. Barriers to change in teachers' teaching practice in such professional development include inadequate adaptation of the changes introduced and a lack of the skills needed to fully engage in professional learning.

¹ Insights, in the context of this study, is understood as a teacher's set of knowledge, beliefs, assumptions, expectations and future projections about science teaching.

RESEARCH CATEGORIES

Research context: professional development of secondary and primary school science teachers in the context of educational reform, developing students' conceptual understanding.

The aim of the study: to develop a conceptual framework for teacher professional development and practical solutions to reach changes in science teachers' teaching practices that would contribute to the development of students' conceptual understanding.

The object of the study: teachers' professional development.

Subject of the study: changes in science teachers' teaching practice in the context of professional development.

Research questions

1. How to design a conceptual framework for professional development that promotes changes in science teachers' teaching practice?

The development of a conceptual framework is necessary to define comprehensive stages of the change process, categories, criteria and principles for the development of professional development solutions that link the process of change in teachers' teaching practice to adult learning theories and teacher learning in professional development, and to conceptualise the research paradigm.

2. How to operationalise the developed framework in order to create practical solutions for science teachers' professional development that achieves change in teachers' teaching practice for the development of students' conceptual understanding?

Operationalisation of the conceptual framework is necessary to translate conceptual and theoretical insights into practical solutions, without losing the conceptual principles of how to promote changes in teachers' teaching practice.

3. How to implement professional development solutions for science teachers that promote changes in teaching practice and develop students' conceptual understanding?

Research of the implementation process of the professional development is needed to reflect on the barriers and enablers of change in teachers' teaching practice and to gain a comprehensive understanding of the impact of the research context on the process of change in teachers' teaching practice.

Tasks

1. To analyse the theoretical literature on the concepts of teacher professional development, including effective teacher professional development, changes in teachers' teaching practices and conceptual understanding of students.
2. To formulate an initial conceptual framework for promotion of changes in the teaching practices of science teachers in the context of professional development.
3. To operationalise the conceptual framework by creating a professional development model for science teachers for changes in teaching practice and professional development programmes for science teachers corresponding to the model.
4. To implement the designed professional development programmes for science teachers and to obtain empirical evidence on changes in science teachers' teaching practices and their causes from the perspectives of science teachers and professional development implementers by analysing the results of surveys, focus group discussions and artefacts of teachers' teaching practices.
5. To summarise the results of the research, to finalise a conceptual framework for achieving change in science teachers' teaching practices through professional development, a professional development delivery model and a professional development programme for science teachers and to develop recommendations for effective professional development for science teachers that achieves change in science teachers' teaching practices.

Theoretical and methodological foundations of the study

Science teacher learning is examined from a constructivist paradigm using transformative learning theory (Mezirow, 1997). The process of change in the teacher's teaching practice is examined through The Interconnected Model of Teacher Professional Growth (Clarke & Hollingsworth, 2002). The development of student conceptual understanding is examined using conceptual change theory (Ozdemir & Clark, 2007). Motivation and its change are examined using the self-determination theory formulated by Raelin and Deci (Deci & Ryan, 2015).

The study is designed from the perspective of teacher educators, based on the *design-based research* methodology, exploring the answers to the research questions through the development of a *conjecture map* (Sandoval, 2013) which is tested, evaluated and refined over three research cycles, to answer the research questions (Figure 1).

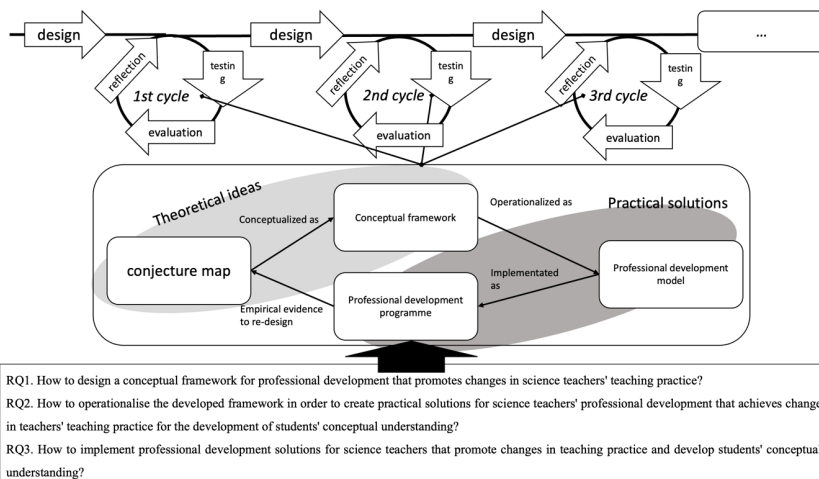


Figure 1. Research design

Methods for Theoretical Analysis

- analysis of scientific literature and sources to identify ideas about the subject and object of research
- analysis of the scientific literature to create a description of the teacher's preferred practice in developing students' conceptual understanding;
- analysis of documents to clarify the formulation of conceptual understanding in competency-based curricula;
- analysis of methodological literature and teaching tools to develop the content of professional development programmes for teachers on conceptualising pupils.

Empirical data collection methods

Table 1. Empirical data collection methods

Data source		Teachers	Teacher educators
Data collection methods	Qualitative	Structured focus group discussions Artefacts of teachers' practice	Structured focus group discussions
	Quantitative	Surveys	[-]

Methods of empirical data analysis

Quantitative: statistical methods of data analysis to determine (1) main trends, standard deviation, variance and frequency distribution; (2) data reliability using Cronbach's alpha test; (3) Pearson correlations between survey items.

Qualitative: hybrid qualitative content analysis (inductive and deductive).

Quantitative data analysis was performed using JASP v0.16 software. Qualitative data analysis was performed using Dedoose v20200818 software.

Research base

In the first research cycle:

65 primary and secondary school science teachers; four teacher educators.

In the second research cycle:

47 primary and secondary school science teachers from various schools; five teacher educators.

In the third research cycle:

56 primary and secondary school science teachers from various schools; five teacher educators.

Publications related to the research results

1. Greitāns, K., Dudareva, I. & Namsone, D. (2020). The Development and Assessment of Blended Learning-based In-service Teacher's Professional Development Model. Proceedings of the 13th Annual International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI 2020) Conference (pp. 4955–4962). IATED publications. DOI: <https://doi.org/10.21125/iceri.2020.1076>
2. Greitāns, K., Eriņa, D. & Namsone, D. (2021). Linking teacher professional development needs with appropriate solutions: insights from an initiative in Latvia. Proceedings of the 15th International Scientific Conference "Society. Integration. Education" (SIE 2021) (Vol IV, pp. 6388). Rezekne Academy of Technologies Press. DOI: <https://doi.org/10.17770/sie2021vol4.6388> Presented online at SIE 2021 conference on 02.06.2021 Presentation
3. Greitans, K., & Namsone, D. (2022). Role of School Leadership Team in the Implementation of School-based Teacher Professional Development Model. INTED2022 Proceedings. <https://doi.org/10.21125/inted.2022.1094>
4. Greitans, K., & Namsone, D. (2021). In-service science teachers' professional development targeted to promote student understanding of core scientific concepts. In. Developing a global perspective. Proceedings of the 4th International Baltic Symposium on Science and Technology

