

# Klassiõpetajate arusaamade kujundamine teaduse olemusest õpetajakoolituse tasemeõppes

Aigi Kikkas<sup>a</sup>, Regina Soobard<sup>b</sup>, Miia Rannikmäe<sup>b1</sup>

<sup>a</sup> Tartu Ülikooli haridusteaduste instituut

<sup>b</sup> Tartu Ülikooli loodusteadusliku hariduse keskus

## Annotatsioon

Tänapäeval on tähtis, et ühiskonnaliikmed mõistavad teaduse ja tehnoloogia olulisust. Siinse uuringu eesmärk oli disainida vastavalt klassiõpetajaks õppivate üliõpilaste senistele arusaamadele teaduse olemusest kõigile kohustuslik kursus, mis toetab arusaamise kujunemisest teaduse olemusest ning valmisolekut käsitleda sellega seotud aspekte üldhariduskoolis. Uuringus osalenud 27 klassiõpetaja eriala üliõpilase arusaamu selgitati välja varasemates uuringutes kasutatud küsimustikuga ning vastuste analüüsile tuginedes sisustati kursust teadusmetodoloogiliselt põhjendatud õppetegevustega. Kursuse lõpus koguti osalenutelt tagasisidet kursuse kohta. Andmeanalüüsis kombineeriti kvantitatiivset ja kvalitatiivset lähenemisviisi. Kursuse alguses tehtud küsimustiku tulemused näitasid, et klassiõpetaja eriala üliõpilastel on raske mõista teaduslike teadmiste olemust, kujutusvõime rolli ja mitmekesiste uurimismeetodite kasutamist teaduses, kuid nad suhtusid toetavalt eelnimetatud aspektide käsitlemisesse üldhariduskoolis. Kursusel osalejad hindasid kõrgelt vaatluse olemuse ja teaduslike uurimismeetodite varieeruvuse mõistmisele suunatud õppetegevusi.

*Võtmesõnad:* teaduse olemus, õpetajakoolitus, klassiõpetajate arusaamad teaduse olemusest

## Sissejuhatus

Elame tehnoloogia- ja infoajastul, mil veebipõhistel allikatel (sh suhtlusvõrgustikel) on teadmiste levikus väga tähtis roll, suurendades mitmekesiste seisukohtade ja uudse ning vahel ka eksitava teabe ringlust (Wilson & Keelan, 2013).

---

<sup>1</sup> Haridusteaduste instituut, Tartu Ülikool, Jakobi 5, 51005 Tartu; [aigi.kikkas@ut.ee](mailto:aigi.kikkas@ut.ee).

Võimalused infot hankida on piiramatud ja probleeme võib tekkida teaduslikult korrektse info eristamisel infomürast või näiliselt teaduslikena esitatud väidete ja argumentide eristamisel mitteteaduslikest. Nii näiteks on vaksineerimisvastaste tegevuse tagajärjel tõusnud mitmete nakkushaiguste esinemissagedus (Zaidi & Flores-Romo, 2020), „imeliste mineraalilahuste“ (MMS ehk *Miracle Mineral Solution*) kasutamine ohustab nii laste kui ka täiskasvanute tervist (Parikh *et al.*, 2021) ning taimne dieet võib põhjustada eriti väikelastel tõsiseid terviseprobleeme (Kiely, 2021).

Teadusega vastuolus olevate väidete leviku tõkestamiseks tuleb õpetada teadusliku mõtlemisviisi aluseid juba lasteaias ja esimeses kooliastmes, mitte oodata sellega põhikooli lõpu või gümnaasiumieani (Habicht, 2019). Teadusliku mõtlemisviisi kujundamiseks on vaja õpilastele selgitada, mis on teadus, kuidas teaduslikud teadmised kujunevad, miks on ühiskonnal vaja teadusuuringuid jne (Engelbrecht & Tammiksaar, 2019). Teadusliku mõtlemisviisi kujundamine on Eesti haridus- ja teaduspoliitika üks eesmärk (Haridus- ja teadusministeerium, 2021) ning õppekavasse selgelt sisse kirjutatud (Põhikooli riiklik õppekava, 2011).

Arusaamisele, et teaduse olemust tuleb käsitleda koolihariduses, jõuti eelmise sajandi keskpaigas (Lederman, 2007). Mõiste „teaduse olemus“ (ingl *Nature of Science*) sisaldab mitmeid aspekte teaduse ajaloost, teaduse sotsioloogiast ja teadusfilosoofiast (Rannikmäe & Rannikmäe, 2014). Nii üldharidus- kui ka kõrgkoolis loodusainete õpetamisel on oluline kujundada arusaam teaduse olemusest ning seda loetakse loodusteadusliku kirjaoskuse arendamise võtmeküsimuseks. Loodusteaduslikku kirjaoskust on defineeritud kui oskust kasutada loodusteaduslikke teadmisi igapäevaelus ja töös ette tulevate probleemide lahendamisel, otsuste tegemisel ja põhjendamisel (Holbrook & Rannikmäe, 2007).

Varasemad rahvusvahelised uuringud on näidanud, et eri haridustasemetel õpetajatel ning õpilastel on raske mõista teaduse olemust. Nii olid näiteks paljud õpetajad lihtsustatud seisukohal, et teaduses kasutatakse ühte universaalset teaduslikku meetodit (Akerson & Hanuscin, 2007; Dogan & Abd-El-Khalick, 2008), ei mõistetud teaduslike teadmiste kujunemist, hüpoteeside, teooriate ja seaduste omavahelist seost (Dogan & Abd-El-Khalick, 2008) ega vaatluste ja järelduste erinevust (Cofre *et al.*, 2019). Õpilaste arusaamad olid enamasti sarnased õpetajate omadega (Dogan & Abd-El-Khalick, 2008) ning uuringute põhjal oli neil kõige keerulisem mõista vaatluste ja järelduste erinevust ning teaduslike teadmiste muutumist ajas (Cofre *et al.*, 2019). Olukorra parandamiseks peaks teaduse olemuse aspekte käsitlema esimesest kooliastmest gümnaasiumi lõpuni (Akerson *et al.*, 2011) ning selleks on vaja alustada õpetajate koolitamisest.

Eestis on uuritud gümnaasiumiõpilaste loodusteadusliku kirjaoskuse kujunemise dünaamikat, mille ühe osana selgitati välja gümnaasiumiõpilaste arusaamad teaduse olemusest (Rannikmäe *et al.*, 2017). Uuring kinnitas, et gümnaasiumiõpingute jooksul teaduse olemusega seotud arusaamade kujundamisele tähelepanu ei pöörata. Mitteloodusteadusliku eriala magistriõppe üliõpilaste (Rannikmäe *et al.*, 2006) ning põhikooli III kooliastme ja gümnaasiumiõpilaste teaduse olemusest arusaamise (Eritš, 2008; Lukner, 2009) uuringud näitasid, et koolis tehtavad katsed samastatakse teadusliku eksperimendiga ning arvatakse, et teadusliku meetodi kõiki etappe peab järgima. Esimese ja teise kooliastme õpetajaks õppijaid (sh klassiõpetajaid) Eestis teadaolevalt uuritud ei ole ja seetõttu on sinne uuring uudne ning vajalik.

### Teaduse olemus loodusteaduslikus hariduses

Teaduse olemust (TO) võib selgitada teaduslike teadmiste ja nende kujunemisega seotud tunnuste kaudu (Lederman, 2007) ja teadmistena teaduse „toimimisest“ (Clough & Olson, 2008). Erdurani ja Dagheri (2014) laiendatud määratluse järgi sisaldab TO mitmesuguseid tavasid, meetodikaid, eesmärke, väärtusi ning sotsiaalseid norme, mida tuleb loodusteaduste õpetamisel arvestada. Hoolimata mõiste ühtse määratluse puudumisest on välja toodud TO aspektid, mis on olulised käsitlemiseks üldhariduskoolis (Abd-El-Khalick, 2012; Khishfe, 2019; Kampourakis, 2016; Lederman *et al.*, 2013; Mesci & Schwartz, 2017). Neist enim mainitud on järgmised:

- a) teaduslikud teadmised on püsivad ja usaldusväärsed, kuid võivad uue info või perspektiivi valguses muutuda;
- b) teaduslikud teadmised põhinevad empiirilistel tõenditel, mis on saadud otsese või kaudse looduskeskkonna vaatluse kaudu;
- c) teaduse arengus mängivad suurt rolli loogika, kujutlusvõime ja loovus;
- d) vaatlus on mõjutatud teadlaste eelteadmistest ja -arvamustest, kogemustest ning sotsiaalsest ja kultuurilisest taustast (subjektiivne element teaduses);
- e) oluline on eristada vaatlusi ja järeldusi, samuti teadusteooriaid ja seadusi ning mõista nende omavahelist seost;
- f) puudub universaalne teaduslik meetod.

Eelnimetatud aspektid on kajastatud ka dokumendis „Next Generation Science Standards“ (NGSS), mis annab raamistiku loodusteaduslike teadmiste, oskuste ja hoiakute kujundamisele alates esimesest kooliastmest kuni gümnaasiumi lõpuni, ning selles on olulisel kohal teaduse olemusest arusaamise kujundamine (National Research Council, 2013). Kuivõrd selles uuringus keskendatakse klassiõpetajaks õppijatele, on nimetatud standardile tuginedes toodud esile TO aspektid, mida peaksid esimese kooliastme õpilased mõistma (tabel 1).

