

MATEMATIIKAN JA LUONNONTIETEIDEN OPETUKSEN TUTKIMUSPÄIVÄT

ABSTRAKTIT

TAMPEREEN YLIOPISTO, 29.–30.10.2026



Sisällys

Pääpuhujat	9
(to 9.30-11.15, sali TB109) Päivi Portaankorva-Koivisto: Saako matematiikan opetus olla elämyksellistä?	9
(pe 11.00-12.00, sali TB109) Essi Aarnio-Linnanvuori: Miten ympäristötiedosta tehdään oppijalle merkityksellistä?	9
Rinnakkaissessio I, 29.10. klo 11.15-12.30 sali TB214, Matematiikka (suomi), puheenjohtaja: Mika Koponen	10
(11.15-11.40) Emilia Aaltonen: Siirtymän tarkastelu TIMSS -aineiston valossa . .	11
(11.40-12.05) Martti Runsten: Luokanopettajaopiskelijoiden matemaattisten valmiuksien kehityskulkuja	12
(12.05-12.30) Mika Koponen: Aineenopettajaopiskelijat hyötyvät ongelmalähtöisestä 5E-opetusmallista luokanopettajaopiskelijoita enemmän	12
Rinnakkaissessio I, 29.10. klo 11.15-12.30 sali TB215, Luonnontiede (suomi), puheenjohtaja: Leena Partanen	13
(11.15-11:40) Teemu Rauhala: Mittalaitteiden käyttäminen osana fysiikan opetusta	15
(11.40-12.05) Johannes Gale: Perceived Teacher Mindset, Enthusiasm, and Students' In-Class Need Satisfaction: Implications for Mindset and STEM Aspirations	16
(12.05-12.30) Henna Kevarinmäki: Motivaatio, sitoutuminen ja tavoiteajassa valmistuminen matemaattis-luonnontieteellisten aineiden opiskelijoilla	17

Rinnakkaissessio I, 29.10. klo 11.15-12.30 sali TB216, Luonnontiede (englanti), puheenjohtaja: Riikka Lahtinen		18
(11.15-11.40) Veli-Matti Vesterinen ja Reetta Kyynäräinen: Akateeminen kimmoisuus, virheuskomukset ja tunnekokemukset kemian oppimisessa		19
(11.40-12.05) Nandagopal Thangavelu: Sensemaking using computer simulations as a pedagogical tool in a university chemistry course		20
(12.05-12.30) Inkeri Kontro: The lecture exercise for active learning on lectures . .		21
Rinnakkaissessio II, 29.10. klo 13.30-15.15 sali TB214, Matematiikka (suomi) puheenjohtaja: Jani Hirvonen		21
(13.30-13.55) Antti Pikkarainen: Malli-agnostisen pedagogisen promptaustyökalun käyttö ja tuottavan sinnikkyuden mittaaminen matematiikassa.		23
(13.55-14.20) Marika Toivola: Käänteinen oppiminen opettajan ammatillisen kehittymisen tilana		24
(14.20-14.45) Anne-Maria Ernvall-Hytönen: Joustavuus integraalilaskennan kurssilla		25
Rinnakkaissessio II, 29.10. klo 13.30-15.15 sali TB215, Luonnontiede (suomi), puheenjohtaja: Terhi Mäntylä		25
(13.30-13.55) Antti Lehtinen: Luokan- ja aineenopettajaopiskelijoiden pedagoginen ja sisällöllinen minäpystyvyys tutkimukselliseen työtapaan luonnontieteiden opettamisessa		27
(13.55-14.20) Pasi Nieminen: Tasapainosääntöjen rakentuminen: simulaatioympäristö, oppilaiden päättely ja opettajan ohjaus		28
(14.20-14.45) Tommi Kokkonen: Erilaiset tiedonesitystavat fysiikan opetuksessa: yhteenvetoa kolmesta luokahuonetutkimuksesta		29
Rinnakkaissessio II, 29.10. klo 13.30-15.15 sali TB216, Matematiikka (englanti), Puheenjohtaja:		30
(13.30-13.55) Heli Virtanen: How well do students handle vectors? An analysis based on the Finnish mathematics matriculation examinations		31

(13.55-14.20) Reetta Kyynäräinen: Frustration Disrupts the Next Section: The Dynamic Interplay Between Students' Emotions and Performance During a Semi-High-Stakes Mathematics Test	31
(14.20-14.45) Hanna Viitala: Lower secondary students' task-specific confidence in a mathematics problem-solving intervention	32
(14.45-15.05) Kübra Nur Savas: Emotions, Perceptions, and Performance: Does emotional design matter in game-based math learning environments?	33
 Rinnakkaissessio III, 30.10. klo 9.00-10.30 sali TB214, Matematiikka (suomi),	
puheenjohtaja: Terhi Kaarakka	34
(9.00-9.25) Elina Viro ja Juuso Linnusmäki: Matematiikka-ahdistus ja oppilaiden autonomian kokemukset matematiikan opetuksen joustavassa ryhmittelyssä ja yhteisopettajuudessa seitsemännellä vuosiluokalla	35
(9.25-9.50) Pieti Tolvanen: Luokkatason variaatio yhtäsuuruusmerkin suhteellisessa ymmärtämisessä luokilla kolme ja viisi	36
(9.50-10.15) Dimitri Tuomela: From "the answer" to "the same as": Design-based research on an equal-sign workshop for the primary-secondary transition . .	37
 Rinnakkaissessio III, 30.10. klo 9.00-10.15 sali TB215, Luonnontiede (suomi)	
puheenjohtaja: Terhi Mäntylä	38
(9.00-9.25) Terhi Mäntylä: Role of declarative knowledge in pre-service physics teachers' explanations during DC-circuit task	39
(9.25-9.50) Peitsa Veteli: Fysiikan tiedekasvatusmallin kehitys Helsingin yliopistolla	39
(9.50-10.15) Maija Nousiainen ja Juha-Matti Vilppunen: Virtapiiritehtäviin liittyvät kielelliset ilmaisut fysiikan opettajankoulutuksessa	40
 Rinnakkaissessio III, 30.10. klo 9.00-10.15 sali TB216, Luonnontiede (englanti), Puheenjohtaja: Mikko Kesonen	
41	
(9.00-9.25) Antti Laherto: Socio-Scientific Issues (SSI) in science education: A complex, pluralistic, and futures-oriented approach	43

(9.25-9.50) Mikko Kesonen: Primary teacher students' misconceptions of matter and its changing processes as resource for teaching physics and chemistry didactics	44
(9.50-10.15) Elisa Vilhunen: From Instructional Motivation to Engagement: The Mediating Role of Optimal Learning Moments in Science Classrooms	44

Rinnakkassessio IV, 30.10. klo 13.00-14.30 sali TB214, Matematiikka (suomi),

puheenjohtaja: Jani Hirvonen	45
(13.00-13.25) Matti Pauna: Matematiikan peruskurssi monitieteiselle ja -kulttuuriselle opiskelijajoukolle	47
(13.25-13.50) Mikko Äijälä: Lopputuloksesta oppimisprosessiin: reflektiivinen teko-älyraportointi opiskelijan toimijuuden tukena	48
(13.50-14.15) Simo Ali-Löytty: MaTech-hanke matematiikan opintojen sujuvoittamiseen, katsaus hankkeen tuotoksiin	49

Rinnakkaissessio IV, 30.10. klo 13.00-14.30 sali TB215, Luonnontiede (suomi),

puheenjohtaja: Leena Partanen	50
(13.00-13.25) Suvi Lintuvaara: Lukiolaisten käsityksiä sähkömagneettisesta säteilystä kasvihuoneilmiön kontekstissa: sisällönanalyysi	51
(13.25-13.50) Miikka Turkkila: Tieteellisten käsitysten ja virhe käsitysten yhteissiintymisen kasvihuoneilmiön selityksissä: verkostanalyttinen tarkastelu . .	52
(13.50-14.15) Aku Pajula: Nykyaikaisen fotonikäsitteen opettaminen kvanttioptiikan kokeiden ohjaamana	53

Rinnakkaissessio IV, 30.10. klo 13.00-14.30 sali TB216, Matematiikka (englanti),

puheenjohtaja:	54
(13.00-13.25) Hanna Viitala: Inside the group: pupils' views on learning and what matters in collaborative mathematic work	55
(13.25-13.50) Barkat Bhayo: Learning Beyond Equations: Acculturation and Engineering Mathematics Achievement Among Immigrant Students	56

(13.50-14.15) Kin Nok Nicholas Fung: One classroom, many learners: Developing a survey of physics teachers' responses to learner heterogeneity	56
---	----

Pääpuhujat

Saako matematiikan opetus olla elämyksellistä?