- Education (BalticSTE2021) (pp. 49-58). Scientia Socialis Press. <https://doi.org/10.33225/BalticSTE/2021.49>
5. Greitans, K. (2022). Teacher Needs-based Science Teacher Professional Development Model that Promotes Changes in Teacher Classroom Practice. Ebook of Synopsis of the 2022 European Science Education Research Association (ESERA) summer school, Utrecht, Netherlands, August 29 – September 3, 2022. fulltext
 6. Greitāns, K. & Namsone, D. (2023). How to design data-driven teacher professional development solutions? In Data science for school. Academic Publishing House (pp. 125-142). <https://doi.org/10.22364/dzs.23.07>
 7. Greitāns, K. & Namsone, D. (2023). How to increase the effectiveness of professional development? In Data Science for School. Academic Publishing House (pp. 143-156). <https://doi.org/10.22364/dzs.23.08>
 8. Greitans, K. (2023) Data for innovation at classroom and school level. In Data science for school. Academic Publishing House of the University of Latvia (pp. 157-168). <https://doi.org/10.22364/dzs.23.09>
 9. Bufasi, E., Čakāne, I., Greitans, K., Dudareva, I., & Namsone, D. (2024). Lesson Study as a professional development model for teaching spatial ability in primary STEM. *Education Sciences*, 14(5), 512. <https://doi.org/10.3390/educsci14050512>
 10. Namsone, D., Zandbergs, U., Saleniece, I., Butkēviča, A., Dudareva, I., Burgmanis, Ģ., Greitāns, K. (2024). The Design and Operationalization of Teacher Competence Management Framework: A Method and Practical Tools to Identify and Close Teacher Competence Gaps for Teaching of 21st Century Skills. *International Journal of Education and Practice* (accepted for publication)
 11. Greitāns, K., Namsone, D. (2024). Identification of Science Teacher Profiles Based on Lesson Observation Data. *Science Education International* (accepted for publication)

Reports on the research results

1. Greitans, K. (2021). What are the skills of science and mathematics teachers to develop students' reasoning skills in teaching? 79th International Scientific Conference of the University of Latvia, Section of Science Didactics, Riga, 2 February 2021.
2. Greitans, K. (2021). Science and Math Teachers Performance Assessment About Students Self-direct Learning. The 13th Nordic Research Symposium on Science Education (NFSUN 2021). Presented online at NFSUN 2021 conference on 02.06.2021.
3. Greitans, K. (2021). Linking teacher professional development needs with appropriate solutions: insights from an initiative in Latvia.

- The 15th International Scientific Conference “Society. Integration. Education” (SIE 2021) Presented online at SIE 2021 conference on 28.05.2021.
4. Greitans, K., & Namsone, D. (2021). In-service science teachers’ professional development targeted to promote student understanding of core scientific concepts. The 4th International Baltic Symposium on Science and Technology Education (BalticSTE2021) Presented online at BalticSTE conference on 21.06.2021.
 6. Greitans, K. (2021). Prioritization of STEM Teachers Professional Development Needs for Designing Evidence-based Professional Development Solutions. The 14th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA 2021). 30.08.–03.09.2021.
 7. Greitans, K. (2022). What are the characteristics of effective teacher professional development that promotes students’ conceptual understanding in science? 80th Scientific Conference of the University of Latvia, Section of Didactics of Natural Sciences, Riga, 31 January 2022.
 8. Greitans, K. (2022). Prioritization of STEM Teachers’ Professional Development Needs to Identify Teacher Clusters for the Design of Evidence-based Professional Development Solutions. 80th International Scientific Conference of the University of Latvia Adult Education Section, 17.02.2022.
 9. Greitans, K. (2022). What are the characteristics of effective teacher professional development that promotes students’ conceptual understanding in science? 80th International Scientific Conference of the University of Latvia, Section of Science Didactics, 31.01.2022.
 10. Greitans, K. (2022). Role of School Leadership Team in the Implementation of School-Based Teacher Professional Development. The 16th Annual International Technology, Education and Development (INTED 2022) Conference, Valencia, Spain, March 7–8, 2022.
 11. Greitans, K. (2023). Linking science teacher professional development needs with appropriate interventions to promote student conceptual understanding. Book of Abstracts of the 7th ICASE International Conference, Dubai, UAE, March 27–30, 2023.
 12. Greitans, K. (2023). The design of science teacher professional development intervention through linkage of science teacher learning needs. Book of Abstracts of the 96th NARST Conference, Chicago, April 18–21, 2023.
 13. Greitans, K. (2023). Analyzing an effective in-service science teacher professional development model Through the lens of professional development principles and mechanisms: developer and teacher educator perspectives. The 15th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA 2023). 28.08.–02.09.2021.

1. TEACHER PROFESSIONAL DEVELOPMENT FOR CHANGES IN TEACHER PRACTICE

In the second decade of the 21st century, professional development is an indispensable part of a teacher's professional routine. Teacher professional development can be defined as **structured and guided teacher learning aimed at changing teachers' knowledge, skills and attitudes in order to have a positive impact on pupils' performance**. Teacher professional development can take place individually or in collaboration with other teachers.

Several learning theories explain the learning of adults (including teachers): andragogy, transformative learning, expansive learning, etc. (Merriam, 2001). Adult learning theories are based on the idea that adults learn motivated by personal needs, but each of the learning theories describes the process by which adults construct understanding, acquire skills, change beliefs differently. Transformative learning is based on the thesis that learning is not a transfer of knowledge but a transformation of personal frames of reference. A person constructs, evaluates and revises his/her habits and opinions as he/she learns. Transformative learning involves cognitive conflict between existing and new habits and contributes to the formation of new frames of reference. As a result of such learning, a person understands himself, creates new knowledge and transforms his actions and behaviour (Mezirow, 1991).

From a professional development organiser's perspective, it is critical to translate insights about the meaning and interaction between adult learning and teacher professional development activities into concrete and evidence-based criteria that describe the features of effective teacher professional development (Darling-Hammond et al., 2017). Over the past 20 years, such features have been both reformulated and changed in number. The 2018 teacher professional development researcher consensus identifies seven features of effective teacher professional development: focus on current curriculum, active learning, collaboration, long-term, modelling of good practice, feedback and reflection, expert support and mentoring (Darling-Hammond et al., 2017). Not all professional development programmes designed and implemented on the basis of these features achieve changes in teacher practice. Critical is the embedding of teacher professional development in the everyday processes of the school as a learning organisation and the implementation of innovations learned through professional development (Postholm, 2018). Research in recent years has highlighted a new direction in teacher professional development research: the search for quantitative causal links between specific professional development activities and professional development outcomes. The mechanisms

of professional development identified by Sims and colleagues describe 13 such activities (Sims et al., 2023).

Similarly, over the last decades, there has been a shift in the professional development of science teachers away from professional development as a set of lecture-type activities towards long-term learning (over more than one school year) in small collaborative groups of teachers through collective lesson study (Miller & Kastens, 2018). This trend is also evident in the professional development of science teachers, where lecture-style forms are often interspersed with individual teacher mentoring, collective lesson study and modelling of effective practice, with the teacher taking on the role of the learner (Stadler & Jorde, 2012).

2. DEVELOPING STUDENTS' CONCEPTUAL UNDERSTANDING IN SCIENCE

In science didactics, there are several perspectives on what constitutes conceptual understanding, but they all share a common thesis: conceptual understanding of science is observed when an individual demonstrates knowledge of the core ideas, connections and principles of science using high-level cognitive skills (e.g. constructing explanations, reasoning, modelling) (Holme et al., 2015).

The development of conceptual understanding is examined from a constructivist perspective. Over the last decades, several theories have been proposed to describe this process. Fundamentally, these theories differ in the way in which an individual's conceptions change: whether initial conceptions are brought into conflict; whether initial conceptions are seen as primitive or partially correct and are developed through learning (Singer et al., 2012). The operationalisation of theories of conceptual understanding in science teacher practice has led to more concrete manifestations of these theories – teaching and learning strategies for developing conceptual understanding (Konicek-Moran & Keeley, 2015).