**Tabel 1.** Teaduse olemuse aspektid NGSS-s (National Research Council, 2013)

Teaduse olemuse aspekt	I kooliastme õpitulemused
<b>Teaduslikes uuringutes kasutatakse mitmekesiseid meetodeid.</b>	Teaduslikud uuringud algavad küsimusega. Küsimus suunab meetodi valikut. Teadus kasutab maailma uurimiseks mitmekesiseid meetodeid, tööriistu, tehnikaid.
<b>Teadmised põhinevad empiirilistel tõenditel.</b>	Teadlane otsib mustreid ja korda, kui ta maailma vaatleb. Teaduse avastused põhinevad mustrite äratundmisel. Teadlased kasutavad täpsete mõõtmiste ja vaatluste tegemiseks eri tööriistu ja meetodeid.
<b>Teaduslikud teadmised on avatud ülevaatamiseks.</b>	Teaduslikud teadmised muutuvad uue info leidmisel. Teaduslikud seletused võivad uute tõendite ilmnemisel muutuda.
<b>Teaduslikud mudelid, seadused ja teooriad selgitavad loodusnähtusi.</b>	Teadus kasutab jooniseid, visandeid, mudeleid kui ideede edastamise vahendeid. Teaduslikud teooriad põhinevad suurel hulgal tõenditel ja paljudel testidel. Teadus otsib looduslike sündmuste selgitamiseks põhjustagajärg-seoseid. Teadus selgitab looduslike sündmuste mehhanisme.
<b>Teadus on teadmise viis.</b>	Teadus aitab meil saada teadmisi maailma kohta. Teadus on nii teadmiste kogum kui ka protsess uute teadmiste lisandumiseks. Teadus on teadmiste kogum, mida kasutavad paljud inimesed.
<b>Teaduslikud teadmised eeldavad loodussüsteemides korda ja järjepidevust.</b>	Teadus eeldab, et loodusnähtused esinevad tänapäeval samamoodi nagu minevikus. Teadus eeldab looduslikes süsteemides mustreid. Peamised loodusseadused on universumis ühesugused.
<b>Teadus käsitleb nii looduslikke kui ühiskondlikke protsesse.</b>	Teadlased uurivad maailma. Teaduslikud leiud piirduvad sellega, millele saab empiiriliste tõenditega vastata.

Varasemad uuringud on näidanud, et õpetajate teadlikkus teaduse olemusest, asjakohane õpilaste juhendamine ja toetamine viivad selleni, et juba esimest kooliastmest alates saab kujundada õpilastes arusaamist teaduse olemusest. Nii edenesid USA-s korraldatud uuringus esimese kooliastme õpilaste (8–9aastaste) arusaamad mõõdetuna ja võrrelduna eel- ja järeltestiga järgmistes teaduse olemuse aspektides: loovus ja kujutlusvõime, teaduslike teadmiste muutumine, empiirilisus ning subjektiivsus. Selgus ka, et teaduse sotsiaalne ja kultuuriline kontekst oli õpilastele esimeses kooliastmes kõige raskemini mõistetav (Akerson *et al.*, 2011). Teine uuring on näidanud, et 10–12aastased õpilased suutsid mõista, et teadus areneb ning sellest tulenevalt võivad teaduslikud teadmised ajas muutuda (Lin & Chan, 2018).

Üheks võimalikuks põhjuseks, miks õpilastel üldhariduskoolis asjakohane arusaamine teaduse olemusest ei kujune, on see, et õpetajatel endil puudub arusaamine teaduse olemuse aspektidest (Lin & Chan, 2018). Sellest tulenevalt võivad õpetajad küll mõista teaduse olemusest arusaamise põhisisu ning vajadust selle järele, ent antud teema käsitlemine on neile suureks väljakutseks (Matkins & Bell, 2007). Sellisel teemal tehtud uuringust õpetajakoolituse üliõpilaste hulgas on selgunud, et esimese ja viimase kursuse üliõpilaste arusaamine teaduse olemusest ei erinenud statistiliselt olulisel määral (Karaman, 2018). Seda tulemust on omakorda selgitatud nii, et õpetajakoolituses ei pöörata teaduse olemusest arusaamisele olulist tähelepanu ja puuduvad ka vastavasisulised ainekursused (Anderson & Moeed, 2017). Sellest tulenevalt on oluline, et õpetajakoolituses siiski käsitletaks teaduse olemusega seotud teemasid, toetamaks tulevasi õpetajaid, kes omakorda kujundavad üldhariduskoolis õpilaste loodusteaduslikku kirjaoskust (Anderson & Moeed, 2017).

Eesti üldhariduskoolis õpetab esimeses kooliastmes põhiaineid (eesti keel, matemaatika, loodusõpetus) klassiõpetaja ehk õpetaja, kellel on haridus mitme aine õpetamiseks (Haridussõnastik, 2014). Tartu Ülikooli klassiõpetaja õppekavas puuduvad TO arusaamade kujundamisele suunatud eraldi õppeained, kuid kaudselt toetab seda sotsiaalteadusliku lõputöö koostamine ning uurimusliku õppe ainekursus (Klassiõpetaja, 2022). Kui õpingute vältel rõhutatakse tulevastele klassiõpetajatele ainult pedagoogilisi ning õpetatavate ainete ainealaseid teadmisi ning teaduse olemusest arusaamist eraldi ei käsitleta, võivad õpetajad näha teadust üksikute faktide kogumina ja mitte teaduslike teadmiste hankimise viisina (Öberg *et al.*, 2022).

### Arusaamade kujundamine teaduse olemusest

Kujundamaks arusaamu teaduse olemusest, on varasemates uuringutes kasutatud peamiselt kolme lähenemist: ajalooline (*historic approach*), kaudne (*implicit approach*) ja otsene-reflektiivne (*explicit-reflective approach*) (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002). Ajaloolises lähenemises käsitletakse teaduse arengut illustreerivaid juhtumeid, mis aitavad õppijatel mõista teaduslike teadmiste muutumist ajas ning nende kinnistamist. Õppijaid saab ajalooliste lugude kaudu suunata mõtlema sotsiaalsete ja kultuuriliste tegurite mõjule teaduses (Fouad *et al.*, 2015).

Kaudse lähenemise korral rõhutatakse teaduse „tegemist“ ehk eeldatakse, et autentses teaduslikus tegevuses (uuringutes või teaduslaborite töös) osalemine aitab õppijal mõista teaduslike uuringute olemust ja teaduslike teadmiste kujunemist. Sellise lähenemise kaudu ei pruugi õppijate arusaamine teaduse olemusest paraneda (Bell *et al.*, 2011), ent samas võib suurenedada õppijate usaldus

teaduse ja teaduslike teadmiste vastu ning tervikuna on see siiski toetav lähenemine (Salter & Atkins, 2013).

Otsese-reflektiivse lähenemise (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002) korral kujuneb arusaamine teaduse olemusest õpetaja teadliku tegevuse kaudu – õpilaste tähelepanu juhitakse teaduse olemuse aspektidele konkreetsete ülesannete ja arutelude, uurimistöode tegemise ja ajalooliste näidete toomise kaudu (Bell *et al.*, 2011). Sellise lähenemise puhul julgustatakse õpilasi jagama oma arusaamist tehtavatest tegevustest ja küsimuste tekkimise korral küsima ning seega väärtustakse õppimist kui sotsiaalset protsessi (Bell *et al.*, 2011).

Nimetatud kolmel lähenemisel on eelised ja puudused, kuid kujundamaks õpetajaks õppijate arusaamu teaduse olemusest on varasemate uuringute põhjal osutunud kõige tõhusamaks otsene-reflektiivne lähenemine (Ward & Haigh, 2017). Siiski on ka sellel lähenemisel puudusi, muutes kõige vähem õpetajate arusaamist teaduslike teadmiste muutumisest ajas, teooria ja seaduste seostest, subjektiivsusest ja sotsiaalkultuurilisest mõjust teadusele (Cofre *et al.*, 2019).

Seega oleks kõige tõhusam eelnimetatud kolme lähenemisviisi kombineerida. Järgnevalt on kolme lähenemise peale kokku toodud näited tegevustest, mis toetavad arusaamise kujunemist teaduse olemusest.

- *Arutelud.* Arutelude ja argumenteerimise keskse rolli mõistmine teaduses on oluline ning nende kasutamine õpetajakoolituses toetab arutus- ja argumenteerimiskuste arengut (Öberg *et al.*, 2022)). Varasemate uuringute alusel on õpetajakoolituse üliõpilased hinnanud neid tegevusi arusaamise kujunemisel teaduse olemusest kasulikeks (Mesci & Scwartz, 2017).
- *(Eel)teadmiste aktiveerimine* (mõistekaardid, ajurünnak, testid jne). Eelteadmiste välja selgitamiseks saab kasutada mitmeid meetodeid, mis toetavad loovuse ja kujutlusvõime arengut (nt ajurünnak), koostööoskuste kujunemist ning oskust lahendada probleeme (Al-Samraie & Hurmuzan, 2018).
- *Praktilised ja uurimuslikud tegevused* (uuringu planeerimine ja läbiviimine; probleemi sõnastamine, uurimisküsimuse püstitamine, katse planeerimine jne). Arusaamine mitmekesisest teaduslikest meetoditest kujuneb praktilise tegevuse ja uurimuslike tööde kaudu (McComas, 1998).
- *Teaduslike teadmiste kujunemine ja teadlased kui rollimudel* (tekstid teaduse ajaloost, artiklid teadusavastustest, kohtumine teadlasega jne). Teaduse olemuse arusaamade kujunemiseks on oluline mõista, kuidas on teaduslikud teadmised tekkinud ning ajas muutunud ja milline on seejuures loovuse ning kujutlusvõime osa teaduses (Fouad *et al.*, 2015). Seejuures on hea kasutada vastandlike seisukohtadega artikleid näitamaks õppijatele, et teadlased ei ole alati ühesugusel seisukohal ning teaduslikud teadmised võivad uute tõendite ilmumisel ajas muutuda. Lisaks arendab selline lähenemine õppijates kriitilist mõtlemist ning toetab väärarusaamade kummutamist (García-Carmona & Acevedo-Díaz, 2016).

- *Õppijate refleksioonid.* Õppeprotsessis on oluline reflekteerida oma õpikogemust, jagada kujunenud seisukohti ning arutleda kaaslaste seisukohtade üle, sest see annab võimaluse kujundada teaduse olemusest asjakohane arusaamine. Seejuures on kasulikud nii suuline kui kirjalik refleksioon ning mitmed ülesanded, mis suunavad oma tegevust ja arusaamist mõtestama (Adibelli-Sahin & Deniz, 2017).
- *Väärarusaamade ümberlükkamine.* Arusaamise kujunemiseks teaduse olemusest on oluline teada õppijate väärarusaamu käsitletava teema kohta, sest neid saab kasutada lähtepunktina oma õppetöö planeerimisel (Malleus *et al.*, 2017).