Päivi Portaankorva-Koivisto, FT, yliopistonlehtori (emerita), Helsingin yliopisto

Tänä syksynä monet kouluun liittyvät keskustelut ovat kääntyneet uusimpiin PISA-tuloksiin. Olemme murehtineet nuorten matematiikan osaamisen laskua, vaikka tämänkertaiset tulokset eivät matematiikkaan painottuneetkaan, ja päätyneet tulokseen, jonka Opetushallituskin otsikoi tiedotteessaan 10.9.2026: PISA-tulokset vahvistavat suunnan: perustaitoihin, lukutaitoon ja hyvinvointiin panostettava. Tarkoittaako tämä, että elämykselliselle matematiikan opetukselle ei ole enää tilaa? Vai voiko perustaitojen harjoittelukin olla elämyksellistä?

Esitelmässäni kuvaan opetustaipaleeni aikana kehittämäni elämyksellisen matematiikan opetuksen taustoja ja ilmenemismuotoja ja suhteutan niitä tutkimusperustaisen matematiikan osaamisen vaatimuksiin ja saatuihin tuloksiin. Lopuksi pohdin, onko jotain, mitä työvuosieni opettamana muuttaisin matematiikan opetuksessa ja opettajankoulutuksessa.

Miten ympäristötiedosta tehdään oppijalle merkityksellistä?

Essi Aarnio-Linnanvuori, FT, Yliopistonlehtori, Tampereen yliopisto

Ympäristötieto on luonteeltaan laaja-alaista, monimutkaista ja tieteiden väliset rajat ylittävää. Siihen liittyy poliittista ja emotionaalista latausta. Esimerkiksi ilmastonmuutokseen liittyvä tieto voi tuntua oppijasta kaukaiselta – tai niin ahdistavalta, että oppija pyrkii

ottamaan aiheeseen itse etäisyyttä. Lisäksi ympäristötieto muuttuu ja päivittyy jatkuvasti. Tämä kaikki tekee ympäristötiedon opettamisesta ja oppimisesta haastavaa. Monimutkaisen tiedon opiskelussa onkin tärkeää, että oppijalla on aktiivinen rooli. Tähän auttavat oppiainerajat ylittävät näkökulmat, yhteistoiminnalliset työtavat ja tiedon konkretisoiminen esimerkeillä. Oppijalle relevantteja näkökulmia ympäristötietoon voi etsiä esimerkiksi paikallisista esimerkeistä.

Esityksessäni tarkastelen nuorten ja opettajien eurooppalaisessa tutkimuksessa esille nostamia näkökulmia koulun tarjoamaan ilmastotietoon ja sen relevanssiin nuorten elämämaailman näkökulmasta. Tarkastelen opettajan mahdollisuuksia tehdä ympäristötiedosta merkityksellistä tutkimustiedon ja oman kokemukseni valossa. Lisäksi pohdin tiedon roolia ja rajoja ympäristö- ja ilmastokasvatuksen perimmäisten tehtävien näkökulmasta.

Rinnakkaissessio I, 29.10. klo

11.15-12.30 sali TB214

Emilia Aaltonen (Helsingin yliopisto), Anne-Maria Ernvall-Hytönen (Helsingin yliopisto), Peter Hästö (Helsingin yliopisto) ja Dimitri Tuomela (Helsingin yliopisto)

Siirtymään alakoulusta yläkouluun liittyy motivaation, sitoutumisen ja oppimistulosten laskua erityisesti matematiikassa. Tämän on esitetty olevan yhteydessä sisällöllisiin ja pedagogisiin epäjatkuvuuksiin (Gueudet et al., 2016; Kaur, McLoughlin, & Grimes, 2022). Tutkimme TIMSS 2019 ja 2023 aineistosta eroja suomalaisten 4. ja 8. luokan opettajien näkemyksissä opetuksesta, oppilaiden käsityksistä ja työskentelyolosuhteista. Tavoitteenamme on tunnistaa rakenteellisia tekijöitä, jotka voisivat selittää siirtymävaiheeseen liittyviä haasteita. Yhdistimme kahden opettajaryhmän aineistot, tunnistimme 99 molemmissa kyselyissä identtistä kysymystä ja vertasimme ryhmien keskiarvoja riippumattomien otosten t-testillä. Löysimme 46:ssä kysymyksessä ryhmien välisiä eroja, jotka olivat tilastollisesti merkitseviä tasolla $p < 0,001$. Analyysin toisessa vaiheessa näitä 46 kysymystä analysoitiin laadullisesti yhteisten teemojen tunnistamiseksi. Eniten eroja luokan- ja aineenopettajien näkemyksissä löytyi opetuskäytänteistä (digitaalisten välineiden käyttö, kotitehtävien frekvenssi ja tarkistuskäytänteet) ja sosiaalisesta oppimisympäristöstä (vanhempien, vertaisryhmän ja opettajien oppilaille asettamat odotukset ja oppimista rajoittavat tekijät). Vain vähän eroja löytyi sen sijaan luokahuone- ja arviointikäytänteissä, turvallisuuteen ja

käyttäytymiseen liittyvissä kysymyksissä, sekä opettajuuteen liittyvissä kysymyksissä koe-
tun kuormituksen, ammatillisen kehittymisen sekä opettajuuden kokemisen osalta. Tässä
tutkimuksessa löysimme eroja ala- ja yläkoulun opettajien näkemyksissä. Seuraavaksi olisi-
kin tärkeää tutkia, liittyvätkö nämä erot oppilaiden kokemuksiin ja haasteisiin siirtymässä.

Luokanopettajaopiskelijoiden matemaattisten valmiuk- sien kehityskulkuja

Martti Runsten (Tampereen yliopisto) ja Mika Koponen (Tampereen yliopisto)

Toteuttamassamme tutkimuksessa havainnoitiin luokanopettajaopiskelijoiden matemaat-
tisten taitojen kehitystä tutkintoon kuuluvan matematiikan oppimiskokonaisuuden yhtey-
dessä. Aineisto kerättiin esi- ja jälkitestin avulla opiskelijoiden oppimistapahtumien yhtey-
dessä. Tuloksia käsitellessämme muodostimme tyyppivirhe kategorisoinnin, jonka avulla opis-
kelijoiden suorituksia tarkasteltiin hierarkkisen klusteroinnin keinoin. Tulokset näyttävät,
että opiskelijoiden oppimissuunnat jakautuvat neljään kategoriaan, joita erottaa kokonais-
suoriutumisen lisäksi tehtyjen virheiden jakautuminen proseduraalisten ja käsitteellisten vir-
heiden välillä. Lopuksi pohdimme tutkimustulosten ja opiskelijoiden muuttuneiden ratkaisu-
menetelmien valossa sitä, kuinka tutkimusta voisi laajentaa ja hyödyntää esimerkiksi oikea-
aikaisen tuen tarjoamiseksi oppijoille.

Aineenopettajaopiskelijat hyötyvät ongelmalähtöisestä 5E-opetusmallista luokanopettajaopiskelijoita enemmän

*Mika Koponen (Tampereen yliopisto), Mikko Kesonen (Tampereen yliopisto) ja Tomi Jaak-
kola (Tampereen yliopisto)*

Vaikka tutkimukset osoittavat, että tutkiva oppiminen on tehokas oppimistapa matema-
tiikassa, on sen käytännön harjoittelu opettajankoulutuksen aikana usein haasteellista. To-

teutimme opetusintervention aineen- ja luokanopettajaopiskelijoille, jossa opetimme opettajaopiskelijoille ongelmalähtöistä oppimistapaa hyödyntävän 5E-opetusmallin. Tutkimuksessa tarkastelemme opiskelijoiden käsityksiä ongelmalähtöisestä oppimistavasta ja minäpystyvyydestä kyselytutkimuksen avulla. Kyselytutkimus toteutettiin alku- ja loppumittauksena. Tulokset osoittavat, että aineenopettajaopiskelijat kokevat hyötyvänsä opetusinterventiosta enemmän kuin luokanopettajaopiskelijat. Vaikka molemmissa ryhmissä lähtötilanne on samankaltainen, paranee aineenopettajaopiskelijoiden minäpystyvyys ja käsitykset ongelmalähtöisestä opetustavasta luokanopettajaopiskelijoita enemmän. Johtopäätöksissä pohdimme tutkimustulosten pohjalta, millaisella opetuksella molemmat ryhmät hyötyisivät ongelmalähtöisestä opetuksessa enemmän

Rinnakkaissessio I, 29.10. klo 11.15-12.30 sali TB215

Mittalaitteiden käyttäminen osana fysiikan opetusta

Teemu Rauhala (Helsingin yliopisto)

Tämä maisterintyö käsittelee, kuinka mittalaitteita voidaan hyödyntää lukion fysiikan opetuksessa Suomessa. Työssä läpikäydään erilaisia mittalaitteita, kuten laseretäisyysmittari, mittalaitteiden taustalla olevia fysiikan ilmiöitä ja eri opetusmenetelmiä. Aihetta ei ole aiemmin tutkittu lukiokontekstissa, joten työ vastaa osaltaan siihen tutkimusaukkoon.