In Latvian classrooms, science lessons using evidence-based methods for the development of student conceptual understanding are observable relatively rarely (Dudareva et al., 2019). Such lessons are characterised by cognitive (expressing ideas and prior knowledge, learning and using scientific language, experimenting, modelling, giving and using feedback) and metacognitive activities purposefully initiated by the teacher. (Holman & Yeomans, 2021). In order to build students' conceptual understanding, the science teacher plans, includes and implements these activities in the lesson plan – each student is given the opportunity to perform these activities in the lesson (Stern et al., 2017).

3. THE CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR PROFESSIONAL DEVELOPMENT THAT PROMOTES CHANGES IN SCIENCE TEACHERS' PRACTICE

Trough the design-based research and conjecture mapping – interlinking both practical applications of learning solutions and theoretical insights – the final version of the empirically proven conjecture map was used to answer the research questions and to create a conceptual framework for professional development that promotes changes in science teachers' teaching practice, a model that operationalizes this framework and specific professional development programmes for science teachers.

The conceptual framework was developed by testing the hypothesis proposed by Sims and colleagues (2021) of instilling insights, skill development, motivational change and support for implementation (orange circle in Figure 2) as four pre-conditions for change in teachers' teaching practice (testing the initial hypothesis map). Sims and colleagues' hypothesis was extended with the enablers or actions used in professional development to implement the enablers (yellow circle in Figure 2),and extended with the actors involved in professional development according to their responsibility as enablers (blue circle in Figure 2).

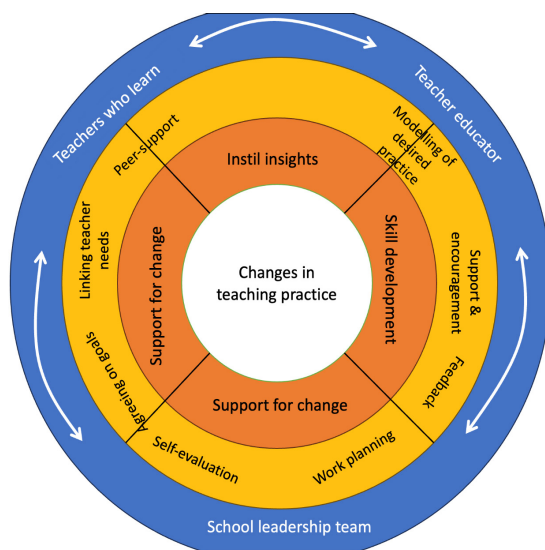


Figure 2. The conceptual framework for professional development that promotes changes in science teachers' practice

The development of the conceptual framework throughout the study was carried out as a reformulation of the assumptions map, but the conceptual framework differs from the assumptions map by considering the characteristics of those involved in professional development (teachers, school management team, implementers of professional development) and their desired actions. The lack of consideration of those involved in the learning solution is one of the shortcomings of the conjecture mapping methodology. This shortcoming significantly limits the design of the professional development delivery model, especially in the case of school-based professional development solutions, since in addition to the teacher learner (learner) and the teacher educator (educator), members of the school leadership team also play an important role in facilitating the implementation of the preconditions for changes in teaching practice. This important nuance – the role of the school management team, which was identified in the first cycle of research – was not directly reflected in the conjecture map, still was taken into account in the conceptual framework and the design of the professional development model. Compared to the final version (Figure 2), the conceptual framework did not change significantly over the course of the study, the major change being the formulation of the enablers of change in teaching practice, which was consistent with the empirical evidence gathered over the three research cycles and the testing and reformulation of the design conjectures over the course of the study.

Final Conjecture map

The framework and the other solutions developed in this study are based on the conjecture map, which has been developed according to the methodology proposed by Sandoval. The conjecture map (Figure 3), developed over the three research cycles, includes a theoretical conjecture (what are the preconditions of the intended outcome) and a design conjecture (what are the facilitators of the preconditions of the outcome). The relationships between the elements of the conjecture map are confirmed by both qualitative and quantitative data.

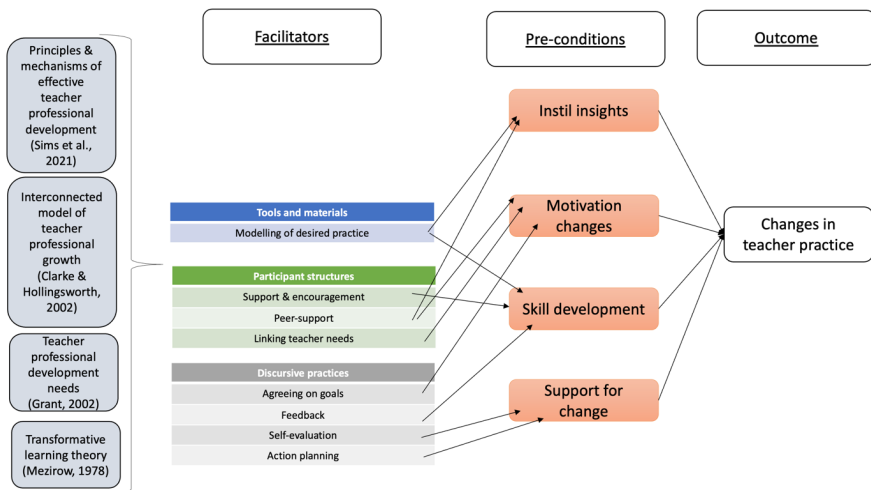


Figure 3. The final conjecture map

Professional Development Model for Changes in Science Teacher Practice

The framework described above is operationalised by linking the forms of teacher professional development to the facilitators of change in practice and those involved in professional development described in the conceptual framework. The model for teacher professional development (Figure 4) describes the sequence in which the facilitators of change in practice are to be implemented and the professional development actors in whose interactions they are achieved.

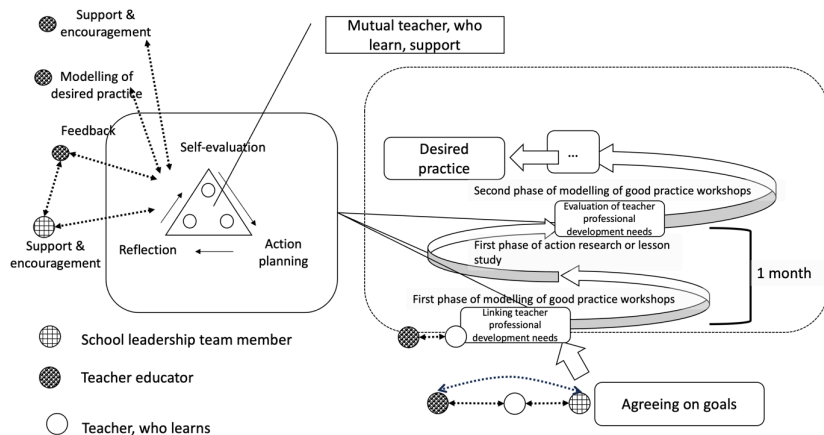


Figure 4. Professional Development Model for Changes in Practice

Similarly as the conceptual framework, the professional development model was gradually developed over the course of the study. Like the conceptual framework, the professional development model did not consider those involved in professional development, and progressively those involved in professional development were linked to their respective change agents. In the second and third research cycles, the model was extended to include a new activity – the linking of professional development to teachers’ needs, its place in the professional development delivery model and those responsible for linking of professional development to teachers’ needs. Data for the ongoing development of the model were collected through monthly discussions in which researchers and professional development implementers reflected on what had happened in professional development, identified barriers, enablers, challenges and lessons learned; data from participant surveys and focus group discussions between participants and professional development implementers were also taken into account.

Conditions for the implementation of the science teacher professional development model

The conditions for the implementation of the professional development model were largely formulated in monthly discussions between researchers and teacher educators, in which researchers proposed revised versions of the professional development model, based on feedback from teacher educators, and the conditions for the implementation of the model, on a cyclical basis. The final

professional development model and the conditions for the implementation of such a model were formulated at the end of the third research cycle.