Eelnevast selgub, et teaduse olemusest arusaamise kujundamisel on olulised sisukalt planeeritud õppetegevused, mis soodustavad õppijate omavahelist suhtlemist. Suhtlemine on oluline, kuna nii saavad õppijad näiteks refleksiooni kaudu jagada oma arusaamist teadusest ning seeläbi üksteise seisukohti täiendada. Õpetajale annab see võimaluse õppijate omavahelist suhtlust kõrvalt jälgida ning vajadusel sekkuda, et kujundada adekvaatne arusaamine teaduse olemusest. Seega on selles uuringu seisukohalt õppetegevuste planeerimises olulisel kohal sotsiaalne konstruktivism, mille kohaselt kujunevad ja kinnistuvad teadmised, tuginedes eelteadmistele ja sotsiaalsele suhtlusele (Rannikmäe *et al.*, 2020).

Õpetajakoolitusel on tulevaste klassiõpetajate arusaamade kujundamisel oluline roll. Selles töös tuginetakse sotsiaalse konstruktivismi põhimõtetele ning modifitseeritakse didaktika ainekursus, õpetamaks teaduse olemust klassiõpetajatele. Seda uuringut on vaja, kuna puuduvad varasemad uuringud klassiõpetajate arusaamadest teaduse olemuse kohta, ja samas on tegemist olulise teemaga, kuna klassiõpetajad panevad aluse õpilaste arusaamisele teaduse olemusest.

Selle uuringu eesmärk oli disainida vastavalt klassiõpetajaks õppivate üliõpilaste senistele arusaamadele teaduse olemusest kõigile kohustuslik kursus, mis toetab arusaamise kujunemisest teaduse olemusest ja valmisolekut käsitleda sellega seotud aspekte üldhariduskoolis.

Lähtuvalt uuringu eesmärgist püstitati järgmised uurimisküsimused.

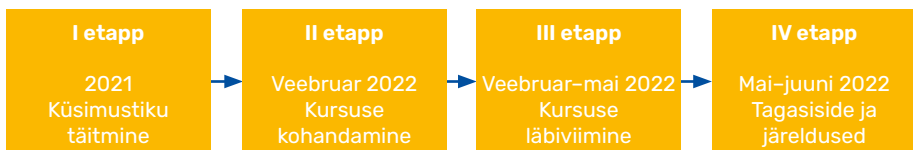
1. Millised on klassiõpetajaks õppivate üliõpilaste arusaamad teaduse olemusest?
2. Kuidas suhtuvad klassiõpetajaks õppivad üliõpilased teaduse olemuse käsitlemisesse koolis?
3. Milline on klassiõpetajaks õppivate üliõpilaste tagasiside teaduse olemuse mõistmise kujundamisele suunatud ainekursusele?

## Metoodika

### Valim ja uuringu ülesehitus

Uuringus kasutati eesmärgipäraselt valimit, mille puhul valib osalejad uuringu läbiviija, lähtudes oma teadmistest ja kogemustest soovitud grupi tüüpilisemate esindajate leidmiseks (Creswell & Poth, 2016). Uuringus osales 27 klassiõpetaja õppekava üliõpilast (1 mees, 26 naist), kes õppisid Tartu Ülikooli viieaastases õpetajakoolituse magistriõppeprogrammis ning osalesid uuringus teise kursuse kevadsemestril. Uuringus osalenud 27 üliõpilasest neljal oli varasem koolis töötamise kogemus. Kõik uuringus osalejad täitsid küsimustiku, mis selgitas arusaamist teaduse olemusest, ning läbisid vastavalt küsimustiku tulemustele kohandatud ainekursuse. Tagasisideküsimustiku kursuse kohta täitis 22 üliõpilast.

Uuringu esimeses etapis (joonis 1) täitsid uuringus osalejad küsimustiku, millega selgitati välja nende arusaamine teaduse olemusega seotud aspektidest ning hoiakud nende aspektide käsitlemiseks üldhariduskoolis. Lähtuvalt sellest, millistes aspektides oli osalejate arusaamine kesisem, muudeti klassiõpetaja õppekava didaktika ainekursust. Peamiste muudatustena toodi kursuse õpiväljundites selgemalt esile teaduse olemus ning lisati järgmiste TO aspektide käsitlemine: vaatluste olemus, teaduslik uurimismeetod, teaduslike teadmiste kujunemine ja olemus, kujutlusvõime kasutamine ning objektiivsus ja subjektiivsus teaduses. Samuti lisati kursusele tegevused väärarusaamade (sh TO-ga seotud väärarusaamade) teemal. Lisaks küsitluse tulemustele arvestati muudatuste tegemisel Eesti põhikooli riikliku õppekava loodusainete ainekava (Ainevaldkond „Loodusained“, 2011a) ning analüüsi teadusartikleid eri riikide kogemuste kasutamiseks (Adibelli-Sahin & Deniz, 2017; Ward & Haigh, 2017).



**Joonis 1.** Uuringu etapid ja ajakava.

Uuringu kolmandas etapis viidi õppijate vajadustele kohandatud ainekursus läbi. Kursus kestis kogu semestri (üks seminar nädalas) ja sisaldas erineva mahu ja pikkusega (15–60 min) õppetegevusi. Kõikide tegevustega kaasnes arutelu seminaris ning osalejate suuline või kirjalik refleksioon tehtud tegevuste kohta (tabel 2).



**Tabel 2.** Ülevaade ainekursuse ülesehitusest

Teaduse olemuse aspekt	Vorm	Sisu ja õppetegevus	Eeldatav tulemus
Vaatluste olemus	IND	Uurimuslikud tegevused („musta kasti“ ülesanne)*	Vaatlused on see, mida inimene tegelikult kogeb. Järeldused on kogemuste tõlgendamine. Järeldusi tehes kujunevad teaduslikud hüpoteesid, teooriad, seadused.
	IND	Vaatluse planeerimine, läbiviimine	Teadus nõuab tõendusmaterjale, tõendid saadakse vaatluste või mõõtmiste teel.
	IND, PT	Pildiülesanne (pildi analüüs)	Vaatlused on mõjutatud nii teadmistest kui isiklikest tõekspidamistest (isiklik kogemus, eelarvamus, varasemad teadmised).
Kujutlusvõime kasutamine teaduses	IND	Uurimuslikud tegevused („musta kasti“ ülesanne)	Teadlased kasutavad oma töös kujutlusvõimet.
	RT	Katse planeerimine, hüpoteeside sõnastamine	Teaduses kasutatakse kujutlusvõimet ja loogikat.
Teaduslik uurimis-meetod	RT	Ajurünnak (loodus-teaduslikud küsimused, probleemid)	Teadustöö algab küsimuste esitamisega. Küsimus suunab meetodi valikut.
	RT	Katse planeerimine	Ei ole ühte kindlat teed, mida kõik teadlased järgivad ja mis viiks teaduslike teadmiseni. Teadlased kasutavad oma töös eri meetodeid.
	IND	(Teadus)artikli lugemine	Teadus selgitab ja ennustab.
Objektiivsus ja subjektiivsus	IND, FR	Pildiülesanne (pildi analüüs)	Teadlaste isiklikud uskumused, väärtused, intuitsioon, loovus, võimalused ja ka psühholoogia mõjutavad teaduslikku tegevust. Samuti on teadus mõjutatud ühiskonnast, kultuurist, distsipliinist.
	IND, PT, FR	Videoülesanne (video analüüs)	Kuigi subjektiivsust vaatluses ei saa täielikult vältida, kasutavad teadlased erinevaid meetodeid, et kontrollida tulemusi ja parandada objektiivsust.
	RT	Katse/eksperimendi planeerimine	Teadlased kasutavad erinevaid meetodeid selleks, et tõsta töö objektiivsust.

Teaduse olemuse aspekt	Vorm	Sisu ja õppetegevus	Eeldatav tulemus
Teooriad, seadused, mudelid	IND, FR	Töölehe täitmine (eelteadmised), arutelu	Oluline on eristada teooriaid ja seadusi ning mõista nende omavahelist seost.
	IND, FR	Töölehe täitmine (eelteadmised), arutelu	Teooria mõistet kasutatakse teaduses väga erinevalt võrreldes selle tavakasutusega igapäevaelus.
	IND, FR	(Teadus)artikli analüüs	Teaduslikud teooriad põhinevad tõenditel. Teaduslikud selgitused kirjeldavad nähtuste mehhanisme.
		(Teadus)artikli analüüs, arutelu	Teaduses kasutatakse ideede edastamiseks jooniseid, skeme, mudeleid.
Väärarusaamad	IND, RT	Tööleht väärarusaamade tuvastamiseks; arutelu (müüdid)	Veendumusi, mis ei ole kooskõlas üldtunnustatud teadusliku informatsiooniga, nimetatakse väärarusaamadeks.

*Märkused:* IND – individuaalne töö; RT – rühmatöö; FR – frontaalne töö; PT – paaris töö.

\* „musta kasti“ ülesanne – lihtsamaks variandiks suletud karp salapärase esemetega; õpetaja loob probleemipõhise olukorra näiteks teadusliku meetodi etappide selgitamiseks.

Kursuse viis läbi üks uuringu autoritest, kes on õpetajakoolituse õppejõud ja kellel on ka kogemus üldhariduskooli õpetajana. Artikli kaasautoritel on pikaajaline kogemus õpetajakoolituses ja teadmine uuritavast TO-ga seotud valdkonnast, mis andis võimaluse uuringu valiidsuse suurendamiseks kaasata neid ekspertidena kursuse modifitseerimisel ehk uuenduste kavandamisel ja läbiviimisel.

Kursuse lõpus täitsid osalejad tagasisideküsimustiku eesmärgiga koguda infot, kuivõrd kasulikud olid õppijate hinnangul tegevused TO aspektide mõistmiseks. Kursuse läbiviimisel arvestati mitmesuguste eetiliste aspektidega: uuritavate osalemise vabatahtlikkus, põhjalik selgitus eesmärkidest, vajadustest, tulemuste kasutamisest ja andmete säilitamisest. Uuringu läbiviimisel teadvustas õppejõud, et uurimistulemustele võib tema kui õppejõud mõju avaldada, ning ta püüdis teadlikult enda mõju minimeerida.

## Küsimustikud

Klassiõpetaja õppekava üliõpilaste arusaamasid teaduse olemusest ja suhtumist TO-ga seotud teemade õpetamisse üldhariduskoolis hinnati kursuse alguses varasema uuringu tarbeks Eesti jaoks kohandatud küsimustikuga (Chen, 2006).