Maisterintyötä varten pidettiin kolme opetusinterventiotuntia Helsingin luonnontiedelukiossa. Tunneilla opiskelijoille esiteltiin erilaisia mittalaitteita. Opiskelijat pääsivät pienryhmissä testaamaan mittalaitteita ja pohtimaan niiden taustalla olevia fysikaalisia ilmiöitä. Valitut mittalaitteet olivat suhteellisen edullisia hinnaltaan sekä helppoja ja turvallisia käyttää.

Opetusinterventiotunneilta kerättiin opiskelijoilta Likert-asteikon (1–5) mukaisilla kyselytutkimuksilla aineistoa. Opiskelijoiden vastauksia (66 kappaletta) analysoitiin tilastollisia menetelmiä hyödyntäen. Pääpaino oli saada tutkimusnäyttöä siitä kannattaako mittalaitteita hyödyntää fysiikan opetuksessa ja opiskelun tukena.

Työn teoreettinen tausta nojautuu relevanssiteoriaan (Stuckey ym., 2013). Kysymykset jaoteltiin relevanssiteorian mukaisiin ulottuvuuksiin. Keskiarvot olivat yli neljä jokaisessa ulottuvuudessa ja mediaanit vähintään neljä.

Aineistosta piirtyy kuva, että opiskelijat pitivät mittalaitteiden käyttämistä hyvänä fy-

siikan opiskelua tukevana opetusmenetelmänä. Tutkimuskoulun fysiikan vastuopettajan näkemykset interventiotunneista ja opetusmenetelmästä tukivat tätä positiivista kuvaa.

Työn opetusmenetelmä on linjassa Lukion opetussuunnitelman (Opetushallitus, 2019) kanssa. Opetusmenetelmässä opiskelija oppii ymmärtämään fysikaalisia ilmiöitä teknologisten sovellusten taustalla. Opiskelijan aikaisemmat arkielämän kokemukset tulevat esille ja niitä pystyy hyödyntämään oppimisessa. Relevanssiteorian mukaiset merkityksellisyyden ulottuvuudet tulevat esille.

Työn opetusmenetelmä hyödyntää sisäänrakennettuna monia akateemisesti uskottavia opetustapoja, muun muassa aktiivista ja tutkivaa oppimista.

Perceived Teacher Mindset, Enthusiasm, and Students' In-Class Need Satisfaction: Implications for Mindset and STEM Aspirations

Johannes Gale (University of Helsinki), Junlin Yu, Elina Ketonen, Veli-Matti Vesterinen, and Katja Upadaya

Students' academic decisions are shaped by motivational experiences that develop across lessons. This study examined how students' perceptions of teacher enthusiasm and mindset relate to competence, autonomy, and relatedness during physics lessons, and whether these experiences are associated with students' mindset and STEM aspirations. Participants were 173 first year upper secondary students completing a physics module. Students provided 667 experience sampling reports across five lessons. Teacher perceptions were assessed at the beginning of the module, and student mindset and STEM aspirations after the module. Bayesian two level modelling separated within student variation from between student differences in need satisfaction. Perceived teacher enthusiasm was positively associated with competence ($\beta = .46$), relatedness ($\beta = .54$), and autonomy ($\beta = .53$), whereas perceived teacher fixed mindset was not credibly associated with any need. Competence was associated with lower fixed mindset ($\beta = -.34$) and higher STEM aspirations ($\beta = .26$). Teacher

enthusiasm showed credible indirect associations with lower fixed mindset and higher STEM aspirations through competence, but not through autonomy or relatedness. These findings identify competence as a central pathway linking perceived teacher enthusiasm with students' motivational beliefs and STEM aspirations in a physics module.

Motivaatio, sitoutuminen ja tavoiteajassa valmistumisen matemaattis-luonnontieteellisten aineiden opiskelijoilla?

Henna Kevarinmäki (Turun yliopisto), Tommi Kokkonen (Turun yliopisto) ja Jake McMullen (Turun yliopisto)

Motivaatio ja opintoihin sitoutuminen (engagement) ovat keskeiset tutkimuskentät oppimistulosten ja opinnoissa pysymisen tarkasteluun. Nämä kaksi rakennetta nähdään toisiinsa vahvasti liittyvinä, usein niin, että motivaatio edeltää sitoutumista: motivoitunut opiskelija osoittaa sitoutumista käyttämällä esimerkiksi syväsuuntautuneita oppimismenetelmiä ja panostamalla ajallisesti opintoihinsa, minkä taas nähdään johtavan esimerkiksi positiivisiin oppimistuloksiin ja opinnoissa pysymiseen.

Motivaatio ja sitoutuminen ovat moniulotteisia käsitteitä, joita voidaan lähestyä useasta eri teoreettisesta näkökulmasta. On ehdotettu, että motivaatiota ja sitoutumista tulisi tarkastella useaa eri teoreettista viitekehystä hyödyntäen, jotta niiden tarkastelu olisi mahdollisimman todenmukaista. Lisäksi on ehdotettu henkilökeskeisiä menetelmiä opiskelijoiden välisten erojen paljastamiseksi. Motivaatiota ja sitoutumista on harvoin tarkasteltu yhdessä usean eri teoreettisen viitekehyksen näkökulmasta, joten ymmärryksemme ko. rakenteista ja niiden ajallisesta vaihtelusta sekä merkityksestä oppimistuloksiin on yhä rajoitettua.

Tässä tutkimuksessa tarkastelemme Suomen matemaattis-luonnontieteellisten alojen yliopisto-opiskelijoiden motivaatiota ja sitoutumista, sekä niiden yhteyttä tavoiteajassa valmistumiseen, latenttitransitioanalyysiä (LTA) hyödyntäen. Tutkimusasetelmamme sisältää mahdollisimman kattavasti eri motivaatioteorioiden ja sitoutumisen dimensioita, joiden pohjalta

muodostamme opiskelijoiden motivaatio-sitoutumisprofileja ensimmäisen sekä toisen opiskeluvuoden lopuksi. Lisäksi tarkastelemme näiden profiilien, sekä niiden välillä tapahtuvien siirtymien, yhteyttä tavoiteajassa valmistumiseen regressiomenetelmällä. Tulokset kertovat meille erityisesti, millaisia 1. ja 2. opiskeluvuoden motivaatio-sitoutumisrakenteet ovat, ja mitä ne voivat kertoa opintojen etenemisestä tulevaisuudessa.

Rinnakkaisessio I, 29.10. klo

11.15-12.30 sali TB216

Akateeminen kimmoisuus, virheuskomukset ja tunneko- kemukset kemian oppimisessa

*Veli-Matti Vesterinen (Turun yliopisto), Reetta Kyynäräinen (Turun yliopisto) ja Katja Upa-
dyaya (Helsingin yliopisto)*

Tutkimuksessa tarkasteltiin, miten akateeminen kimmoisuus (academic buoyancy), eli ky-
ky selviytyä tavanomaisista opiskeluun liittyvistä vastoinkäymisistä, sekä kemian oppimiseen
liittyvät virheuskomukset ja -reaktiot ovat yhteydessä oppilaiden tilannekohtaisiin tunneko-
kemuksiin oppimisen aikana. Tutkimus toteutettiin osana laajaa Kemian ja fysiikan opinto-
polut -tutkimushanketta, jossa kehitetään ja tutkitaan digitaalista ViLLE-oppimateriaalia
yläkoulun kemian ja fysiikan opetukseen sekä tarkastellaan oppimista, oppilaiden motivaat-
iota, toimijuutta ja tunteita erilaisissa oppimistilanteissa.

Alkukyselyyn vastasi 2 902 yläkoululaista eri puolilta Suomea. ViLLE-oppimateriaalin
käytön aikana kerätyissä kokemusotantakyselyissä mitattiin oppilaiden hetkellistä onnel-
lisuutta, rentoutuneisuutta, tylsistymistä ja ahdistusta. Aineistoon sisältyi 2 914 tilanne-
kohtaista mittausta 880 oppilaalta. Yhteyksiä akateemisen kimmoisuuden, virheuskomusten
ja -reaktioiden sekä tunteiden välillä tarkasteltiin monitasoisen rakenneyhtälömallinnuksen
avulla.