The first step in implementing a professional development model is for the teacher, a member of the school management team and the teacher educator to agree on the goals of the professional development and its relevance to the teacher's needs. The agreement on the **professional development goals** is derived from the agreement between the teacher and the management team on the objectives of the school. In practice, this agreement on objectives takes the form of a dialogue between the school leadership team and the teacher, with both informing each other of the list of goals that are important to each of them, in order of priority, and agreeing together on the correspondence between these lists. The next step – **linking the professional development to the teacher's needs** – takes place in the interaction between the teacher and the teacher educator: teacher educator, based on information from the school leadership team and the teacher about the goal and the teacher's previous professional activities and competences (professional development experience, competence, teaching, skills), suggests one or more possible research questions for the teacher to work on in the professional development. Depending on the teacher's skills in action research or lesson study, the teacher may also propose a research question according to these purposes. Having a specific research question and reflecting on it regularly during professional development allows the teacher's needs to be continuously monitored and, if necessary, changed – the research question adjusted or narrowed down so that it is answerable within the time and resources available for professional development. In practice, the formulation and reformulation of the research question follows the principle of write – talk – get **feedback**² – decide. The teacher is first given time to formulate the research question and to write why such a research question would be valuable for the teacher, for the students, for the school as a whole (at the beginning of the professional development), then presenting the research question and its rationale to the teacher educator and to the teachers who learn in the professional development programme. **Feedback to the teacher presenting** (speaking) on his/hers research question can be given in different ways, depending on the teacher's self-assessment³ skills. For teachers with a high level of self-assessment skills, feedback can be given in the form of questions on which decisions are made or

² In the context of this research, feedback is understood as a guiding comment (from the professional development provider or another teacher-in-training) with the aim of improving performance; reflection is understood as a response, including self-assessment, by the teacher-in-training based on the feedback received, resulting (or not) in concrete actions.

³ In the context of this research, self-assessment is understood as an evaluation of oneself, one's actions, activities, plans. High-level self-assessment includes not only evaluation but also anticipation of the results of planned actions.

actions are planned. For teachers whose self-assessment skills are not at a high level, feedback can be structured. After receiving feedback, it is important to allow the teacher to write again in order to make a decision on what to do with the research question in the future: to correct it or to continue with the current question, based on the self-assessment of progress after receiving feedback. A similar approach should be taken in each of the desired practice modelling workshops (at the beginning of the workshop), in order to update and develop the research question and thus permeate the professional development with relevance to the teacher's needs. The posing, adjusting and self-assessment of the research question is logically linked to another facilitator of change in practice – **planning own work** – which can be implemented in the good practice modelling workshops. Planning own work illustrates a decision-making step based on the self-assessment of the teacher who learns on the feedback received. The teacher plans his/her work at the moment when he/she both adjusts the research question and keeps the research question as originally asked – in both cases the search for answers to the questions is linked to a logical investigation of his/her own activity (in the case of action research) or collective lesson planning (in the case of lesson study). Modelling good practice is also important before teachers independently implement action research or lesson study. In the professional development delivery model, **modelling good practice** takes two complementary approaches: first, modelling good practice in conducting action research or lesson study (modelling the form of professional development); second, modelling good practice to be implemented in the lesson (modelling the 'innovation' of teaching). Each good practice modelling workshop will take one, the other or both of the good practice modelling approaches, but good practice modelling workshops cannot be done without the facilitators of change in teaching practice described above – planning own work, feedback, relevance to the teacher's needs. It is important for the teacher educator to create a positive but challenging atmosphere in the group of teachers, maintaining **support and encouragement**. In practical terms, support and encouragement from the professional development provider can take the form of openness to individual communication and discussion with the teacher who learns outside formal professional development time, flexibility and consideration of the teacher's needs, offering support materials, highlighting the positive achievements of the teachers, and constructive feedback that also offers solutions to identified challenges. In the professional development model, good practice modelling workshops are interspersed with lesson study or action research. Lesson study or action research in the context of teacher learning extends teacher learning beyond the good practice modelling workshops: the teacher has to implement the decisions and actions planned in the good practice modelling workshops in his/her (teaching) practice, as he/she will have to return to the next good practice modelling workshop with data, evidence, artefacts

from the lessons. If resources allow, the action research or lesson study between the good practice modelling workshops can be carried out with the involvement of teacher educator or a member of the school management team, supporting the trainee teachers in observing, analysing or extracting and organising data, evidence, artefacts – this involvement complements the **support and encouragement** given to the teacher. In the following good practice modelling workshops, following the action research, the same workshop plan as in the first good practice modelling workshop is followed. First, there is a look back at the research question and the teacher's needs: writing (what I have done, what answers I have to the research question); talking (sharing with other teachers in training and the teacher educator what I have done and the evidence that shows this); feedback (comments from the teacher educator and other teachers who learn to move towards the goals); decision (self-evaluation of what I have done and planning my next steps). After reflecting on the research question, the teacher educator can choose which approach to take to modelling good practice based on what the participants have presented and said. After the good practice modelling, participants are guided to plan the next step of the action research or lesson study by repeating the same approach as the good practice modelling workshop – write (plan what I will do), talk (plan what I will do), get feedback (on the plan what I will do), make a decision (self-assess the plan against the feedback and make a final plan). Repeated feedback and sharing of independent teaching practice, as well as long-term collaboration in a small group, with the same teachers as the learners, builds mutual (social) support – a facilitator of motivational change and broadening of vision. A characteristic of the first good practice modelling workshops is that teachers may have done little or no action research or lesson study in between. In such situations, maintaining a positive attitude and accepting the situation is another form of **support and encouragement that** encourages teachers to continue with their professional development.

Professional development programmes developed according to the Science Teacher Professional Development Model

Two professional development programmes for science teachers have been developed as part of the thesis: a lesson study programme implemented in the first cycle of the study (Annex 4, comprising five best practice modelling workshops and three lesson study phases) and an action research programme implemented in the second and third cycles of the study (Annex 11, comprising seven best practice modelling workshops and seven action research phases). The professional development programme implemented in the first study cycle was 26 astronomical hours long over five months; in the second and third study cycles, 27 astronomical hours long over eight months. The aim

of all the professional development programmes was to develop conceptual understanding in science lessons and to bring about appropriate changes in practice.

The impact of professional development solutions on changes in science teachers' practice

The impact of the developed professional development solutions on changes in teachers' practice is supported by quantitative data from the participants' questionnaires and qualitative data based on the analysis of participants' practice artefacts.

Table 2. Participants' responses to survey question AJ2.3 "I often use what I learn in this professional development " in the three research cycles

Answer to	1 st research cycle (N = 65)	2 nd research cycle (N = 42)	3 rd research cycle (N = 49)
Rather yes	40 %	36 %	33 %
Definitely yes	22 %	38 %	39 %

The second and third research cycles analysed the participants' practice artefacts – posters created by the participants in which the science teachers summarised the individual research question, data, teaching solutions and personal conclusions from the professional development. When analysing the participants' posters, most of them showed changes in teaching or student outcomes (Table 3).

Table 3. Assessment of changes in science teachers' teaching practices through analysis of participants' posters

	Observed changes in teaching practices (with low fidelity of implementation)	Observable changes in teaching practice (with high fidelity of implementation)	Changes in both teaching practice and student outcomes
At the end of the second research cycle (N = 42)	35 %	15 %	35 %
At the end of the third research cycle (N = 49)	9 %	28 %	47 %

CONCLUSIONS

- *The preconditions for change in science teachers' teaching practice are: 1) instilling insights, 2) changes in motivation, 3) skill development, and 4) support for change in teaching practice.*

Changes in teachers' teaching practices are not only evidenced by teachers' responses to the survey questions (the survey questions were obtained using previously validated instruments), but also by artefacts of teachers' practice and responses to the focus group discussions.