Kasutatud küsimustikus oli 14 küsimust. Küsimustega 1–9 hinnati osalejate arusaamasid järgmiste TO aspektide kohta: a) teaduslike teadmiste muutumine; b) vaatluste olemus; c) teaduslik uurimismeetod; d) teooriad, seadused; e) kujutlusvõime kasutamine teaduses; f) teaduslike teadmiste kinnistamine; g) objektiivsus ja subjektiivsus. Küsimustega 10–14 hinnati osalejate suhtumist järgmiste TO aspektide õpetamisesse koolis: teadmiste muutumine, vaatluste olemus, teaduslik uurimismeetod, teooriate ja seaduste olemus ja seos, subjektiivsus ja objektiivsus. Igale küsimusele järgnes erinev arv (3–9) eri seisukohta väljendavaid väiteid, millega nõustumist hinnati viiepalliskaalal (1 – ei nõustu üldse; 2 – ei nõustu; 3 – ei ole kindel või ei kommenteer; 4 – nõus; 5 – täiesti nõus).

Kursuse lõpus täitsid üliõpilased uuringu läbiviija koostatud tagasisideküsimustiku, mis oli kooskõlas kursuse eesmärkide ja kavandatud tegevustega. Küsimustiku valiidsuse suurendamiseks kasutati eksperte. Ekspertideks olid artikli kaasautorid, kelle ülesandeks oli hinnata küsimuste arusaadavust ja vastavust uurimisküsimusele. Tagasisideküsimustiku esimeses osas paluti üliõpilastel viiepalliskaalal (1 – ei olnud üldse kasu; 5 – oli palju kasu) anda tagasisidet, kuivõrd ainekursus aitas nende arvates kaasa TO aspektide (vaatlused, kujutlusvõime ja loovus, teaduslik meetod, teooriad, seadused ja mudelid, järeldused) mõistmisele. Lisaks oli tagasisideküsimustikus viis avatud küsimust, millega kontrolliti käsitletud teemadest arusaamist. Osalejatel paluti tuua näiteid a) varasemate teadmiste ja uskumuste mõjust vaatluste tulemustele, b) kujutlusvõime ja loovuse kasutamisest teaduses, c) väärarusaamade kujunemise vältimisest koolis. Lisaks said vastajad selgitada koolikatsete erinevust teaduslikest uuringutest ning valida teadusliku uurimise alustamiseks sobiv küsimus ja oma valikut põhjendada.

## Andmeanalüüs

Andmete esialgsel korrastamisel ja analüüsimisel kasutati programmi Microsoft Excel. Uuringu esimese etapi küsimustikule antud vastuseid analüüsiti, jagades väited defineeritud kategooriatesse (vastandlikud seisukohad omakorda alamkategooriatesse) ja arvutati välja vastanute individuaalsed tulemused (aritmeetiline keskmine, standardhälve) ning hiljem iga küsimuse keskmised tulemused. Saadud tulemusi kasutati uuringus osalejate TO arusaamade kirjeldamiseks ning ainekursuse disainimisel. Kursus keskendus eelkõige neile teaduse olemusega seotud aspektidele, millest arusaamine oli uuringus osalejatel kesine.

Kursuse lõpus vastasid osalejad tagasisideküsimustikule ning skaalaküsimuste vastuseid analüüsiti kvantitatiivseid andmeanalüüsimeetodeid kasutades. Üksikküsimuste puhul (vaatlused, kujutlusvõime ja loovus, teaduslik

meetod, teooriad, seadused ja mudelid, järeldused) esitati aritmeetiline keskmine ja standardhälve. Tagasisideküsimustiku avatud küsimuste vastused koondati ühtsesse Wordi faili (kokku 4,5 A4 lk) ja analüüsiti kvalitatiivse sisuanalüüsi meetodil (Vaismoradi & Snelgrove (2019)). Vastuste analüüsil leidis üks uuringu autor tekstist kõigepealt iga küsimuse tähendusrikkad ühikud ja kodeeris need. Sarnased koodid koondati ja neist moodustusi alam- ja põhikategooriad, mida on kajastatud artikli tulemuste peatükis. Reliaabluse suurendamiseks tehti korduvkodeerimine, kus kodeerijatena kaasati kaasautorid. Ühise arutelu käigus jõuti konsensuslikult lõplike kategooriateni.

## Tulemused

### Klassiõpetajaks õppivate üliõpilaste arusaamad teaduse olemusest

Kursuse alguses tehtud küsimustiku vastuste analüüsist selgus, et klassiõpetajaks õppivad üliõpilased tajusid teaduslike teadmiste muutumist ajas. Kõige paremini mõistsid vastajad teadmiste muutumist revolutsioonilise ja kumulatiivse protsessi kaudu ning veidi vähem evolutsioonilist protsessi (tabel 3).

Teaduslike teadmiste kinnistamise puhul nõustusid uuringus osalejad kõige enam väitega, et teooria aktsepteerimine sõltub selle esitaja autoriteedist ja et sobivaks tunnistatakse varasemast teooriast vähem hälbiv teooria. Kõige vähem nõustusid vastajad väitega, et lihtsamaid teooriaid eelistatakse keerulisematele, ning selle väite puhul oli ka vastuste varieeruvus väike ( $M = 1,44$ ;  $SD = 0,58$ ). Üllatavalt madal keskmine ilmnes samamoodi väite puhul, et teaduslike teadmiste aluseks on empiirilised tõendid. Samas oli siin vastuste varieeruvus suur ( $M = 2,69$ ;  $SD = 1,13$ ) ning seega ühtset arusaama selle teaduse olemuse aspekti kohta vastajate seas ei olnud.

Tulemustest selgus, et küsimustikule vastajatel olid mitmete teaduse olemuse aspektide kohta lihtsustatud arusaamad. Nii nõustusid uuringus osalejad väitega, et teadlased kasutavad ühte universaalset teaduslikku meetodit, kuna see garanteerib valiidsed ja loogilised tulemused ( $M = 3,52$ ;  $SD = 0,71$ ). Nõustuti ka sellega, et teadus on objektiivne ( $M = 3,56$ ;  $SD = 0,94$ ) ja ei ole mõjutatud sotsiaalkultuurilistest teguritest. Samas ei nõustunud üliõpilased seisukohaga, et teadlased kasutavad teaduslikkus uuringus teataval määral kujutlusvõimet ( $M = 2,89$ ;  $SD = 1,04$ ).

**Tabel 3.** Klassiõpetaja õppekava üliõpilaste arusaamad teaduse olemuse aspektidest (N = 27)

Teaduse olemuse aspekt	Seisukoht	Keskmine (M)*	Standardhälve (SD)
Teadmiste muutumine	Vana teooria asendatakse uuega (revolutsiooniline).	3,89	0,85
	Teooria täpsustub, täieneb ajas (evolutsiooniline).	2,96	1,06
	Teaduslikud edusammud toimuvad kumulatiivse protsessi kaudu.	3,70	0,82
Teaduslike teadmiste kinnistamine	Aluseks on empiirilised tõendid.	2,69	1,13
	Aktsepteeritakse tuttavamad, tuumteooriast vähem hälbivat teooriat.	2,76	0,97
	Aktsepteeritakse pigem lihtsamaid teooriaid.	1,44	0,58
	Kinnistamine sõltub teooria esitaja autoriteedist.	2,92	0,92
	Teadlased kasutavad teooria kinnistamisel intuitsiooni.	1,56	0,80
Vaatluste olemus	Vaatlused on teooriast koormatud.	3,27	0,83
	Vaatlused on teooriast sõltumatud.	3,17	1,05
Teaduslik meetod	On üks universaalne meetod.	3,52	0,72
	Esineb palju meetodeid.	3,10	0,74
Teooriad ja seadused	Teooriad ja seadused on avastatud.	3,74	0,83
	Teooriad ja seadused on välja mõeldud.	2,79	1,02
	Nii seda kui teist (nii avastatud kui ka välja mõeldud).	3,59	1,01
	Seadused on kindlamad kui teooriad.	3,67	0,85
	Seadused ja teooriad on erinevat tüüpi teadmised.	3,24	0,80
Kujutlusvõime kasutamine teaduses	Jah	2,89	1,04
	Ei	3,38	1,06
Subjektiivsus ja objektiivsus teaduses	Subjektiivsus (isiklikud, sotsiaalkultuurilised tegurid mõjutavad; kujutlusvõime ja loovuse kasutamine jne)	2,65	0,98
	Objektiivsus (puudub isiklike ja sotsiaalkultuuriliste tegurite mõju, kujutlusvõimet ei kasutata jne)	3,56	0,94

*Märkus:* \* Viiepunktkaala (1 – ei nõustu; 2 – ei nõustu; 3 – ei ole kindel või ei kommenteeri; 4 – nõus; 5 – täiesti nõus).

Uuringus osalejate vastused näitasid, et nad ei mõista teaduslike teadmiste olemust ja nendevahelisi seoseid. Nii näiteks on vastajate arvates seadused kindlamad kui teooriad ( $M = 3,67$ ;  $SD = 0,85$ ) ning teooria muutub seaduseks, kui teooria paikapidavust on piisavalt testitud. Küsimuse puhul, kas teooriad ja seadused on teadlaste poolt avastatud või välja mõeldud, oldi rohkem nõus vastusevariantidega „avastatud, kuna seadused on looduses olemas ja teadlased peavad need lihtsalt üles leidma“ ( $M = 3,7$ ;  $SD = 1,07$ ) ning „avastatud, sest seadused teaduses põhinevad eksperimentaalsetel faktidel“ ( $M = 4,15$ ;  $SD = 0,66$ ).

Kokkuvõtteks võib öelda, et üliõpilased mõistavad teaduslike teadmiste ajas muutumise võimalust. Samas ei mõista nad, et teaduses kasutatakse mitmesiseid uurimismeetodeid, et teadlased võivad teadustöös teatavad määral kasutada kujutlusvõimet ning et teaduslikud uuringud võivad olla mõjutatud isiklikest ja sotsiaalkultuurilistest teguritest. Samuti ei mõisteta teaduslike teooriate ja seaduste kujunemist ega nende omavahelist seost.