Tulokset osoittivat, että akateeminen kimmoisuus ja virheisiin suhtautuminen olivat vah-

vasti yhteydessä toisiinsa mutta erillisiä ilmiöitä. Korkeampi akateeminen kimmoisuus oli yhteydessä myönteisempiin virheuskomuksiin, adaptiivisempiin virhereaktioihin sekä positiivisempiin tunnekokemuksiin oppimistilanteissa. Erityisesti toimintaan johtavat adaptiiviset virhereaktiot olivat yhteydessä onnellisuuteen sekä rentoutuneisuuteen, ja korkeampi akateeminen kimmoisuus oli suoraan yhteydessä vähäisempään ahdistukseen. Taustamuuttujana käytetty aiempi kemian arvosana oli myös yhteydessä positiivisempiin tunnekokemuksiin sekä myönteisempään suhtautumiseen virheisiin.

Tulokset korostavat akateemisen kimmoisuuden ja rakentavan virheisiin suhtautumisen merkitystä luonnontieteiden oppimisessa. Samalla tutkimus tarjoaa mallin siihen, miten oppilaiden tilannekohtaisia kokemuksia voidaan tutkia digitaalisissa oppimisympäristöissä osana pitkäjänteistä ja laajamittaista luonnontieteiden opetuksen kehittämistä.

Sensemaking using computer simulations as a pedagogical tool in a university chemistry course

Nandagopal Thangavelu (University of Turku)

Interactive computer simulations can support learning, but their affordances do not automatically translate into sensemaking. This study examined how pre-service subject teachers engaged in sensemaking during group work in a simulation-based chemistry inquiry lesson on gas behaviour. Drawing on student discussions, the study analysed the trajectories of sensemaking episodes through an epistemic games framework.

The findings show that students engaged in robust explanation building with mechanistic reasoning, drawing on worksheet questions, prior knowledge, analogies and simulation outputs as resources. Simulation features supported sensemaking by enabling students to explore relationships between variables and coordinate microscopic and macroscopic representations. However, students did not interact with these resources in uniform ways. Simulation feedback was also used for factchecking rather than sensemaking. Similarly, prior knowledge and analogies could trigger productive reasoning but also reinforce misconceptions. Unexpected

simulation outputs sustained sensemaking when students treated uncertainty as something to investigate but could terminate reasoning when accepted uncritically.

Thus, productive use of simulations for meaningful inquiry was shaped by how students mobilised and negotiated different knowledge resources (including prior knowledge and simulation output) within their framing of the task, highlighting the importance of well-designed inquiry tasks and teacher scaffolding in order to facilitate sensemaking.

The lecture exercise for active learning on lectures

Inkeri Kontro (Tampere University), Vilma Lehtovaara (Tampere University), and Mikko Kesonen (Tampere University)

We have studied the ways in which students interact with a digital exercise during an active learning lecture. This “lecture exercise” was a part of a lecture course in physics for civil and mechanical engineering students in Tampere University. The students worked on the exercise during the lecture and received feedback from the digital learning platform. In addition, the lecturer solved the exercise slowly on the blackboard. We also collected the Force Concept Inventory (FCI) to account for prior knowledge and a questionnaire for approaches to learning.

The ways in which the students ($N = 121$) interacted with the exercise could be split into five robust groups based on temporal progress. The students with lower FCI scores advanced more slowly than students with higher initial scores. The differences were statistically significant ($p = 0.0039$). However, we also found that the group of students who did not finish the exercise had the highest average FCI scores.

We did not find a difference in approaches to learning for the different groups.

Rinnakkaissessio II, 29.10. klo 13.30-15.15 sali TB214

Malli-agnostisen pedagogisen promptaustyökalun käyttö ja tuottavan sinnikkyuden mittaaminen matematiikassa.

Antti Pikkarainen (Turun yliopisto)

Tässä artikkelissa tutkitaan malliriippumatonta pedagogista promptausta ja sen yhteyttä tuottavan sinnikkyuden -ilmiöön yläkoulun matematiikan tehtävissä. Ensimmäinen tutkimuskysymys kartoittaa, millainen malliriippumaton promptiprotokolla tuottaa todennäköisimmin oppimista edistävää, sokraattista formatiivista palautetta eri suurten kielimallien (LLM) välillä. Protokolla operationalisoidaan standardoitujen pedagogisten rajoitteiden avulla (esim. vastausta ei anneta suoraan, ohjataan kysymyksiin), ja palautteen laatua arvioidaan mitattavina piirteinä, erityisesti oppilaan lähikehityksen vyöhykkeeseen (ZPD) kohdentuvana asenteittaisena tuen (scaffolding) rakenteena. Toinen tutkimuskysymys tarkastelee, miten syntyvää productive persistence -käyttäytymistä voidaan analysoida luotettavasti virtuaalisen oppimisympäristön aikaleimoista ja yrityslokeista.

Analyysikehikko perustuu

- (1) yrityskäyttäytymisen kuvioihin (uudelleenyritysten todennäköisyys, yritysten väliset aikavälit),
- (2) avun hakemiseen (AI-tutorin kanssa käyty vuorovaikutus) sekä

(3) resilienssiin (tehtävään palaaminen epäonnistumisten jälkeen).

Tutkimus tuottaa toistettavan promptiprotokollan sekä lokiaineistoon pohjautuvat mittarit, joilla voidaan arvioida pedagogisesti laadukkaan AI-palautteen yhteyttä sitkeään, oppimista tukevaan työskentelyyn.

Käänteinen oppiminen opettajan ammatillisen kehittymisen tilana

Marika Toivola (Satakunnan ammattikorkeakoulu)

Nykykäsityksen mukaan kestävät kouluinnovaatiot tapahtuvat alhaalta ylöspäin ja ovat opettajien tekemiä. Tässä esityksessä käänteistä oppimista tarkastellaan autenttisenä opettajan oma-aloitteisena matematiikan opetuksen kehittämisen kontekstina. Standardoidun opetusmallin sijaan tarjotaan vaihtoehtoinen viitekehys, jossa ymmärrystä käänteisestä oppimisesta rakennetaan opettajan pedagogisten tavoitteiden, toimijuuden ja ekologisten olosuhteiden vuorovaikutuksen kautta.

Tässä opettajan toimijuutta korostavassa näkökulmassa pedagoginen kehittäminen rakentuu iteratiivisesti aiempien kokemusten, nykyisten mahdollisuuksien ja tulevaisuuden tavoitteiden välisessä suhteessa. Tulokulma auttaa ymmärtämään, miksi sama pedagoginen tavoite voi toteutua erilaisten toimijuusorientaatioiden kautta sekä miksi samankaltaisissa olosuhteissa opettajat voivat päätyä erilaisiin pedagogisiin ratkaisuihin. Pedagogisen johdonmukaisuuden ei siten ajatella syntyvän yhden mallin uskollisesta toteuttamisesta, vaan siitä, miten opettajat sovittavat yhteen pedagogisia tavoitteitaan, toimintaansa ja olosuhteitaan.

Yhteensovittamisessa syntyvät jännitteet nähdään mahdollisina ammatillisen kehittymisen paikkoina. Ne avaavat mahdollisuuden kyseenalaistaa aiempia pedagogisia oletuksia ja rakentaa ymmärrystä opetuksesta ja oppimisesta uudelleen. Kääntäen, tällaisten jännitteiden puuttumista ei välttämättä tulisi pitää toivottavana. Vaikka käänteisen oppimisen omaksuminen valmiiksi määriteltynä ja standardoituna pedagogisena tulokulmana voi olla houkuttelevaa, siinä ammatillista kehittymistä tukeva toimijuus saattaa jäädä kokonaan syntymättä.

Näin voi käydä erityisesti silloin, jos opettajalle ei synny tarvetta neuvotella pedagogisia tavoitteitaan tai tarvetta arvioida uudelleen vakiintuneita käsityksiään matematiikan opettamisesta uusien kokemusten valossa.

Esitys pohjautuu kahden artikkelin synteesiin.

Joustavuus integraalilaskennan kurssilla

Anne-Maria Ernvall-Hytönen (Helsingin yliopisto) ja Peter Hästö (Helsingin yliopisto)

Joustavuus on tieto erilaisista ratkaisumenetelmistä ja kyky valita tilanteeseen sopiva. Integraalilaskennan kurssilla tehtiin joustavuustesti sekä kurssin alussa että kurssin lopussa. Kurssilla oli erityisenä teemana arviointitaidon kehittäminen. Lisäksi opiskelijoilta selvitettiin tausta ja pääaine ja heiltä kysyttiin heidän käsityksestään tuottaa tai arvioida matemaattisia päättelyitä. Joustavuustestin tulokset yhdistettiin tenttipisteisiin. Kerron havainnoista tällä kurssilla. Kurssilla käytetty joustavuustesti oli kaksiosainen. Se sisälsi sekä yhtälönratkaisuun että derivointiin liittyviä tehtäviä. Se oli kehitetty aiemman tutkimuksen ja Maciejewskin et al. perusteella ja sitä pilotoitiin tällä kurssilla. Kerron myös pilotin tuloksista. Lisäksi peilaan tuloksia aiempaan yliopisto-opintojen alussa tehtyyn tutkimukseen. Tenttimenestyksen ja joustavuustestien yhteys oli samanlainen kuin aiemminkin. Sen sijaan testin toimivuus oli hyvin erilainen kuin aiemman tutkimuksen perusteella olisi voinut odottaa. Lisäksi käsittelen lyhyesti opiskelijoiden näkemyskysymysten vastauksia ja vertaan niitä kurssin arviointitavoitteisiin.