In all three research cycles, focus group discussions with both participants and professional development implementers identified themes that correspond to the impact of all four preconditions on changes in teachers' practice. For example, instilling insights was mentioned as a precondition for change in teaching practice by Participant B in the focus group discussion of the third research cycle: *"...these courses gave me the opportunity to look at the teaching of biology from a new perspective. I saw how other teachers work and it helped me to understand how I could improve my methods. I have started to use new approaches in my lessons, without a doubt".* In the same focus group discussion, a science teacher also mentioned motivation changes as a precondition for a change in teachers skills, e.g.: *"This development helped me to realise how important it is to continuously improve myself. I have become much more open to new ideas and approaches. This is also evident in my lessons."* *"This format – and it was the collaboration with the group leader – helped me to get out of the box, so there were changes."* Participants in the focus group discussions also noted skills development as a precondition for changes in teaching practice, for example: *"...I wonder if what I am doing in the lesson is what I think I am doing. I like to gut myself, I can see in the SLA sheets of teacher skills that there is a lot of room for growth. There were challenges in the group, if I thought I knew how to do it already, I realised in the group that there was still a lot to learn. Through not being able to do it myself, to realise that you are wrong and start again – that process fosters growth."*

- *Professional development that achieves long-term change in teachers' teaching practice combining good practice modelling workshops with action research or lesson study*

As a result of all three professional development options implemented in this study, the majority of science teachers who participated in this professional development changed their practice (62% in the first study cycle, 74% in the second study cycle, 72% in the third study cycle, 50% in the second study cycle, 76% in the third study cycle, according to the teacher survey; and 76% in the third study cycle, according to the analysis of participants' practice

artefacts in the second study cycle). Teachers' focus group discussions highlight the importance of action research and lesson study: *'I realised that you can only learn by doing. Theory is quickly forgotten, you understand better by doing.'* (Research cycle 2, focus group discussion A) *'I think that all these courses were basically a framework to give a different value to the lesson. I focused, so I knew what I wanted. I was planning, gathering evidence, evaluating. I had never looked at an hour through such a magnifying glass.'* (Research Cycle 3, Participant Focus Group Discussion A)

Science teachers also emphasise the impact of good practice workshops on changing their practice:

'There is definitely a difference – smaller conversations, joint thinking, problem solving, longer communication with each other. This doesn't happen in big events, courses. You have to do the work yourself, you get the support – more added value in everything we talked about – vision, skills, motivation, because you have done the work yourself.' (Research cycle 3, focus group discussion B)

'The most important thing was the experience that you can do things differently at school, which I got during the small group meetings. Teachers from all over the country gave it to me, I saw new things for myself and, most importantly, I felt that everyone was changing all the time. It's like a herd effect. Very powerful.' (Research cycle 3, focus group discussion A)

The third cycle of the study showed the most changes in teachers' teaching practice, due to its long-term impact on changes in teachers' practice: more than half of the participants took part in professional development in both the second and third cycles of the study, thus acquiring the skills needed for action research and a better understanding of what to expect from the professional development solution developed. This relationship is illustrated by quotes from the focus group discussions of the professional development implementers:

'There is a big difference between those who are starting for the first time and the few who are from the previous year. Those who have already worked have a very good base.'

- *Barriers to change in science teachers' practice include over-adaptation, changing practice, not meeting generally accepted best practice criteria and lack of skills needed to engage in professional development.*

The second and third cycles of the study identified a number of cases where science teachers are innovating in their practice, but the implementation of these innovations is not in line with generally accepted good practice. For example, a science teacher introduces argumentation in lessons, but does not ensure that opposing views clash, that opposing arguments are refuted, and that students are asked to justify their answers in lessons. One of the themes identified in the focus group discussions of the professional development implementers was the differences in teachers' perspectives, e.g:

“There are teachers who have really worked on themselves, and we also see that the students’ results change [...] It depends on the starting point – if the teacher has a clear vision, we can support them, offer solutions, questions to think about” (Research cycle 3, focus group discussion of professional development implementers)

Another aspect in which science teachers’ preparation differs is their skills in researching their professional activities:

“You need to have some initial theoretical and practical training to research your own practice independently. The fact that you get motivated and do something new in a lesson like that – by choosing a topic to study – is undeniable; but if you don’t have the practical training, even to collect evidence, well then there’s oats, and something has been in the classroom, but how it has been, whether it has stayed the way it was, that’s not clear.” (Research cycle 2, focus group discussion of professional development implementers)

Professional development in cycles 2 and 3 required teachers to formulate a research question, design a study, collect data and interpret it – skills that most science teachers teach in their subject to their students, but as the results of this study show, teachers’ individual skills vary and often fall short of what is desired.

THESES FOR DEFENCE

- 1. The preconditions for change to occur in science teachers' teaching practice through professional development are: 1) instilling insights⁴, 2) motivation changes, 3) skill development, 4) support for change; for change to occur in practice, the teacher learns in interaction with the teacher educator and other teachers who learn.**

The first thesis illustrates the empirically validated preconditions of change in teachers' teaching practices (the theoretical conjecture of the conjecture map). The thesis is consistent with the idea proposed by Sims and colleagues that changes in teacher practice can occur when teachers' professional development adheres to four principles. The dissertation research provides both quantitative and qualitative evidence of the relationship of these four principles to changes in teachers' teaching practice (in previous publications, Sims and colleagues set the principles as a hypothesis, which had not yet been empirically proven). Instilling insights, motivational change and teacher skill development as agents of change in teaching practice are consistent with elements of several models of change in teacher practice (Clarke & Hollingsworth, 2002a; Desimone, 2009; Fishman et al., 2003; Timperley, 2007). All of these models describe direct relationships between teachers' *'internal'* changes (explained in specific models of practice change as changes in teachers' competence or affective variables (e.g. motivation)). Supporting the teacher to implement changes in learning practices is consistent with several models of innovation (Aarons et al., 2011; Domitrovich et al., 2008; Kraft et al., 2018; Schaik et al., 2018) all of which describe innovation implementation as a step-by-step process, one phase of which is the actual implementation of the innovation in practice, which, according to the empirical evidence gathered by the authors of the models, involves supporting the actual implementer of the innovation (the teacher).

- 2. Instilling teachers insights is facilitated by modelling good practice and peer support of the trainee teachers; improving the teacher's skills is facilitated by modelling good practice, support and encouragement from the teacher educator and feedback; motivation changes are facilitated by peer support, the linkage of professional development to the teacher's professional development needs and agreement on targets to be achieved; and support for change is facilitated by opportunities for teacher self-evaluation and planning of own work.**

⁴ Vision, in the context of this study, is understood as a teacher's set of knowledge, beliefs, assumptions, expectations and future expectations about science teaching (this concept is described in detail in Section 1.1.3).

The second thesis operationalises the first – describing the facilitators for change in teachers’ practice (describing the design conjecture of the conjecture map). The eight facilitators identified in this study are consistent with the mechanisms for effective professional development proposed by Sims and colleagues (the actions to be taken in teacher professional development to bring about change in teachers’ teaching practice). However, compared to Sims’ proposal, this study does not provide unequivocal evidence of the effects of using reliable information, subject methodology, support materials, a reduced cognitive load, building on prior knowledge, practicing doing professional development as facilitators for preconditions of practice change. Several of the facilitators listed in the thesis are in line with current perceptions (Darling-Hammond et al., 2009, 2017; Desimone, 2009; Garet et al., 2001; Hill, 2009; Hubers et al., 2022; Ingvarson et al., 2005; Loucks-Horsley et al., 2012; Timperley, 2007) on the characteristics of effective teacher professional development. All of the summaries of characteristics of effective teacher professional development cite teacher collaboration or collective teacher *participation* in professional development as one of the characteristics. Although this feature has been criticised (Sims & Fletcher-Wood, 2021) because, for pragmatic reasons, it is almost always the collective that participates in teachers’ professional development, collective teacher participation is a prerequisite for teachers to support each other in professional development. Similarly, almost all the authors of the summaries of the characteristics of teacher professional development stress the importance of *coherence*; teachers’ professional development must be aligned with the school’s objectives; and teachers’ prior experience of professional development. In the context of this study, coherence as a characteristic of professional development can be linked to agreement on the objectives to be achieved. Almost all authors also highlight the importance of active teacher learning. In the context of this study, all the identified facilitators are formulated as activities that the teacher should go through or the professional development provider should organise (encourage the teacher to go through), thus ensuring active teacher learning. Darling-Hammond and Timperley (Darling-Hammond et al., 2017; Timperley, 2007) also highlight external expertise as a feature of effective teacher professional development, which is captured by the professional development delivery model and feedback developed in this study as facilitators of change in practice.