### Klassiõpetajaks õppivate üliõpilaste suhtumine teaduse olemuse käsitlemisesse üldhariduskoolis

Uuringu esimeses etapis tehtud küsimustiku teise poole vastuste analüüsis selgus, et üliõpilased suhtuvad teaduse olemuse aspektide käsitlemisesse üldhariduskoolis positiivselt (tabel 4). Kõige enam ja üksmeelsemalt nõustuti väitega, et õpilastele peab õpetama teaduslike teadmiste muutumist ajas ( $M = 4,19$ ;  $SD = 0,54$ ). Samuti peaks tulevaste klassiõpetajate hinnangul üldhariduskoolis käsitlema teooriate, seaduste ja hüpoteeside vastastikuseid seoseid ( $M = 3,76$ ;  $SD = 0,58$ ). Teiselt poolt nõustusid vastajad ka seisukohaga, et üldhariduskoolis peab õpetama ühte universaalset teaduslikku meetodit ( $M = 3,42$ ;  $SD = 0,68$ ).

Üllatavalt üksmeelselt olid vastajad nõus kahe vastandliku seisukohaga: koolis tuleks õpetada teaduse subjektiivset poolt ehk teaduslikust uuringust ei saa täielikult lahutada sotsiaal-kultuurilisi väärtusi; samas peaks osalejate hinnangul õpetama seda, et isiklikud tõekspidamised peaks olema teaduslikust uuringust eraldatud, ning rõhutama teaduslike uuringute objektiivsust ( $M = 3,52$ ;  $SD = 0,64$ ). Nõustuti ka sellega, et oluline on kujundada õpilastes arusaamine, et isiklikud tõekspidamised ja teaduslikud teadmised on erinevad. Seega suhtusid vastajalt positiivselt nii vaatluste olemuse, teadusliku meetodi, teooriate ja seaduste omavahelise seose kui subjektiivsuse ja objektiivsuse käsitlemisesse üldhariduskoolis.

**Tabel 4.** Klassiõpetaja õppekava üliõpilaste suhtumine teaduse olemuse aspektide käsitlemisesse koolis (N = 27)

Teaduse olemuse aspekt	Seisukoht	Keskmine (M)*	Standardhälve (SD)
Teadmiste muutumine	Teaduslike teadmiste muutumise õpetamine	4,19	0,54
	Vältida teadmiste muutumise õpetamist	1,98	0,54
Vaatluste olemus	Objektiivsete vaatluste tegemise õpetamine õpilastele	2,89	1,08
	Tunnistamine, et vaatlused on teooriast koormatud	3,70	0,74
Teaduslik meetod	Ühe universaalse teadusliku meetodi õpetamine	3,42	0,68
	Mitmesuguste meetodite olemasolu tunnustamine	3,21	0,95
Teooriad ja seadused	Teooriate ja seaduste omavahelise seose õpetamine	3,76	0,58
	Teooriate ja seaduste omavahelise seose õpetamise vältimine	2,31	0,59
Subjektiivsus ja objektiivsus	Subjektiivsuse õpetamine	3,78	0,64
	Objektiivsuse rõhutamine	3,52	0,95
	Väärtustevaba teaduse õpetamine	2,56	0,97

*Märkus:* \* Viiepalliskaala (1 – ei nõustu üldse; 2 – ei nõustu; 3 – ei ole kindel või ei kommenteeri; 4 – nõus; 5 – täiesti nõus).

### Klassiõpetajaks õppivate üliõpilaste tagasiside ainekursusele

Eelpool käsitletud küsimustiku tulemuste põhjal disainitud ainekursuse järel vastasid uuringus osalejad tagasisideküsimustikule, milles nad andsid oma hinnangu, kuivõrd toetas ainekursuse sisu neid teaduse olemuse aspektide mõistmisel. Tagasiside tervikuna näitas (tabel 5), et nõustumise määr viiepalliskaalal oli kõrge ( $M > 3,00$ ) kõigi väidete korral. Kõige enam nõustusid vastajad väitega, et kursus toetas nende arusaamist vaatluse rollist teaduslike teadmiste hankimisel ( $M = 4,68$ ;  $SD = 0,72$ ) ning arusaamist, kuidas kujunevad õpilastel väärarusaamad teaduse olemusest ( $M = 4,00$ ;  $SD = 1,07$ ). Kõige vähem kasulikuks hindasid klassiõpetajaks õppijad õppetegevusi teaduslike teadmiste olemuse ( $M = 3,32$ ;  $SD = 1,17$ ) ja kujunemise mõistmiseks.

**Tabel 5.** Tagasiside ainekursusele teaduse olemuse aspektide mõistmise seisukohast (N = 22)

Teaduse olemuse aspekt	Keskmine (M)*	Standardhälve (SD)
Vaatluste olemus	4,68	0,72
Väärarusaamade kujunemine	4,00	1,07
Järelduste tegemine teadustöös	3,78	1,27
Teadusmõistete kujunemine	3,77	1,02
Kujutlusvõime/loovuse kasutamine	3,68	1,13
Teaduslike uurimismeetodite varieeruvus	3,59	0,96
Teooriate ja seaduste kujunemine	3,50	1,06
Teooriate ja seaduste erinevused	3,32	1,17
Mudelite kasutamine loodusteadustes	3,32	1,04

*Märkus:* hinnang viiepaliskaalal (1 – ei olnud üldse kasu; 5 – oli palju kasu).

Tagasisideküsimustiku avatud küsimuste vastustest selgus, et uuringus osalejate arvates võivad teadlaste varasemad teadmised mõjutada nende poolt tehtud vaatluste objektiivsust (tabel 6).

**Tabel 6.** Üliõpilaste tagasisideküsimustiku avatud küsimuste vastused

Peakategooria	Alamkategooria	Koodid
Varasemate teadmiste ja uskumuste mõju vaatlustulemustele	Vaatluste subjektiivsus	Detailide mittemärkamine
		Märkide/seaduspära otsimine
		Eelarvamused vaatlusobjekti suhtes
	Põhjused	Tulemuste vale tõlgendamine
		Erinev kultuur
		Soov näha kindlat tulemust
Kujutlusvõime kasutamine teaduses	Uuendused	Väärarusaamad
		Uute asjade katsetamine
	Visualiseerimine	Teooriate ja seaduste väljamõtlemine
		Jooniste/mudelite tegemine
	Muu	Suuruste ettekujutamine
		Mitmekesiste meetodite kasutamine koolis



Peakategooria	Alamkategooria	Koodid
Väärarusaamade vältimine koolis	Õpetaja roll	Sõnastuse kontrollimine, parandamine
		Tõese info edastamine
		Väärarusaamade tuvastamine
		Faktide õpetamine
		Kursisolek uuemate avastustega
	Õpilastele vajalikud teadmised ja oskused	Tõese info otsimine
		Katsete tegemine teooria kinnistamiseks
		Kriitiline mõtlemine
		Abi küsimine
		Arvamuse ja fakti eristamine

Näiteks kirjutasid vastajad:

„/.../ see, mida sa otsid, seda sa ka tihti leiad, näiteks kui vaatled linde ja tead ainult mõnesid liike, siis võidki märgata rohkem neid /.../“ (Ü10)

„/.../ (vaatluse käigus) ei panda kõike toimuvat tähele ja kirjutatakse vaid seda, mida osatakse teadmistega kinnitada.“ (Ü7)

„Inimene võib vaatluse tulemustes näha seda, mida ta seal ise näha tahab või loodab.“ (Ü8)

Tagasisideküsimustiku avatud küsimusele loovuse ja kujutlusvõime kasutamisest teaduses vastati üldsõnaliselt või jäeti vastamata. Peamiselt toodi välja, et kujutlusvõimet saab kasutada uute teooriate või seaduste väljamõtlemiseks:

„Uute seaduste avastamine, teooriate väljatöötamine.“ (Ü13)

„Kujutlusvõime kasutamine võib pakkuda teaduslikele protsessidele seletusi, seejärel püütakse neid tõestada / ümber lükata.“ (Ü14)

Lisaks toodi esile, et loovust ja kujutlusvõimet saab kasutada tulemuste visualiseerimiseks ning mudelite koostamiseks: „/.../ kujutada seda, mida vaatluse käigus näed.“ (Ü11)

Avatud küsimusele „Too näide, millele tuleks õpetamisel tähelepanu pöörata, et õpilastel ei kujuneks väärarusaamasid“ antud vastused jagunesid kahe alamkategooria vahel. Esiteks rõhutati õpetaja rolli – tema sõnastus peab olema korrektne, peab tuvastama olemasolevad väärarusaamad.

„/.../ need (st väärarusaamad) tuleb juba algklassides kaardistada ja eemaldada,“ (Ü13)

„/.../ korrektsete terminite kasutamine seletusi andes /.../“ (Ü14)

Teine pool vastustest olid sellised, kus selgitati, mida ja kuidas peab õpetaja lapsi õpetama. Näiteks nimetati järgmisi soovitusi.