Työ on tehty yhteistyössä Peter Hästön kanssa ja se täydentää ja laajentaa aiemman Hästön, Heidi Krzywackin ja Sara Parikan kanssa tehdyn tutkimuksen tuloksia.

Rinnakkaissessio II, 29.10. klo

14.15-15.30 sali TB215

Luokan- ja aineenopettajaopiskelijoiden pedagoginen ja sisällöllinen minäpystyvyys tutkimukselliseen työtapaan luonnontieteiden opettamisessa

Antti Lehtinen (Jyväskylän yliopisto), Koen Veermans (Turun yliopisto) ja Tomi Jaakkola (Tampereen yliopisto)

Tutkimuksellinen työtapa (eng. inquiry-based learning / teaching) luonnontieteiden opettamiseen on keskeinen osa suomalaisia luonnontieteiden opetussuunnitelmia. Vaikka kyseessä on pedagoginen menetelmä, on tutkimusten mukaan myös opettajan sisältötieto ja siihen kuuluva minäpystyvyys keskeinen seikka. Suomalaisessa opettajankoulutusjärjestelmässä luokanopettajien koulutusta voidaan kuvata pedagogiikkaan keskittyväksi ja aineenopettajien koulutusta taas voidaan kuvata sisältötietoon keskittyväksi. Tässä tutkimuksessa vertailemme suomalaisten opettajaopiskelijoiden pedagogista ja sisällöllistä minäpystyvyyttä tutkimukselliseen työtapaan luonnontieteiden opettamisessa. Aineisto on kerätty 218 opettajaopiskelijalta kolmesta yliopistosta. Aineistossa on kolme erillistä ryhmää: 1) luokanopettajaopiskelijat ennen luonnontieteen pedagogiikan kurssia, 2) luokanopettajaopiskelijat luonnontieteen pedagogiikan kurssin jälkeen sekä 3) aineenopettajaopiskelijat jotka olivat suorittamassa tai jo suorittaneet aineenopettajan pedagogiset opinnot. Aineisto kerättiin muokatulla

versiolla Inquiry-Based Science Teaching Efficacy Scale for Primary Teachers -kyselystä, jossa kysyttiin sekä pedagogista että sisällöllistä minäpystyvyyttä eri tutkimuksellisen työtavan osa-alueisiin. Faktorianalyysin tulosten mukaan kyselystä erottuu selvästi sekä pedagoginen että sisällöllinen minäpystyvyyks-faktori. Lineaarisen monitasomallinnuksen mukaan luokanopettajaopiskelijoiden pedagoginen minäpystyvyys on suurempi kuin sisällöllinen sekä luonnontieteiden pedagogiikan kurssin suorittaneilla opiskelijoilla on suurempi minäpystyvyys kun opiskelijoilla, jotka eivät ole kurssia vielä suorittaneet. Aineenopettajaopiskelijoilla oli suurempi minäpystyvyys molemmissa faktoreissa kuin luonnontieteen pedagogiikan kurssin suorittaneilla luokanopettajilla. Tulosten mukaan sisällöllinen minäpystyvyys on pedagogisesta minäpystyvyydestä erillinen faktori ja luokanopettajaopiskelijoiden minäpystyvyys kehittyy opintojen aikana, mutta minäpystyvyys jää aineenopettajaopiskelijoita matalammaksi.

Tasapainosääntöjen rakentuminen: simulaatioympäristö, oppilaiden päättely ja opettajan ohjaus

Pasi Nieminen (Jyväskylän yliopisto), Markus Hähkiöniemi (Jyväskylän yliopisto), Antti Lehtinen (Jyväskylän yliopisto) ja Salla Pehkonen (Jyväskylän yliopisto)

Esityksessä tarkastellaan, miten 6. luokan oppilaiden tasapainosäännöt rakentuvat pienryhmävuorovaikutuksessa tasapainolautasimulaation parissa. Tehtävissä oppilaat ennustavat ja testaavat, miten eripainoiset kappaleet voidaan asettaa tasapainoon eri etäisyyksille keskipisteestä. Analyysi seuraa, miten oppilaat liikkuvat laadullisista ja tilannesidonnaisista säännöistä kohti rajallista proportionaalista päättelyä ja mahdollisesti kohti yleisempää, painon ja etäisyyden tuloon perustuvaa tasapainosääntöä. Huomio kohdistuu erityisesti säännönmuodostuksen prosessiin: miten oppilaiden sääntöehdotuksia esitetään, testataan, vahvistetaan, horjutetaan ja muokataan vuorovaikutuksessa. Samalla tarkastellaan, miten opettajaopiskelijan ohjaus ja simulaation palaute tukevat, rajaavat tai horjuttavat tätä prosessia. Esityksessä kuvataan kolmen opettajaopiskelijan ohjaaman pienryhmän erilaisia

säännönmuodostuksen polkuja ja pohditaan, miten simulaatiotyöskentely voi tehdä oppilaiden matemaattista päättelyä näkyväksi.

Erilaiset tiedonesitystavat fysiikan opetuksessa: yhteen- vetoa kolmesta luokkahuonetutkimuksesta

Tommi Kokkonen (Turun yliopisto), Andreas Lichtenberger (ETH Zürich) ja Lennart Schalk (PH Schwyz)

Fysiikan opetuksessa erilaiset tiedonesitystavat eli representaatiot (esim. kuvat, yhtälöt, konkreettiset välineet) ovat tärkeitä. Useiden erilaisten representaatioiden käyttö opetuksessa on saanut tukea tutkimuskirjallisuudesta, mutta avoimia kysymyksiä liittyy edelleen siihen miten eri representaatioita tulisi yhdistellä ja missä järjestyksessä, jotta opetusta voitaisiin parhaiten tukea. Niin sanottu asteittainen abstrahointi (concreteness fading) lähestymistapa esittää, että opetuksen tulisi alkaa konkreettisista representaatioista (esim. fyysiset havainnollistusvälineet) ja edetä välivaiheen (esim. kuva) kautta idealisoidumpiin representaatioihin (kuten yhtälöt). Tämä lähestymistapa on saanut tukea matematiikan opetuksen tutkimuksessa, mutta fysiikan kontekstissa evidenssi on epäselvää. Olemme tutkineet asteittaisen abstrahoinnin soveltuvuutta fysiikan opetukseen lukiotasolla. Olemme verranneet asteittaista abstrahointia muihin tapoihin esittää representaatioita: asteittainen konkretisointi, samanaikainen esitys sekä tapaan, jossa konkreettisin representaatio jätetään kokonaan pois. Tutkimuksissa 1 ($N = 70$) ja 2 ($N = 187$) kontekstina oli Faradayn lain oppiminen sähkömagnetismin kurssilla ja tutkimuksessa 3 ($N = 155$) kinematiikan käsitteet. Yhdessäkään tutkimuksessa asteittainen abstrahointi ei osoittanut vaihtoehtoisia tapoja tehokkaammaksi oppimista mittaavassa jälkitestissä. Tutkimuksessa 3 eksploratiivinen analyysi viittasi siihen, että opetuksen aloittaminen konkreettisella representaatiolla tukee heikommat lähtötiedon omaavia oppijoita enemmän kuin idealisoidusta representatiosta aloittaminen tai tapa, jossa konkreettinen representaatio jätettiin kokonaan pois. Kolmen tutkimuksen tulokset viittaavat siihen, että asteittainen abstrahointi ei ole vaihtoehtoisia tapoja tehokkaampi menetelmä fysiikassa,

mutta sen tehokkuus saattaa riippua oppijan lähtötiedoista sekä fysiikan kontekstista.

Rinnakkaissessio II, 29.10. klo 13.30-15.15 sali TB216

How well do students handle vectors? An analysis based on the Finnish mathematics matriculation examinations

Heli Virtanen (University of Helsinki)

This presentation examines common errors and potential misconceptions in students' vector calculations. The data consist of students' responses to numerical-response tasks from the spring 2020 Finnish advanced mathematics matriculation examination and to six vector-related tasks from examinations held between 2019 and 2022. It brings together the findings of both studies and examines the relationship between students' performance on vector tasks and their overall mathematics examination results. The tasks cover fundamental vector concepts and operations, including the dot product, vector magnitude and direction, and the angle between two vectors.