Both the relevance to the teacher’s needs, the safe and supportive environment and the agreement on goals are in line with the self-determination theory proposed by Ryan and Deci (Deci & Ryan, 2015), according to which an individual’s intrinsic motivation changes as a result of the satisfaction of three *basic psychosocial needs*: belonging, competence and autonomy. Ryan and Deci cite a secure environment as one of the sources of belonging, which, in the context of the teacher professional development carried out in this study, is

fostered by peer support. As one of the sources that promote autonomy, Ryan and Deci propose the possibility of choice, which is in line with considering the teacher's professional development needs: the teachers themselves could choose the research question and change it. Another source of promoting individual autonomy is offered by the authors as clear and rational reasons, which are consistent with the negotiation of the goals to be achieved in this study: teachers, together with the implementers of professional development, arrived at a clear goal to be achieved. Similarly, taking into account the needs of the individual is consistent with andragogy (Malcolm S. Knowles, 1980) theses ("adults are motivated to learn if their experiential/work needs and interests are met; adult learning is closely related to real-life needs and takes into account the life situation rather than a particular subject when offering learning") (National Encyclopaedia, 2023)).

3. The conceptual framework for professional development that promotes changes in science teachers' teaching practice is operationalised by a professional development model that combines desired practice modelling workshops with action research or lesson study. The change in teachers' teaching practice in professional development designed according to this professional development delivery model is facilitated by: agreement on professional development objectives and a theme appropriate to teachers' professional development needs before the start of professional development; modelling of desired practice and support and encouragement during workshops; planning, self-evaluation, feedback and peer support during action research or lesson study. Barriers to change in teachers' teaching practice in such professional development include inadequate adaptation of the changes introduced and gaps in the skills required for full engagement in professional development.

The third thesis formulates the basic principles for operationalisation and implementation of empirically validated theoretical causal relationships in the professional development of science teachers. The third thesis of this study is consistent with the available evidence on effective forms of teacher professional development: the use of both action research and lesson study as forms of teacher professional development has shown statistically significant changes in student outcomes (Sims et al., 2021). The importance of combining lesson study and action research with good practice modelling workshops is demonstrated by experience in Latvia (Namsonē & Čakāne, 2019) and in other countries around the world (Ewen et al., 2023; Hayes et al., 2021; Lee Bae et al., 2016), which are moving towards teacher professional development centred on lesson planning and analysis. The importance of modelling good practice workshops has previously been justified in terms of the opportunity for 'relationship building' between professional development implementers. The preconditions for facilitating change in teachers' practice, which are implemented prior to

lesson study or action research – agreement on the objectives and relevance of professional development to the needs of the teacher, modelling of good practice, support and encouragement, planning of own work – conceptualise the ‘relationship building’ between the teacher who learns and the teacher educator. According to implementation science ideas, the success of an innovation can be judged on the basis of eight implementation criteria; adaptation to change and the competence of the implementer are two of these criteria. Several reports on the so-called “funnel effect” have been published recently (Mcchesney et al., 2019) or the phenomenon that not everything that professional development designers have planned is implemented by teacher educators to the full extent and in the appropriate form; similarly, teachers do not fully and substantially implement everything that teacher educators offer. The fourth thesis can be said to confirm the ‘funnel effect’ and, at the same time, to highlight a problem for further prospective research – the teacher’s preparedness (competence) to engage in professional development centred on lesson planning and analysis (this problem and its possible solutions are described in more detail in the recommendations and the options for further research).

FUTURE RESEARCH OPPORTUNITIES

1. Teachers' professional development needs and their conceptualisation in the Latvian education context.

The study identifies that teachers differ from one another in terms of their vision (e.g. of pedagogical concepts) and in terms of their ability to research their professional practice, to engage in professional development in which they plan and analyse lessons, to self-evaluate their work, and to provide feedback to other teachers. Such observations are not unique, but a clear conceptualisation, profiling of teachers, taking into account both differences in perspectives and teacher skills, would be valuable for the prospective personalisation of teachers' professional development, prospectively shaping teachers' learning trajectories that take into account both the content and the form of professional development.

2. More in-depth evaluation of the performance of teacher educators.

Several recent studies and this study confirm the "funnel effect" in teacher professional development: not everything that is initially planned when creating a professional development model and/or programme is implemented by the professional development provider; not everything that teachers learn in professional development is implemented in the classroom. Conceptualising this effect in the context of Latvian education would be important for targeted and effective professional development of teacher CPD providers.

3. Interaction between the teacher who learns, teacher educator (or other support person) and the school leadership team during professional development.

The professional development in the first cycle of this study also involved members of the school leadership team, but there was no evidence of a marked success or failure of the school leadership team's interaction with the teacher who learns and the teacher educators. As school leadership team members clearly play an important role in the professional development of teachers, it would be important to examine the interactions of school leadership team members with teachers who learn; with the teacher educator.

RECOMMENDATIONS

- 1. Introduce a targeted professional development approach to improve the effectiveness of teacher professional development, including instilling insights, motivation change, skill development and support for changes in practice.**

Such an approach would be very different from the teacher professional development that is typical in the Latvian context, which focuses on new knowledge and individual examples of innovation, rather than on the lesson and targeted changes to it. Teacher professional development should model good practice, agree and plan for targets, provide feedback, support and encouragement, create opportunities for teacher self-evaluation and a community of teachers who can provide mutual social support. Teacher professional development should be flexible, with objectives and delivery formats that are responsive to teachers' different professional development needs.

- 2. The impact of professional development and the quality of implementation and delivery should be monitored by combining data from various data sources.**

This will make teacher professional development more effective and will lead to actions that have a real impact on changing teaching practice.

- 3. Development of evidence-based science subject and science teaching and learning methodologies, including methodologies for developing students' conceptual understanding.**

This would provide opportunities for teachers to broaden their vision of teaching and learning in order to develop students' conceptual understanding, as well as provide more opportunities for teacher development providers to offer relevant teacher professional development.

- 4. Develop solutions for identifying and supporting the professional development needs of teachers and schools that can be used in practice.**

Deepening and reaching a comprehensive agreement on the vision of those involved in the education system on the notion of professional development needs, including the prospective development of a digitised management system for teachers' professional development to align and realise the goals set by teachers, schools and their founders, which can be achieved by further validating and scaling up the good practices and tools developed in the study to school practice.

- 5. Creating a professional support framework for teachers in schools and municipalities.**

To scale up the framework for change in teachers' practice developed in this thesis and link it to the concepts of school as a learning organisation and an educational ecosystem, thus creating a unified and interconnected vision of the place of teachers' professional development and linking it to other important concepts in the Latvian educational context.