„/.../ paluda neil (õpilastel) oma seisukohti põhjendada /.../“ (Ü10)

„/.../ õpetada lastele, kuidas usaldusväärset infot otsida, lasta õpilasel kontrollida, kust selline teadmine on tulnud, ning nt katsetel /.../ läbi teha“ (Ü15)

„/.../ õpetada vahet tegema inimeste üldisel arvamusel ja faktidel.“ (Ü12)

„/.../ tuleks julgustada õpilasi küsima.“ (Ü4)

Tagasisideküsimustiku lõpus paluti vastajatel valida neljast esitatud küsimusest välja üks, mis sobib nende hinnangul teadusliku uurimise alustamiseks, ning oma valikut põhjendada. Üliõpilaste põhjendasid peamiselt, et teadusliku uurimise alustamiseks sobivatele küsimustele on võimalik vastust saada näiteks katse/eksperimendi teel (tabel 7):

**Tabel 7.** Klassiõpetajate hinnangul sobivad küsimused teadusliku uurimise alustamiseks (N = 22)

Küsimus	Küsimuse valinud osalejate arv	Valiku põhjenduste näited
Missuguseid baktereid võib leida veepuhastusjaamast?	7	„Uurimuse abil saaks teada, milliseid baktereid leidub.“ (Ü10) „Annab uurida, milliseid baktereid leidub, miks just neid /.../“ (Ü9) „Baktereid on võimalik tuvastada ja uurida, aga tuleks täpsustada, kust neid leida soovitakse. Uurida saab /.../ pindasid.“ (Ü2)
Missugune riidematerjal on veekindel?	13	„Siin saab katsetada ja uurida; materjale saab võrrelda, testida.“ (Ü5) „/.../ sellele küsimusele saab leida vastuseid läbi katsete.“ (Ü11) „Seda uurimust on võimalik korrata.“ (Ü13) „/.../ teaduslikku uurimust on hea alustada millestki, mis on esmalt hästi kontrollitav.“ (Ü17)
Milline on parim teleprogramm?	0	-
Missugune dieet on parim, et hoida beebid terved?	2	„/.../ tehakse erinevaid katseid tulemuseni jõudmiseks.“ (Ü12)

Tagasiside lõpus said osalejad soovi korral midagi lõpetuseks lisada. Seda võimalust kasutasid vähesed, toodi välja, et õpiti palju, kuigi teema oli keeruline. Ühe õppija (Ü12) kommentaar võttis kursuse kokku nii: „Kõik teadusmaailma puutuv on keeruline, aga väga põnev.“

## Arutelu

### Klassiõpetajaks õppivate üliõpilaste arusaamad teaduse olemusest ja suhtumine nende kujundamisesse üldhariduskoolis

Ainekursuse alguses üliõpilastega läbi viidud küsimustiku vastustest ilmnes, et nende arusaamad mitmete TO aspektide suhtes olid piiratud või ei vastanud tänapäevastes teadusuuringutes esitatud seisukohtadele. Osalejad arvasid näiteks, et teaduslikel teooriatel on vähem toetavat tõendusmaterjali kui seadustel ning seadused on püsivamad kui teooriad. Levinud oli ka seisukoht, et enamik teadlasi järgib uuringutes universaalset teaduslikku meetodit ning teadusuuringuid läbi viies ei kasuta nad loovust ja kujutlusvõimet. Need tulemused on varasemate rahvusvaheliste ja Eesti-siseste uuringute (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Akerson & Hanuscin, 2007; Lukner, 2009) võrdluses väga sarnased. Seega ei ole tulevastel klassiõpetajatel teaduse olemuse paljudest aspektidest adekvaatset arusaama ning ei saa eeldada, et nad suudaksid seda kujundada õpilastel.

Kuigi rahvusvaheliste uuringute põhjal on nii õpilastel kui ka õpetajatel olnud raske mõista teaduslike teadmiste muutumist ajas (Cofre, *et al.*, 2019; Dogan & Abd-El-Khalick, 2008), oli selles uuringus osalejatele nimetatud teaduse olemuse aspekt pigem arusaadav. Siin võis oluline roll olla meedial, kuna koroonapandeemia ja kliimamuutuste kontekstis ilmunud artiklites rõhutati, et uued teadmised ja teadustööd võivad ümber lükata varasemaid seisukohti ja arusaamu. Samuti on tänapäevastes Eesti haridusteemalistes diskussioonides ja haridusvisiooni dokumentides oluliste märksõnadena kasutusel nüüdisaegse õpikäsituse, teaduspõhise ühiskonna, innovatsiooni jm mõisted (Haridus- ja teadusministeerium, 2021). Need võisid olla ühed põhjused, miks üliõpilastel oli kergem mõista teaduslike teadmiste muutumist ajas. Seega võiks erinevaid teadusartikleid ning ka ajaleheartikleid diskussiooni tekitamiseks õppetöös julgemalt kasutada.

Uuring kinnitas, et klassiõpetajate seas püsib väärarusaam universaalse teadusliku meetodi olemasolust ehk teadmine „kõik teadlased järgivad oma töös teatud kindlaid samme“ (McComas, 1998). Teadlased esitavad ümbritseva maailma kohta küsimusi, kuid teed neile vastuste saamiseks võivad olla väga erinevad: nad vaatlevad, eksperimenteerivad, mõõdavad, loovad mudeleid jne.

Eksliku arusaama püsimumist universaalsest teaduslikust meetodist võib toetada uurimusliku õppe ja selle etappide rõhutamine üldhariduskooli loodusainete ainekavades (Ainevaldkond „Loodusained“, 2011ab) ja õpetajakoolituse programmides (Klassiõpetaja, 2022). Mitmekesiste meetodite mõistmiseks võiks õpingute vältel lisaks uurimuslikule õppele tutvustada lähemalt eri valdkondade teadlaste töid ja tegemisi. Sealjuures võib kasutada ajaloolist lähenemist, mille käigus loetakse lugusid teadlastest, teadusavastuste tegemisest (Fouad *et al.*, 2015) või korraldatakse kohtumisi teadlastega.

Kursuse alguses tehtud küsitlus näitas, et üliõpilased pigem ei mõista, et uuendused teaduses on seotud teadlaste kujutlusvõime ja loovusega, ning et kuigi teadlased teevad kõik selleks, et objektiivsust hoida ja suurendada, võivad nende eelteadmised, väärtushinnangud uurimuse käiku ja tulemusi mõjutada. Samas muutusid need seisukohad kursuse käigus ning kursuse lõpus töid üliõpilased esile, et loovust saab kasutada teaduslike teooriate väljamõtlemisel, mudelite loomisel, uute meetodite kasutuselevõtul. See ühtib varasemate uuringute järeldustega, et arusaamasid kujutlusvõime ning sotsiaalsete ja kultuuriliste tegurite mõjust teadusele on võimalik sobivate õppetegevustega (uurimuslikud tegevused, refleksioon, artiklite lugemine) parandada (Cofre *et al.*, 2019).

Kõige raskemini mõistetavaks TO aspektiks osutus uuringus teaduslike teadmiste kujunemine ning teooriate ja seaduste omavaheline suhe, mis on ka varasemate uuringute puhul keeruliseks osutunud (Dogan & Abd-El-Khalick, 2008). Nii mõistetakse teooriat pigem kui kellegi arvamust või ideed mingi asja kohta ning seaduse mõiste seostub pigem juriidilise tähendusega. Sarnaselt varasemate uuringutega (Lederman, 2007) esines väärarusaam, et teooriatest kujunevad seadused, kui tõendeid on piisavalt palju, ning ei mõisteta, et tegemist on erinevat tüüpi teaduslike teadmistega. Väärarusaamade kujunemise üheks põhjuseks võib olla asjaolu, et õpetamine koolis on õpikupõhine ning teaduse olemuse teemasid käsitletakse vähe, nagu selgus Rannikmäe jt (2017) gümnaasiumiõpilastega tehtud uuringus. Edastatakse pigem valmis teadmisi ning tähelepanu ei pöörata sellele, kuidas need teadmised on kujunenud.

Kuigi uuringu käigus ilmnes õpetajakoolituse üliõpilaste arusaamades TO kohta mitmeid puudujääke, suhtusid nad teaduse olemuse aspektide õpetamisesse koolis toetavalt. Selgelt toetati seisukohta, et koolis peab õpetama, et teadus muutub, kuna siis mõistavad õpilased teaduse arenemist. See on positiivne tulemus, sest kui inimesed mõistavad, et teadus areneb, usaldavad nad loodetavasti rohkem teadlaste seisukohti, leiavad lahendusi oma igapäevastele probleemidele, tehes enda ja kogu ühiskonna heaolu silmas pidades teaduslikult põhjendatud otsuseid (nt toitumise, vaksineerimise, tervisekäitumise vallas). Üliõpilastel esines siiski nii piiratud kui ka väärarusaamasid. Viimased ilmnesisid näiteks sellistes TO aspektides (universaalse teadusliku meetodi

olemasolu, subjektiivsuse puudumine teaduses jm), mida nad peavad oluliseks koolis õpetada. Kuivõrd TO arusaamade kujundamisel annab kõige paremaid tulemusi alustamine võimalikult varajases eas (Akerson *et al.*, 2011), peaks õpetajakoolituses klassiõpetajate TO mõistmise kujundamisele rohkem tähelepanu pöörama, kuna just nemad asuvad pärast lõpetamist tööle üldhariduskooli esimeses kooliastmes.

### Klassiõpetajaks õppivate üliõpilaste tagasiside ainekursusele

Üliõpilaste hinnang muudetud ainekursusele oli positiivne – tagasisideküsimustikus olid keskmised hinnangud kõikide kursusel käsitletud TO aspektide mõistmiseks mõeldud tegevustele viiepalliskaalal 3,3–4,7. Siiski on ainekursuse täiustamisel olulisel kohal selle meetodiline läbiviimine ja hindamine. Et oleks võimalik muutusi osalejate arusaamades paremini hinnata ning saada täpsemaid andmeid üliõpilaste jaoks kergemini või raskemini omandatavate TO aspektide kohta, on soovitatav järgmistel korral kursuse alguses täidetud küsimustik lasta täita ka järelküsimustikuna. Samuti võiks infot juurde koguda suuliste või kirjalike intervjuude käigus.

Siinses uuringus hindasid osalejad kõige kasulikumaks tegevusi vaatluste olemusest arusaamiseks. Vaatlused on loodusõpetuse ainekavas (Ainekava „Loodusõpetus“, 2011ab) väga olulisel kohal, mistõttu seda teemat käsitleti sekkumise käigus mitmel moel (sh vaatluse planeerimine ja läbiviimine, arutelud, praktilised harjutused). Mitmekordne kokkupuude TO aspektidega pikema aja jooksul, õppetegevustele järgnev eneserefleksioon ning arutamine kaaslastega osutusid tõhusaks lähenemiseks ning seda on soovitanud ka teised uuringute läbiviijad (Adibelli-Sahin & Deniz, 2017). Sarnaselt vaatluste temaga on Eestis loodusteadusliku uurimismeetodi õpetamine loodusainetes olulisel kohal (Põhikooli riiklik õppekava, 2011) ning seetõttu pühendati sellele TO aspektile mitu seminari. Siiski oli üliõpilaste hinnang teadusliku uurimismeetodi käsitlemiseks läbi viidud õppetegevustele (katse planeerimine, teaduslike küsimuste sõnastamine) madalam. Võimalikuks selgituseks on siin asjaolu, et osalejad küll planeerisid katseid, kuid kõik neid läbi ei viinud, mistõttu jäi selle oskuse kujundamine pigem teoreetilisele tasemele ja praktilisi tegevusi (katsed, eksperimendid) võiks tulevikus lasta neil läbi teha.