Frustration Disrupts the Next Section: The Dynamic Interplay Between Students' Emotions and Performance During a Semi-High-Stakes Mathematics Test

Reetta Kyynäräinen (University of Turku), Timi Niemensivu, Jo Van Hoof, Lars-Erik Malmberg, Reinhard Pekrun, Mikko-Jussi Laakso, and Katarina Alanko

Testing is a standard instructional activity, yet relatively little is known about the dynamic interplay between students' emotions and performance throughout it. The present study examines 1) the changes in students' situational emotions (enjoyment, relaxation, frustration, and boredom) across a semi-high-stakes mathematics test, 2) the reciprocal relationships between emotions and test performance, and 3) whether these processes are predicted by individual characteristics (gender and math self-concept) and situational characteristics (momentary performance). The study also explores plausible differences across age groups. Participants ($N = 1,135$) were 589 sixth-grade, 154 eighth-grade, and 392 ninth-grade students from schools across Finland, who took part in a digital, semi-high-stakes, end-of-year mathematics test. We used an ecological momentary assessment design to measure students' emotions before, during, and after the test. We specified random-intercept cross-lagged panel models. Pre-test emotions predicted test-section-specific emotions, which, in turn, predicted post-test emotions. Cross-lags between emotions were observed at earlier stages, whereas only autoregressive effects were observed from test-section-specific emotions to post-test emotions. Heightened frustration hindered secondary school students' momentary performance in the following test section. Neither links from overall nor momentary performance to subsequent emotions were observed. The findings suggest that dynamic processes of emotions (and performance) may be less discernible among younger students. This study makes a unique contribution by demonstrating a nuanced link between students' emotions and momentary performance, relative to their overall performance. It highlights the importance of promoting students' sense of control to maintain positive emotions and supporting emotional regulation to manage frustration in test settings.

Lower secondary students' task-specific confidence in a mathematics problem-solving intervention

Hanna Viitala (University of Helsinki)

Students' self-confidence is a central element in learning mathematics that has a clear relation to mathematical competence (e.g., Çiftçi and Yildiz, 2019). Positive confidence in one's abilities can lead to greater perseverance in mathematics, which may support a more effective learning process and thereby positive learning outcomes. More worrisome is the relation between confidence and competence when a student lacks belief in their mathematical abilities. Such students may give up more quickly when solving tasks, which can negatively affect learning outcomes. In this presentation, I report on a one-year problem-solving intervention carried out in lower secondary school aimed at increasing students' engagement with mathematics (cf. Liljedahl, 2021). As part of the study, students were asked to rate their confidence in their own ability to solve a given task and their confidence in their group's ability to solve the task, both before and after the intervention. The data were analyzed quantitatively, with particular attention to the students who completed both tests ($N = 43$). The results show statistically significant changes in students' task-specific confidence, especially at the group level. Students who initially had the lowest self-confidence appear to have benefited the most from the intervention in terms of both individual and group confidence, whereas students who started out with the highest self-confidence showed mostly neutral or negative change. I will present the results in more detail at the conference and relate them to existing research. When interpreting the results, it should be noted that the one-year intervention took place during the 2019–2020 school year, when schools were partially closed due to the global COVID-19 pandemic.

References: Çiftçi, S. K., and Yildiz, P. (2019). The effect of self-confidence on mathematics achievement: The meta-analysis of Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS). *International Journal of Instruction*, 12(2), 683–694. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12243a>
Liljedahl, P. (2021). *Building thinking classrooms in mathematics, grades K-12*. Corwin.

Emotions, Perceptions, and Performance: Does emotional design matter in game-based math learning environments?

Kübra Nur Savas (University of Turku) and Koen Veermans (University of Turku)

This mixed methods study investigates whether positive emotional design of a game-based learning environment influences students' control-value appraisals, emotions, and task performance during number line estimation tasks by comparing it with a learning environment with neutral emotional design; presenting equivalent mathematical content, task structure, and input mechanism. A counterbalanced within-subject design was employed with 18 higher education students. Data included questionnaires and log data (quantitative) and post-task interviews (qualitative). Paired samples t-tests showed that in the game-based learning environment, participants reported significantly higher perceived value and enjoyment, and substantially lower boredom than in the neutral version. Thematic analysis further revealed that visual aesthetics, feedback, incentives, narrative, and pedagogical agents collectively contributed to participants' emotional experiences and perceptions of the learning environments, although individual differences were present. However, despite participants' perceptions that the game-based learning environment facilitated their performance, log data showed no clear performance advantage, highlighting a distinction between learners' subjective experiences and observed estimation accuracy. Overall, the integrated findings suggest that emotional design may impact learners' perceived value appraisals, emotions, engagement, and motivation without necessarily affecting objective task performance. These findings contribute to understanding emotional design in game-based learning and offer implications for designing emotionally supportive learning environments.

Rinnakkaissessio III, 30.10. klo 9.00-10.30 sali TB214

Matematiikka-ahdistus ja oppilaiden autonomian kokemukset matematiikan opetuksen joustavassa ryhmittelyssä ja yhteisopettajuudessa seitsemännellä vuosiluokalla

Elina Viro (Pikkolan koulu), Juuso Linnusmäki (Pikkolan koulu) ja Terhi Kaarakka (Tampereen yliopisto)

Perusopetuksen oppimisen tuki uudistui 1.8.2025 alkaen niin, että ryhmäkohtaisen tuen rooli vahvistui. Vastauksena tuen uudistukseen aloitettiin syksyllä 2025 kahden 7. vuosiluokan ryhmän ($N = 27$, tutkimusluvalliset) kanssa kolmivuotinen kokeilu opiskella matematiikkaa joustavalla ryhmittelyllä sekä kahden matematiikan opettajan ja yhden erityisopettajan yhteisopettajuutta hyödyntäen. Oppilaat jakautuvat perustasolle, taitajiin ja mestareihin tavoitearvosanojen ja osaamisen mukaisesti. Ryhmät muuttuvat joustavasti lukuvuoden aikana. Matematiikan oppitunneista osa järjestetään samanaikaisopetuksena yhdessä luokahuoneessa ja osalla tunneista oppilaat jaetaan 2-3 eritasoiseen ryhmään. Interventioryhmän rinnalla kulkee kaksi opetukseltaan perinteisempää verrokkiryhmää ($N = 39$, tutkimusluvalliset), joiden opetuksesta vastaa kummassakin matematiikan opettaja ja keskimäärin yhdellä tunnilla viikossa on mukana erityisopettaja. Verrokkiryhmät hyödyntävät vastaavaa jaotte-

lua perustasoon, taitajiin ja mestareihin.

Tässä osatutkimuksessa tarkastellaan oppilaiden matematiikka-ahdistuksen (AEQ; Pekrun et al., 2011) sekä psykologisten perustarpeiden autonomiakomponentin (Deci & Ryan, 2000) muutosta 7. vuosiluokan aikana. Aineisto on kerätty kolmella oppilaiden toistokyselyllä sekä opettajahaastatteluin. Aineiston tarkastelussa keskitytään erityisesti perustasolla opiskeleviin sekä arvosanoihin 9–10 tähtääviin mestareihin.

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "What" and "Why" of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227–268.

Pekrun, R., Goetz, T., Frenzel, A. C., Barchfeld, P., & Perry, R. P. (2011). Measuring emotions in students' learning and performance: The Achievement Emotions Questionnaire (AEQ). *Contemporary Educational Psychology*, 36(1), 36–48.