KOPSAVILKUMĀ IZMANTOTĀS LITERATŪRAS SARAKSTS / REFERENCES

1. Aarons, G. A., Hurlburt, M., & Horwitz, S. M. C. (2011). Advancing a conceptual model of evidence-based practice implementation in public service sectors. *Administration and Policy in Mental Health*, 38(1), 4–23. <https://doi.org/10.1007/S10488-010-0327-7>
2. Andrejeva, J. (2010). *Svešvalodu pasniedzēju profesionālā pilnveide*. [Latvijas Universitāte]. <http://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/11913>
3. Asterhan, C. S. C., & Lefstein, A. (2023). The search for evidence-based features of effective teacher professional development: a critical analysis of the literature. *Professional Development in Education*. <https://doi.org/10.1080/19415257.2023.2283437>
4. Bajarune, L. (2022). *Personalizētas pedagogu profesionālās pilnveides modelis skolā* [Latvijas Universitāte]. <http://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/57716>
5. Biezā, K. E. (2020). *Pedagoģiski digitālā kompetence un tās apguves plānojums skolotāju izglītības programmā* [Latvijas Universitāte]. <http://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/50624>
6. Borko, H. (2004). Professional Development and Teacher Learning: Mapping the Terrain. *Educational Researcher*, 33(8), 3–15. <https://doi.org/10.3102/0013189X033008003>
7. Briķis, O. (2018). *PEDAGOGU PROFESIONĀLĀS PILNVEIDES PASĀKUMU EFEKTIVITĀTE* [Latvijas Universitāte]. <http://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/45422>
8. Clarke, D., & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher Education*, 18(8), 947–967. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(02\)00053-7](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(02)00053-7)
9. Darling-Hammond, L., Chung-Wei, R., Andree, A., Richardson, N., & Orphanos, S. (2009). *Professional Learning in the Learning Profession: A Status Report on Teacher Development in the United States and Abroad*.
10. Darling-Hammond, L., Hyer, M. E., & Gardner, M. (2017). *Effective Teacher Professional Development* (Issue June). <https://doi.org/10.54300/122.311>
11. Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2015). Self-Determination Theory. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences: Second Edition*, 486–491. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.26036-4>
12. Desimone, L. M. (2009). Improving Impact Studies of Teachers' Professional Development: Toward Better Conceptualizations and Measures. *Educational Researcher*, 38(3), 181–199. <https://doi.org/10.3102/0013189X08331140>
13. Domitrovich, C. E., Bradshaw, C. P., Poduska, J. M., Hoagwood, K., Buckley, J. A., Olin, S., Romanelli, L. H., Leaf, P. J., Greenberg, M. T., & Ialongo, N. S. (2008). Maximizing the Implementation Quality of Evidence-Based Preventive Interventions in Schools: A Conceptual Framework. *Advances in School Mental Health Promotion*, 1(3), 6. <https://doi.org/10.1080/1754730X.2008.9715730>

14. Dudareva, I., Namsone, D., Butkevica, A., & Cakane, L. (2019). Assessment for Identifying Teacher Competence Gap in the Context for Improving Teaching 21st Century Skills. *ICERI2019 Proceedings, 1*(November), 5555–5563. <https://doi.org/10.21125/iceri.2019.1329>
15. Dzene, K. (2010). *Projekti kā skolotāju profesionālās pilnveides iespēja*. [Latvijas Universitāte]. <http://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/11938>
16. Ērgle, L. (2015). *Supervīzija kā vispārizglītojošās skolas pedagogu profesionālās pilnveides nepieciešamība* [Latvijas Universitāte]. <http://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/29326>
17. Eurydice. (2011). *Science Education in Europe: National Policies, Practices and Research*. <https://doi.org/10.2797/7170>
18. Everte, G. (2020). *Skolas vadības darbība skolotāju profesionālās kompetences pilnveidē Jelgavas 4.vidusskolā* [Latvijas Universitāte]. <http://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/51506>
19. Ewen, M., Ferreira, A., & Helder, M. G. D. (2023). Evaluation of an innovative model for teacher professional development on educational inclusion in the UAE. *Professional Development in Education*. <https://doi.org/10.1080/19415257.2023.2283421>
20. Fishman, B. J., Marx, R. W., Best, S., & Tal, R. T. (2003). Linking teacher and student learning to improve professional development in systemic reform. *Teaching and Teacher Education, 19*(6), 643–658. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(03\)00059-3](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(03)00059-3)
21. Garet, M. S., Porter, A. C., Desimone, L., Birman, B. F., & Yoon, K. S. (2001). What Makes Professional Development Effective? Results From a National Sample of Teachers. *American Educational Research Journal, 38*(4), 915–945. <https://doi.org/10.3102/00028312038004915>
22. Gavare, M. (2022). *Mācīšanās grupas pašvirzītai skolotāju profesionālajai pilnveidei* [Latvijas Universitāte]. <http://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/60359>
23. Hayes, K. N., Inouye, C., Bae, C. L., & Toven-Lindsey, B. (2021). How facilitating K–12 professional development shapes science faculty’s instructional change. *Science Education, 105*(1), 99–126. <https://doi.org/10.1002/SCE.21600>
24. Hill, H. C. (2009). Fixing Teacher Professional Development: *Phi Delta Kappan, 90*(7), 470–476. <https://doi.org/10.1177/003172170909000705>
25. Holman, J., & Yeomans, E. (2021). *Improving Secondary Science*.
26. Holme, T. A., Luxford, C. J., & Brandriet, A. (2015). Defining Conceptual Understanding in General Chemistry. *Journal of Chemical Education, 92*(9), 1477–1483. https://doi.org/10.1021/ACS.JCHEMED.5B00218/ASSET/IMAGES/MEDIUM/ED-2015-00218P_0002.GIF
27. Hubers, M. D., Endedijk, M., & Van Veen, K. (2022). Effective characteristics of professional development programs for science and technology education. *Professional Development in Education, 48*(5), 827–846. <https://doi.org/10.1080/19415257.2020.1752289>
28. Ingvarson, L., Meiers, M., & Beavis, A. (2005). Factors affecting the impact of professional development programs on teachers’ knowledge, practice, student

- outcomes & efficacy. *Education Policy Analysis Archives*, 13(0), 10. <https://doi.org/10.14507/epaa.v13n10.2005>
29. Izglītības pētniecības institūts. (2019). *Starptautiskā mācību vides pētījuma OECD TALIS 2018 rezultāti: skolotāji un skolu direktori – kvalifikācija, nodarbinātība un slodze, darbā ievadīšana un profesionālā pilnveide*.
 30. Jayaram, K., Moffit, A., & Scott, D. (2012). *Breaking the habit of ineffective professional development for teachers*.
 31. Kagane, J. (2009). *Pedagogu profesionālās pilnveides vadīšana pamatskolā*. [Latvijas Universitāte]. <http://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/11842>
 32. Kanajeva-Salnā, I. (2022). *Iestādes organizācijas kultūras un skolotāju motivācijas mīļšakarības profesionālās darbības pilnveidei* [Latvijas Universitāte]. <http://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/60343>
 33. Kangro, A., & Kiseļova, R. (2019). *Latvija OECD Starptautiskajā skolēnu novērtēšanas programmā PISA 2018 – pirmie rezultāti un secinājumi*. https://www.izm.gov.lv/sites/izm/files/media_file/latvija_oece_starptautiskaja_skolenu_novertesanas_programma_2018.pdf
 34. Kirsten, N. (2020). A systematic research review of teachers' professional development as a policy instrument. *Educational Research Review*, 31, 100366. <https://doi.org/10.1016/J.EDUREV.2020.100366>
 35. Knowles, M. S. (1980). *The modern practice of adult education : from pedagogy to andragogy*. 400.
 36. Koka, A. (2020). *Skolas vadības organizēta pedagogu sadarbība kā profesionālā pilnveide* [Latvijas Universitāte]. <http://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/53202>
 37. Konicek-Moran, R., & Keeley, P. (2015). Teaching for Conceptual Understanding in Science. In *Teaching for Conceptual Understanding in Science*. National Science Teachers Association Press. <https://doi.org/10.2505/9781938946103>
 38. Kraft, M. A., Blazar, D., & Hogan, D. (2018). The Effect of Teacher Coaching on Instruction and Achievement: A Meta-Analysis of the Causal Evidence. *Review of Educational Research*, 88(4), 547–588. <https://doi.org/10.3102/0034654318759268>
 39. Lee Bae, C., Hayes, K. N., Seitz, J., O'Connor, D., & DiStefano, R. (2016). A coding tool for examining the substance of teacher professional learning and change with example cases from middle school science lesson study. *Teaching and Teacher Education*, 60, 164–178. <https://doi.org/10.1016/J.TATE.2016.08.016>
 40. Lielvārds. (2023). *Pētījums "Skolotāju balss" 2022*. <https://lielvards.lv/petijums-skolotaju-balss-2022/pdf>
 41. Loucks-Horsley, S., Stiles, K., Mundry, S., Love, N., & Hewson, P. (2012). Designing Professional Development for Teachers of Science and Mathematics. In *Designing Professional Development for Teachers of Science and Mathematics*. Corwin Press. <https://doi.org/10.4135/9781452219103>
 42. Mazure, K. (2017). *Latvijas Angļu valodas skolotāju asociācijas ieguldījums skolotāju profesionālajā pilnveidē Latvijā* [Latvijas Universitāte]. <http://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/35044>
 43. McChesney, K., & Aldridge, J. M. (2018). A new tool for practitioner-led evaluation of teacher professional development. *Teacher Development*, 22(3), 314–338. <https://doi.org/10.1080/13664530.2017.1418418>