Teistest vähem kasulikuks ning osalejate jaoks kõige raskemini mõistetavaks osutusid teooriate, seaduste ja mudelite osaga seotud õppetegevused. See ei tulnud üllatusena, kuna juba kursuse alguses täidetud TO arusaamade küsimustiku vastuste analüüsil selgus selle aspekti keerukus. Tõenäoliselt osutusid mõned tegevused (sh teadusartikli lugemine) klassiõpetajate jaoks liiga raskeks ning järgnevate sekkumiste käigus võiks kasutada enam lühemaid,

spetsiaalselt kirjutatud ajaloolisi lugusid, samuti lihtsama sisuga artikleid. Samuti selgus alles uuringu käigus, et üliõpilased ise ei mõista täpselt, mis on seadus, teooria ja mudel, ning seega peaks alustama teemat hoopis nende mõistete kujundamisega.

Uuring kinnitas, et üliõpilaste arusaamade kujundamiseks pole hädavajalik õppekavasse eraldi TO ainekursust luua, vaid piisab olemasoleva kursuse kohandamisest ning TO aspektide sissetoomisest. Ka varasemad uuringud on näidanud, et juba ainuüksi kolme ainetundi hõlmava tõhusa TO õppega on võimalik oluliselt parandada üliõpilaste arusaamasid (Valencia Narbona *et al.*, 2022). Seega on kõige olulisem just sobivamate õppetegevuste leidmine ning uuring andis selle kohta olulist infot. Saadud kogemuse alusel saab tegevusi kursusesse lisada (nt teaduse arengut illustreerivad lood, praktilised ülesanded) ning vähem efektiivsed tegevused eemaldada või neid täiendada (nt teadusartiklite lugemine). Soovitavalt võiks järgnevatesse kursustesse sisse tuua veelgi enam reflektiivset poolt, mida on ka varasemates töödes rõhutatud (Adibelli-Sahin & Deniz, 2017). Seega võiks suulistele aruteludele, mida kursuse käigus kasutati kõikide tegevuste puhul, lisada ka kirjalikke refleksioone (nt lühikirjutisi).

## Piirangud

Piiranguks võib pidada disainitud kursuse piloteerimist ainult ühe kursusega, mistõttu tulemused kehtivad ainult ainekursusel osalenute kohta ja laiemateks järeldusteks on vaja uuritavate arvu suurendada, näiteks korrata uuringut mitmel õppeaastal erinevate kursustega. Samuti kasutati uuringus arusaamade küsimustikku üksnes kursuse alguses ja seetõttu ei saa analüüsida, kuidas muutis ainekursus osalejate arusaamu TO eri aspektidest. Tagasisideküsimustiku viis avatud küsimust andsid osalejatele võimaluse peale kursuse lõppu oma arusaamasid teaduse olemusest näidata.

## Tänusõnad

Täname klassiõpetaja õppekava üliõpilasi, kes uuringus osalesid. Artikli valmimist toetas Horisont 2020 projekt 952470.

## Kasutatud kirjandus

- Abd-El-Khalick, F. (2012). Examining the sources for our understandings about science: Enduring connotations and critical issues in research on nature of science in science education. *International Journal of Science Education*, 34(3), 353–374. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.629013>
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665–701. <https://doi.org/10.1080/09500690050044044>
- Adibelli-Sahin, E., & Deniz, H. (2017). Elementary teachers' perceptions about the effective features of explicit-reflective nature of science instruction. *International Journal of Science Education*, 39(6), 761–790. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1308035>
- Ainevaldkond „Loodusained“. Põhikooli riiklik õppekava. Lisa 4 (2011a). *Riigi Teataja I*, 14.07.2020, 24. <https://www.riigiteataja.ee/aktiis/1140/7202/0024/1m%20lisa4.pdf#>.
- Ainevaldkond „Loodusained“. Põhikooli riiklik õppekava. Lisa 4 (2011b). *Riigi Teataja I*, 08.03.2023. [https://www.riigiteataja.ee/aktiis/1080/3202/3005/18m\\_pohi\\_lisa4.pdf#](https://www.riigiteataja.ee/aktiis/1080/3202/3005/18m_pohi_lisa4.pdf#).
- Akerson, V. L., Buck, G. A., Donnelly, L. A., Nargund-Joshi, V., & Weiland, I. S. (2011). The importance of teaching and learning nature of science in the early childhood years. *Journal of Science Education and Technology*, 20(5), 537–549. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9312-5>
- Akerson, V. L., & Hanuscin, D. L. (2007). Teaching nature of science through inquiry: Results of a 3-year professional development program. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(5), 653–680. <https://doi.org/10.1002/tea.20159>
- Al-Samarraie, H., & Hurmuzan, S. (2018). A review of brainstorming techniques in higher education. *Thinking Skills and Creativity*, 27, 78–91. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.12.002>
- Anderson, D., & Moeed, A. (2017). Working alongside scientists. *Science & Education*, 26(3), 271–298. <https://doi.org/10.1007/s11191-017-9902-6>
- Bell, R. L., Matkins, J. J., & Gansneder, B. M. (2011). Impacts of contextual and explicit instruction on preservice elementary teachers' understandings of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(4), 414–436. <https://doi.org/10.1002/tea.20402>
- Chen, S. (2006). Views on science and education (VOSE) questionnaire. In *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching* (Vol. 7, No. 2, pp. 1–19). The Education University of Hong Kong, Department of Science and Environmental Studies.
- Clough, M. P., & Olson, J. K. (2008). Teaching and assessing the nature of science: An introduction. *Science & Education*, 17(2), 143–145. <https://doi.org/10.1007/s11191-007-9083-9>
- Cofré, H., Núñez, P., Santibáñez, D., Pavez, J. M., Valencia, M., & Vergara, C. (2019). A critical review of students' and teachers' understandings of nature of science. *Science & Education*, 28(3), 205–248. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00051-3>

- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2016). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Los Angeles: Sage publications.
- Dogan, N., & Abd-El-Khalick, F. (2008). Turkish grade 10 students' and science teachers' conceptions of nature of science: A national study. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(10), 1083–1112. <https://doi.org/10.1002/tea.20243>
- Engelbrecht, J., & Tammiksaar, E. (2019). Teaduskorraldusest Eestis: minevik ja tulevik. *Riigikogu toimetised*, 40, 29–39.
- Erduran, S., & Dagher, Z.R. (2014). Reconceptualizing nature of science for science education. In: *Reconceptualizing the nature of science for science education. Contemporary trends and issues in science education*, vol 43. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-9057-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-94-017-9057-4_1)
- Erits, A. (2008). Põhikooli lõpuklasside õpilaste arusaamad teaduse olemusest. Magistritöö. Tartu Ülikool.
- Fouad, K. E., Masters, H., & Akerson, V. L. (2015). Using history of science to teach nature of science to elementary students. *Science & Education*, 24(9), 1103–1140. <https://doi.org/10.1007/s11191-015-9783-5>
- García-Carmona, A., & Acevedo-Díaz, J. A. (2018). The Nature of scientific practice and science education. *Science & Education*, 27(5), 435–455. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-9984-9>
- Habicht, T. (2019, 29. juuni). Kanada professor: teaduse põhialuseid peab õpetama lasteaias. *Postimees*, lk 20–21.
- Haridus- ja teadusministeerium (2021). *Haridusvaldkonna arengukava 2021–2035*. <http://arhmus.tlu.ee/cgi-bin/epam?oid=121394>.
- Haridussõnastik (2014). <https://www.eki.ee/dict/haridus/index.cgi?Q=klassi%C3%B5petaja&F=M&C06=en>.
- Holbrook, J., & Rannikmäe, M. (2007). The nature of science education for enhancing scientific literacy. *International Journal of Science Education*, 29(11), 1347–1362. <https://doi.org/10.1080/09500690601007549>
- Kampourakis, K. (2016). The “general aspects” conceptualization as a pragmatic and effective means to introducing students to nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(5), 667–682. <https://doi.org/10.1002/tea.21305>
- Karaman, A. (2018). Eliciting the views of prospective elementary and preschool teachers about the nature of science. *European Journal of Educational Research*, 7(1), 45–61. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.7.1.45>
- Khishfe, R. (2019). The transfer of nature of science understandings: A question of similarity and familiarity of contexts. *International Journal of Science Education*, 41(9), 1159–1180. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1596329>
- Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551–578. <https://doi.org/10.1002/tea.10036>



- Kiely, M. E. (2021). Risks and benefits of vegan and vegetarian diets in children. *Proceedings of the Nutrition Society*, 80(2), 159–164. <https://doi.org/10.1017/S002966512100001X>
- Klassiõpetaja (2022). <https://ut.ee/et/oppekavad/klassiõpetaja>.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: past, present, and future. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831–879). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Lederman, N. G., Lederman, J. S., & Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(3). <https://ijemst.net/index.php/ijemst/article/view/19>.
- Lin, F., & Chan, C. K. K. (2018). Promoting elementary students' epistemology of science through computer-supported knowledge-building discourse and epistemic reflection. *International Journal of Science Education*, 40(6), 668–687. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1435923>
- Lukner, A. (2009). Õpetajate ja õpilaste arusaamad teaduse olemusest. Magistritöö. Tartu Ülikool.
- Malleus, E., Kikas, E., & Marken, T. (2017). Kindergarten and primary school children's everyday, synthetic, and scientific concepts of clouds and rainfall. *Research in Science Education*, 47, 539–558. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9516-z>
- Matkins, J. J., & Bell, R. L. (2007). Awakening the scientist inside: Global climate change and the nature of science in an elementary science methods course. *Journal of Science Teacher Education*, 18(2), 137–163. <https://doi.org/10.1007/s10972-006-9033-4>
- McComas, W. F. (1998). The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths. In *The nature of science in science education* (pp. 53–70). Springer, Dordrecht.
- Mesci, G., & Schwartz, R. S. (2017). Changing preservice science teachers' views of nature of science: Why some conceptions may be more easily altered than others. *Research in Science Education*, 47(2), 329–351. <https://doi.org/10.1007/s11165-015-9503-9>
- National Research Council. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18290>
- Parikh, M., Redfield, R., Wang, C., & Lautenslager, T. (2021). S1897 Miracle Mineral Solution: In no way a “miracle”. *Official journal of the American College of Gastroenterology ACG*, 116, S832–S833.
- Põhikooli riiklik õppekava. (2011). *Riigi Teataja* I, 08.03.2023, 5. <https://www.riigiteataja.ee/akt/108032023005>.
- Rannikmäe, M., Holbrook, J., & Soobard, R. (2020). Social constructivism – Jerome Bruner. In *Science Education in Theory and Practice* (pp. 259–275). Springer, Cham.
- Rannikmäe, A., & Rannikmäe, M. (2014). Teaduse olemus ja loodusainete õpetamine. M. Rannikmäe & R. Soobard (toim), *Paradigmaatilised suundumused loodusainete õpetamisel üldhariduskoolis* (lk 21–32). Tartu: Eesti Ülikoolide Kirjastus.