<https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2010.10.002>

Luokkatason variaatio yhtäsuuruusmerkin suhteellisessa ymmärtämisessä luokilla kolme ja viisi

Pietti Tolvanen (Lapin yliopisto)

Tässä poikittaistutkimuksessa (N=972) tarkasteltiin kolmannen (N=518) ja viidennen (N=454) luokan oppilaiden yhtäsuuruusmerkin suhteellista ymmärtämistä eli yhtälön vasemman ja oikean puolen yhtäsuuruuden ymmärtämistä sekä siihen liittyvää luokkatason vaihtelua. Tutkimusotos kattoi 67 % ja 65 % kunnan vastaavista ikäluokista. Oppilasdata aggregoitiin ryhmätasolle (N=59). Yhtäsuuruusmerkin suhteellista ymmärtämistä arvioitiin neljällä dikotomisesti koodatulla tehtävällä. Matala sisäinen yhdenmukaisuus ($\alpha = 0,49$) osoitti, että oppilaiden suhteelliset käsitykset olivat tehtäväkohtaisia ja hajaantuneita. Tulokset osoittivat suurta ryhmien välistä vaihtelua kaikissa tehtävissä. Esimerkiksi puuttuva luku tehtävässä osaaminen kasvoi kolmannen luokan 34 prosentista viidennen luokan 52 prosenttiin, ryhmien välinen vaihtelu ollessa huomattavan laaja (3. lk: 0–64 %; 5. lk: 27–100 %). Ryhmien sisäistä osaamisen vaihtelua neljän testitehtävän välillä – määriteltynä ryhmäkoolla

painotetun vaihteluvälin pituuden keskiarvona – analysoitiin ryhmäkoolla painotetulla lineaarisella mallilla (WLS). Koulutasoinen satunnaistekijä ei selittänyt varianssia sekamallissa, mikä puolsi yksinkertaisempaa painotettua mallia. Ryhmien sisäinen vaihteluväli kasvoi tilastollisesti merkitsevästi luokka-asteiden välillä ($t(57) = 2.01, p = .049$). Viidennellä luokalla vaihteluväli oli keskimäärin 41,2 prosenttiyksikköä ja kolmannella luokalla 33,0 prosenttiyksikköä. Luokka-aste selitti 6,6 % vaihteluvälin kokonaisvaihtelusta. Tutkimus osoittaa ryhmien välisen ja sisäisen vaihtelun olevan huomattavaa ja vahvistuvan luokka-asteen myötä. Koska yhtäsuuruusmerkkiä ei mainita Suomessa perusopetuksen opetussuunnitelmassa eksplisiittisesti, siihen tulisi opetuksessa kiinnittää enemmän huomiota oppilaiden tasavertaisen oppimisen ja myöhemmän algebran opiskelun edistämiseksi.

From ”the answer” to ”the same as”: Design-based research on an equal-sign workshop for the primary-secondary transition

Dimitri Tuomela (University of Helsinki), Emilia Aaltonen (University of Helsinki), Anne-Maria Ernvall-Hytönen (University of Helsinki), and Peter Hästö (University of Helsinki)

Many 6th to 8th grade students’ algebra learning is hindered because they see the equal sign mainly operationally (e.g. ”the answer is”) while failing to see it relationally as ”the same as” (Knuth et al., 2006). Thus, one of our six 45-minute workshops aiming to ease the transition from primary school focuses on this topic in the context of learning to use equality to explain strategies. We investigate which design features support the operational-to-relational shift, and under what conditions.

In this presentation, I will introduce the design-based research of this workshop across four iterations based on data from five classrooms ($N = 87$ students) consisting of observation notes, implementation diaries, photographed student work, and pilot algebra tests. We have refined the local theory (Komatsu et al., 2025) about what kind of tasks have sufficient authenticity and match to learners’ current conception stage to elicit effective cognitive

conflicts in learners. This involves e.g. built-in branching points in the lesson plan based on a diagnostic item.

Rinnakkaissessio III, 30.10. klo

9.00-10.15 sali TB215

Role of declarative knowledge in pre-service physics teachers' explanations during DC-circuit task

Terhi Mäntylä (Tampere University), Anna-Leena Kähkönen (University of Jyväskylä), Pasi Nieminen (University of Jyväskylä), and Niilo Huuhka (University of Jyväskylä)

The ability to explain or support students to construct explanations is one key competence of a teacher. There are different aspects relating to the quality of explanations and in this case study, we examined, how declarative knowledge affects to the quality of pre-service teachers' explanations. This was done in the physics context of predict-observe-explain-tasks of brightnesses of bulbs in DC-circuits. The data consists of transcribed discussions of two pre-service physics teacher pairs during solving the tasks. The pre-declarative knowledge was evaluated using DIRECT concept test. The pair 2 had higher score than pair 1. The data was analysed using content analysis and the quality of explanations and the role of declarative knowledge in it was examined from different perspectives, e.g. used concepts and their relations, heuristics and misconceptions. The results show that better declarative knowledge leads to higher quality explanations, and it also enables to recognize what needs to be explained. However, both pairs used quite narrow declarative knowledge, which could lead to limitations in providing instructional explanations in their future profession.

Fysiikan tiedekasvatusmallin kehitys Helsingin yliopistolla

Peitsa Veteli (Helsingin yliopisto)

Tässä puheessa käydään läpi fysiikan opetuslaboratorio Fotonin parissa tapahtuvaa tiedekasvatustoimintaa ja sen tavoiteltua kehitystyötä seuraavien vuosien aikana. Pyrkimyksenä on yhtenäistää yliopiston ulkopuolisen yhteistyön kanavia, nostaa tavoitettavuutta ja helpottaa opettajakunnan kokemia haasteita ylempien asteiden kanssa tehtävän yhteistyön toteuttamisessa. Yhteistyössä ilmakehätieteiden keskuksen INAR:in ja fysiikan tutkimuslaitos HIP:in kanssa koordinoitu toiminta edistää opettajien mielenkiinnon kohteiden ja tutkimusmaailman kohtaamista sekä tukee fysiikasta kiinnostuneiden opettajien jatkokouluttautumismahdollisuuksia.

Virtapiiritehtäviin liittyvät kielelliset ilmaisut fysiikan opettajankoulutuksessa

Maija Nousiainen (Helsingin yliopisto) ja Juha-Matti Vilppunen (Helsingin yliopisto)

Fysiikka koetaan usein vaikeana oppiaineena sen abstraktin tietorakenteen vuoksi. Tämä on hyvin laajasti tunnistettu ongelma ja se palautuu pitkälti fysiikan käsitteiden matemaattisuuteen ja abstraktiin luonteeseen. Fysiikan käsitteistämisen kieli on usein hyvin matemaattista, mutta fysiikan käsitteitä pitää pystyä ilmaisemaan myös luonnollisen kielen keinoin. Jälkimmäinen on opetuksessa äärimmäisen keskeistä. Tämä abstraktin matemaattisen kielen käsitteistämisen ja luonnollisella kielellä tapahtuvan käsitteistämisen välinen silta jää välillä hataraksi, jolloin fysiikka näyttäytyy läpitunkemattomalta.

Tässä tutkimuksessa tarkastelemme millaisia kielellisiä ilmaisuja fysiikan opettajaksi opiskelevat liittyvät kuvailuihin virtapiirien toiminnasta. Tarkastelun keskiössä on opiskelijoiden tehtävissä esittämien kielellisten ilmaisujen liittyminen niitten matemaattiseen ratkaisuun. Hypoteesimme on, että vääränlaiset kielelliset ilmaisut ovat yhteydessä virheellisiin mate-

maattisiin ratkaisuihin. Eräs selitysmekanismi ilmiön taustalla voidaan tulkita esimerkiksi ontologisten kategorioitten näkökulmasta, jolloin vääränlainen ontologinen mielikuva ilmiöstä (esimerkiksi ilmaisu ”jännite kulkee”) vaikuttaa myös abstraktimpaan tapaan kuvailla virtapiirejä, jolloin myös niitten matemaattinen ratkaisu epäonnistuu.

Aineistona tutkimuksessa on 88 opiskelijan vastaukset virtapiiritehtäviin. Esittelemme esitelmässä tutkimuksen alustavia tuloksia.

Rinnakkaissessio III, 30.10. klo 9.00-10.15 sali TB216

Socio-Scientific Issues (SSI) in science education: A complex, pluralistic, and futures-oriented approach

Antti Laherto (University of Helsinki) ja Jesper Sjöström (Malmö University)

Socio-scientific issues (SSI) constitute a central approach in science education when addressing the complex relationships between science and society. While SSI research has extensively examined how students engage with contemporary societal questions, less attention has been paid to how students' long-term thinking and assumptions about the future influence their perceptions of SSI's. I argue that perspectives from futures studies can enrich both the research and practice of SSI education. Futures studies emphasize that images of the future are not neutral; rather, they are shaped by cultural values, power relations, and societal narratives. Dominant assumptions and perspectives concerning, for example, technological development and sustainability influence which solutions are perceived as possible or desirable. Integrating futures thinking into SSI education can help students identify these assumptions, evaluate alternative future scenarios, and critically reflect on whose interests they serve. In this presentation, I conceptualize SSI as an inherently complex, pluralistic, and futures-oriented educational practice whose aim extends beyond decision-making in specific cases. It also seeks to develop students' capacity to imagine, evaluate, and shape alternative futures. This broadens the notion of agency beyond engagement with individ-

ual socio-scientific problems to include participation in wider societal transformation. The presentation further explores connections between futures literacy and the Vision III perspective in science education, and discusses their implications for SSI education in an era characterized by uncertainty and global challenges.