44. Mcchesney, K., Aldridge, J. M. (2019). Professional Development in Education What gets in the way ? A new conceptual model for the trajectory from teacher professional development to impact from teacher professional development to impact. *Professional Development in Education*, 00(00), 1–19. <https://doi.org/10.1080/19415257.2019.1667412>
45. Merriam, S. B. (2001). Andragogy and Self-Directed Learning: Pillars of Adult Learning Theory. *New Directions for Adult and Continuing Education*, 2001(89), 3–14. <https://doi.org/10.1002/ACE.3>
46. Mezirow, J. (1991). *Transformative dimensions of adult learning*. Jossey-Bass.
47. Mezirow, J. (1997). Transformative Learning: Theory to Practice. *New Directions for Adult and Continuing Education*, 1997(74), 5–12. <https://doi.org/10.1002/ACE.7401>
48. Miller, A. R., & Kastens, K. A. (2018). Investigating the impacts of targeted professional development around models and modeling on teachers' instructional practice and student learning. *JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING*, 55(5), 641–663. <https://doi.org/10.1002/tea.21434>
49. Nacionālā enciklopēdija. (n.d.). *Pieaugušo izglītība*. Retrieved September 29, 2023, from <https://enciklopedija.lv/skirklis/1209-pieaugu%C5%A1o-izgl%C4%ABt%C4%ABba>
50. Nieveen, N., & Plomp, T. (2018). Curricular and Implementation Challenges in Introducing Twenty-First Century Skills in Education. In E. Care, P. Griffin, & M. Wilson (Eds.), *Assessment and Teaching of 21st Century Skills* (pp. 259–276). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-65368-6_15
51. Ozdemir, G., & Clark, D. (2007). An Overview of Conceptual Change Theories. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(4), 351–363. <https://www.ejmste.com/download/an-overview-of-conceptual-changetheories-4082.pdf>
52. Postholm, M. B. (2018). Teachers' professional development in school: A review study. *Cogent Education*, 5(1), 1–22. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2018.1522781>
53. Rusecka, I. (2018). *Pašvadīta mācīšanās angļu valodas kā svešvalodas skolotāju profesionālās pilnveides sekmēšanai* [Latvijas Universitāte]. <http://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/38517>
54. Sandoval, W. (2013). Conjecture Mapping: An Approach to Systematic Educational Design Research. *Journal of the Learning Sciences*, 23(1), 18–36. <https://doi.org/10.1080/10508406.2013.778204>
55. Schaik, P. van, Volman, M., Admiraal, W., & Schenke, W. (2018). Barriers and conditions for teachers' utilisation of academic knowledge. *International Journal of Educational Research*, 90, 50–63. <https://doi.org/10.1016/J.IJER.2018.05.003>
56. Serova, E. (2017). *Pirmsskolas pedagogu profesionālā pilnveide* [Latvijas Universitāte]. <http://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/37458>
57. Sims, S., & Fletcher-Wood, H. (2021). Identifying the characteristics of effective teacher professional development: a critical review. *School Effectiveness and School Improvement*, 32(1), 47–63. <https://doi.org/10.1080/09243453.2020.1772841>

58. Sims, S., Fletcher-Wood, H., O'Mara-Eves, A., Cottingham, S., Stansfield, C., Goodrich, J., Van Herwegen, J., & Anders, J. (2023). Effective Teacher Professional Development: New Theory and a Meta-Analytic Test. *Review of Educational Research*. https://doi.org/10.3102/00346543231217480/ASSET/IMAGES/LARGE/10.3102_00346543231217480-FIG7.JPEG
59. Singer, S., Nielsen, N., & Schweingruber, H. (2012). Identifying and Improving Students' Conceptual Understanding in Science and Engineering. In *Discipline-Based Education Research: Understanding and Improving Learning in Undergraduate Science and Engineering*. The National Academies Press. <http://www.nap.edu>.
60. Šķestere, L. (2020). *Pirmsskolas skolotāju tālākizglītība* [Latvijas Universitāte]. <http://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/53190>
61. Stadler, M., & Jorde, D. (2012). Improving Science Education Through European Models of Sustainable Teacher Professional Development. In *Science Education Research and Practice in Europe* (pp. 375–393). SensePublishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6091-900-8_15
62. Stern, J., Ferraro, K., & Mohnkern, J. (2017). Tools for Teaching Conceptual Understanding, Secondary: Designing Lessons and Assessments for Deep Learning. In *Tools for Teaching Conceptual Understanding, Secondary: Designing Lessons and Assessments for Deep Learning*. Corwin. <https://doi.org/10.4135/9781506355689>
63. Tihomirova, J. (2023). *Masveida atvērto tiešsaistes kursu izvērtējums skolotāju profesionālajai pilnveidei* [Latvijas Universitāte]. <http://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/65061>
64. Timperley, H. (2007). *Teacher professional learning and development*. www.educationcounts.govt.nz/themes/BES.
65. Valsts izglītības satura centrs. (2017). *Izglītība mūsdienu lietpratībai: mācību satura un pieejas apraksts*.
66. van Driel, J. H., Meirink, J. A., van Veen, K., & Zwart, R. C. (2012). Current trends and missing links in studies on teacher professional development in science education: a review of design features and quality of research. *Studies in Science Education*, 48(2), 129–160. <https://doi.org/10.1080/03057267.2012.738020>
67. van Veen, K., Zwart, R., & Meirink, J. (2011). What Makes Teacher Professional Development Effective? A Literature Review. In *Teacher Learning That Matters* (pp. 154–173). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203805879>
68. Vasiļevska, V. (2013). *Bioloģijas skolotāja profesionālās pilnveides iespējas piedaloties starptautiskos projektos* [Latvijas Universitāte]. <http://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/12159>
69. Volkinšteine, J. (2018). *Skolotāja kompetence organizēt skolēnu pētniecisko darbību ķīmijā* [Daugavpils Universitāte]. <http://du.lv/zinatne-un-petnieciba/promocija/aizstavesana-i-iesniegtie-promocijas-darbi>
70. Yun, C. (2007). Teacher's Primary Role for Education Reform: Equalizing Learning Outcomes. *Asia Pacific Education Review*, 8(2), 159–165.