- Rannikmäe, A., Rannikmäe, M., & Holbrook, J. (2006). The nature of science as viewed by none-science undergraduate students. *Journal of Baltic Science Education*, 2, 77–85.
- Rannikmäe, M., Soobard, R., Reiska, P., Rannikmäe, A., & Holbrook, J. (2017). Õpilaste loodusteadusliku kirjaoskuse tasemete muutus gümnaasiumiõpingute jooksul. *Eesti Haridusteaduste Ajakiri*, 5(1), 59–98. <https://doi.org/10.12697/eha.2017.5.1.03>
- Salter, I., & Atkins, L. (2013). Student-generated scientific inquiry for elementary education undergraduates: Course development, outcomes and implications. *Journal of Science Teacher Education*, 24(1), 157–177. <https://doi.org/10.1007/s10972-011-9250-3>
- Zaidi, M. B., & Flores-Romo, L. (2020). The growing threat of vaccine resistance: A global crisis. *Current Treatment Options in Infectious Diseases*, 12(2), 122–134. <https://doi.org/10.1007/s40506-020-00219-4>
- Vaismoradi, M., & Snelgrove, S. (2019). *Theme in qualitative content analysis and thematic analysis*. Forum: Qualitative.
- Valencia Narbona, M., Núñez Nieto, P., & Cofré Mardones, H. (2022). Understanding of nature of science (NOS) in pre-service teachers with different science content knowledge, before and after an intervention. *International Journal of Science Education*, 1–19. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2152294>
- Ward, G., & Haigh, M. (2017). Challenges and changes: Developing teachers' and initial teacher education students' understandings of the nature of science. *Research in Science Education*, 47(6), 1233–1254. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9543-9>
- Wilson, K., & Keelan, J. (2013). Social media and the empowering of opponents of medical technologies: The case of anti-vaccinationism. *Journal of Medical Internet Research*, 15(5), e103. <https://doi.org/10.2196/jmir.2409>
- Öberg, G., Campbell, A., Fox, J., Graves, M., Ivanochko, T., Matsuchi, L., Mouat, I., & Welsh, A. (2022). Teaching science as a process, not a set of facts. *Science & Education*, 31(3), 787–817. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00253-8>

# Developing an understanding of the nature of science in preschool primary teachers

Aigi Kikkas<sup>a1</sup>, Regina Soobard<sup>b</sup>, Miia Rannikmäe<sup>b</sup>

<sup>a</sup> *Institute of Education, University of Tartu*

<sup>b</sup> *Centre for Science Education, University of Tartu*

## Summary

### Introduction

Science plays a vital role in today's increasingly technological world, so much so that it is recognised as an important component of teaching meaningfully at all levels of school education. One key aspect in the learning of science is often referred to as the nature of science (NOS) (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000), and in this respect, researchers have identified several key conceptualisations which have importance in science education (Kampourakis, 2016):

- (a) scientific knowledge is empirical and tentative;
- (b) logic, imagination and creativity play a significant role in the development of science learning;
- (c) science perceptions are influenced by the prior knowledge and experiences of scientists, as well as by social and cultural context;
- (d) distinguishing between observations and inference, as well as theories and laws of science, is essential in the teaching and learning of science;
- (e) there is no universal scientific method.

Research has shown that, in the teaching of science subjects, an understanding of NOS is problematic for both students and teachers (Akerson & Hanuscin, 2007; Dogan & Abd-El-Khalick, 2008). For example, both students and teachers have been shown to hold a naive view that science utilises one universal scientific method (Akerson & Hanuscin, 2007; Dogan & Abd-El-Khalick, 2008), the development of scientific knowledge, as well as the interrelationship of hypotheses, theories and laws, are not understood (Dogan & Abd-El-Khalick, 2008). There has been little research on teachers' and students' conceptualisation of NOS in Estonia.

Studies have shown that three main approaches have been used to develop teacher and student understanding of NOS: a historical approach, an implicit

---

<sup>1</sup> Institute of Education, University of Tartu, Jakobi 5, Tartu 51005 Estonia; aigi.kikkas@ut.ee.

approach and an explicit-reflective approach (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002). All three approaches have been shown to have their advantages and disadvantages, but the explicit-reflective approach has been shown to be the most effective (Akerson et al., 2011; Ward & Haigh, 2017). Nevertheless, learners may still have difficulties in terms of the tentativeness of knowledge, distinguishing the nature of theory and law, and appreciating subjectivity and socio-cultural influences (Cofre et al., 2019). This suggests that effective teaching may need to involve a combined use of different approaches.

It has been recognised that it is appropriate to start teaching about NOS as early as possible to facilitate the understanding of NOS (Akerson et al., 2011). However, no previous studies on primary school teachers' understanding of the Nature of Science have been undertaken. Yet, they are the ones who lay the foundation for students' understanding of the Nature of Science.

### ***Aim of the study:***

The present study aims to design a compulsory course based on the current understanding of the nature of science for all students studying to become primary school teachers, supporting the development of a meaningful understanding of the nature of science and enabling their readiness to promote aspects related to the nature of science in general education schools.

### ***The research questions are:***

1. What are the pre-course perceptions of students studying to become primary school teachers about the nature of science?
2. What attitudes towards teaching components of the nature of science topics within school science teaching do students studying to become primary school teachers hold?
3. What is the feedback from students studying to become primary school teachers towards the value of a subject course designed to develop an understanding of the nature of science?

## **Methodology**

This study involved 27 Master's students in their 5th year of the University of Tartu primary school teacher education programme. At the beginning of the NOS course, all participants completed a questionnaire seeking their prior NOS understanding, and the course was adjusted according to the outcomes of the questionnaire. In total, 22 participants completed a final feedback questionnaire.

The study was conducted in the following stages.

- (a) In the first stage of the study, the pre-course questionnaire was analysed to identify perceptions of the various aspects of NOS.
- (b) In the second stage of the study, the course in the primary school teacher's curriculum was modified based on the outcomes of the questionnaire.
- (c) In the third stage of the study, the adapted subject was implemented. The course lasted one whole semester (one seminar per week), and the learning activities carried out were of different durations (15 minutes to 1 hour).

The course covered the following NOS topics:

- (I) the nature of observations,
- (II) conceptualisation of the scientific method,
- (III) the formation and nature of scientific knowledge,
- (IV) the use of imagination, objectivity and subjectivity in science.

In addition, activities were included focusing on misconceptions.

- (d) At the end of the course, the participants completed a feedback questionnaire prepared by the researchers. This questionnaire aimed to gather information on the usefulness of the course and activities in the learners' estimation of understanding different aspects of NOS.

## Results and discussion

The students' responses to the initial questionnaire revealed that they had a limited understanding of many aspects of NOS or that their views did not correspond to those presented in contemporary research. For example, students thought that theories were not as certain as the laws, and theories had less supporting evidence. The study confirmed that there was a misconception among prospective primary school teachers about the existence of a universal scientific method, i.e. the knowledge that "all scientists follow certain steps in their work" (McComas, 1998). The persistence of a misunderstanding of the universal scientific method was alleviated by promoting the importance of inquiry learning and its stages in teaching related to the natural science curricula developed for general education schools (Ainevaldkond "Loodusained", 2011ab) and within teacher training programmes (Klassiõpetaja, 2022). The findings and activities of researchers in different fields were introduced, and reference to additional research studies was given to facilitate an understanding of the diverse methods promoted during the studies. It was also pointed out that a historical approach could be justified during which stories about scientists and scientific discoveries were read (Fouad et al., 2015) or meetings with scientists were organised.

Although the study revealed several gaps in the students' understanding of NOS, they were supportive of the teaching aspects of the nature of science in school. There was clear support for the view that the school should teach that scientific knowledge may be tentative, because then students understand better the development of science. This was seen as a positive result because if school students understood that science was continuously developing, they would hopefully trust the opinions of scientists more, seek ways to find solutions to their everyday problems and make scientifically based decisions with the welfare of both themselves and the whole of society in mind (e.g. in the field of nutrition, vaccination, health behaviours).

The study revealed that the students evaluated the adapted course positively. Participants rated learning about the nature of observations as the most useful activity, while learning activities related to theories, laws, and models turned out to be less useful and the most difficult for the participants to understand. This did not come as a surprise, as the complexity of this aspect of NOS was already revealed in the analysis of the answers to the questionnaire. The study also revealed that students had a general lack of understanding of what were theories, laws, models, etc. This implied that the topic should be initiated by developing such concepts.

The study confirmed that it was not essential to create a separate NOS subject course in the curriculum to facilitate students' NOS understanding but that it was sufficient to adapt the existing course by introducing NOS aspects. Previous studies also showed that with only three hours of effective NOS learning, it was possible to significantly improve students' understanding (Valencia Narbona et al., 2022). Therefore, it was most important to identify the most suitable learning activities. In this respect, this research provided important insights. Based on the experiences gained, additional activities could be added to the course (e.g. stories illustrating the development of science, further practical tasks), and less effective activities could be removed or modified/supplemented (e.g. reading scientific articles). It would be desirable to introduce an even more reflective aspect to follow-up courses, which was emphasised in previous research (Adibelli-Sahin & Deniz, 2017). For example, in addition to oral discussions used for all activities during this course, written reflections (e.g. short essays) could also be added.

*Keywords:* nature of science, teachers' training, primary school teachers' understanding