Primary teacher students' misconceptions of matter and its changing processes as resource for teaching physics and chemistry didactics

Mikko Kesonen (Tampere University), Mika Koponen (Tampere University), and Tomi Jaakkola (Tampere University)

Previous research has identified that teachers may hold similar misconceptions than their students in various topics of physics and chemistry. Although teachers' misconceptions hinder their attempts to teach these topics, identifying them may serve as great resource for teaching the subject matter didactics. The present study focuses on 2nd year primary teacher students (n=54) misconceptions of matter and its changing processes, namely boiling and chemical reaction. The data was gathered before and after physics and chemistry didactics course (2 ects) using multiple-choice and open-ended test questions in spring semester 2026. The students had difficulties in recognizing that the bubbles in boiling water are made of water vapor rather than oxygen, hydrogen, or air molecules alone. This misconception became evident at the beginning (80 %) and end of the course (50 %). Besides, the lack of transfer in applying the principle of conservation of matter became evident in the context of chemical reaction. These findings indicate a need for the development of instruction that would enable primary teacher students to reinforce their content knowledge of matter while supporting their understanding of physics and chemistry didactics. For that purpose, an instructional model has been grafted, and its implications will be discussed.

From Instructional Motivation to Engagement: The Mediating Role of Optimal Learning Moments in Science Classrooms

Elisa Vilhunen (University of Helsinki), Daihui Xiao, Jussi Järvinen, Shimeng Dai, Jari Lavonen, and Barbara Schneider

This study examines how secondary students' instructional motivation relates to their situational engagement and boredom in science classrooms and whether these associations are mediated by optimal learning moments and their facets (interest, skill, and challenge). Using experience sampling data from 282 Finnish students (3,740 observations) and 1,909 U.S. students (38,753 observations), we examined within-person relations among instructional motivation, optimal learning moments, and engagement outcomes. Participating in learning activities because students wanted to was associated with higher determination, concentration, and enjoyment and lower boredom than participating because they had to or because there was nothing else to do. Optimal learning moments partially mediated these associations. Interest and skill showed consistent positive effects, whereas challenge showed more complex associations across outcomes.

Rinnakkaissessio IV, 30.10. klo

13.00-14.30 sali TB214

Matematiikan peruskurssi monitieteiselle ja -kulttuuriselle opiskelijajoukolle

Matti Pauna (Helsingin yliopisto), Kaisa Kangas (Helsingin yliopisto) ja Johanna Rämö (LUT-yliopisto)

Esittelemme Helsingin yliopistossa tarjolla olevan Calculus-kurssin kehittymistä. Alkuvuosien puhtaista verkkototeuksista on kuluvana lukuvuonna siirrytty Flipped Learning -malliin, missä differentiaali- ja integraalilaskennan teoriaa ja sovelluksia esitellään verkkovideoilla. Lähiopetuksena tarjotaan pienryhmissä tapahtuvaa harjoitustehtävien parissa työskentelyä. Lisäksi lähiopetusryhmissä annetaan lisätehtävä, joka vaikuttaa kurssin kokonaisarviointiin. Tämän on tarkoitus motivoida opiskelijoita tulemaan kampukselle tekemään yhdessä matematiikan tehtäviä ja saamaan henkilökohtaista ohjausta paikalla olevalta avustavalta opettajalta. Harjoitustilaisuudessa voidaan myös kontrolloida mahdollista tekoälyn käyttöä.

Calculus-kursseille tulee Helsingin yliopiston kansainvälisten kadiohjelmien, suomenkielisten ohjelmien ja avoimen yliopiston opiskelijoita sekä vaihto-opiskelijoita. Tämä asettaa monia haasteita opetukselle, erityisesti opiskelijoiden matemaattisen osaamisen lähtötason suhteen. Esittelemme tutkimushanketta, joilla näitä haasteita selvitetään ja pyritään löytämään keinoja niiden voittamiseksi. Yhtenä osana hanketta tarkastelemme opiskelijoiden Sense of

Belonging -kokemusta, joka vaikuttaa erityisesti eri kulttuureista ja tieteenaloilta tulevien uusien opiskelijoiden opintomenestykseen.

Lopputuloksesta oppimisprosessiin: reflektiivinen tekoälyraportointi opiskelijan toimijuuden tukena

Mikko Äijälä (LUT-yliopisto), Aino Voutilainen, Paula Immonen, Juho Ratava ja Markku Kuosa

Generatiivinen tekoäly haastaa korkeakouluopetuksen arviointikäytäntöjä erityisesti laajoissa kirjallisissa kurssi- ja projektitöissä. Pelkän lopputuotoksen perusteella on hyvin vaikea päätellä, mikä työssä heijastaa opiskelijan omaa osaamista ja ajattelua. Myös tekoälyohjeistus jää usein puutteelliseksi tai ylimalkaiseksi: pelkkä käytön kieltäminen, yleistasoinen raportointi tai vetoaminen instituutiotason ohjeisiin eivät riittävästi tue opiskelijaa rakentavan käytön, sallitun rajojen tai oppimisvaikutusten arvioinnissa.

Esityksessä tarkastellaan mallia, jossa tehtäväkohtainen tekoälyohjeistus yhdistettiin reflektiiviseen käytön raportointiin. Mallia pilotoitiin insinöörikoulutuksessa useilla matematiikan ja ohjelmoinnin kursseilla, joihin sisältyi laajoja, arvioitavia kurssitöitä. Tehtäväkohtaisessa, Arene-liikennevalomalliin perustuvassa ohjeistuksessa kuvattiin, millainen käyttö oli sallittua, rajoitettua tai raportoitavaa ja miksi. Raportointitehtävässä opiskelijat kuvasivat tekoälyn käyttötarkoituksia ja käyttötilanteita, tuotosten arviointia ja muokkaamista, omaa panostaan sekä koettuja vaikutuksia oppimiseen.

Pilottiaineisto koostuu tekoälyraporteista ja jälkikyselyvastauksista. Alustavien havaintojen mukaan strukturoidut, avoimet reflektiokysymykset tuottivat pelkkää käytön ilmoittamista monipuolisempaa tietoa ja syvällisempää pohdintaa. Opiskelijat kuvasivat tekoälyn ehdotusten tarkistamista, hyväksymistä ja hylkäämistä, oman ajattelunsa osuutta sekä oppimisen ja liiallisen tukeutumisen rajanvetoa. Vastauksista voidaan myös tarkastella, mitä tiedollista työtä ulkoistettiin tekoälylle ja missä määrin arviointi- ja perusteluvastuu säilyi opiskelijalla.

Tarkastelemme mallin pedagogista hyötyä ja käytännön toteutettavuutta sekä raportoinnin kehittämistä opiskelijan toimijuutta tukevaksi luomatta raskasta hallinnollista velvoitetta. Työ osallistuu laajempaan keskusteluun siitä, miten opiskelijoiden ja opettajien huomio voidaan tekoälyaikana siirtää lopputuotoksesta kohti sen tuottanutta oppimisprosessia

MaTech-hanke matematiikan opintojen sujuvoittamiseen, katsaus hankkeen tuotoksiin

Simo Ali-Löytty (Tampereen yliopisto), Jaakko Hyytiä (Aalto-yliopisto), Pekka Alestalo (Aalto-yliopisto), Johanna Rämö (Itä-Suomen yliopisto) ja Anne-Maria Ernvall-Hytönen (Helsingin yliopisto)

MaTech on kansallinen hanke, jonka tavoitteena on parantaa matematiikan opintojen sujuvuutta ja houkuttelevuutta tekniikan sekä matemaattis-luonnontieteellisillä aloilla. Kaksivuotinen hanke päättyy vuoden 2026 lopussa, ja tässä esitelmässä käydään läpi hankkeen keskeiset tulokset ja tuotokset. Esitelmässä esitellään tiiviisti hankkeen neljän työpakettin saavutukset.

Ensimmäisessä työpaketissa selvitettiin eri yliopistojen matematiikan perusopintojen sisältöjä ja laajuuksia. Tämän pohjalta laadittiin suositus tekniikan alan matematiikan perusopintojen sisällöistä. Esitelmässä käydään läpi suosituksen pääkohdat. Sisältövertailun perusteella opettajien käyttöön laadittiin myös taulukko, joka helpottaa opintojaksojen korvaavuuksien käsittelyä.

Toisessa työpaketissa keskityttiin matemaattisten alojen houkuttelevuuden parantamiseen ja perustaitojen varmistamiseen. Työpaketissa tuotettiin videoita, joissa esitellään matemaattisia aloja opiskelleiden uratarinoita. Lisäksi toteutettiin lukiomatematiikkaa kertaava verkkokurssi ja otettiin matematiikan perustaitojen testi laajasti käyttöön uusille opiskelijoille.

Kolmannessa työpaketissa laadittiin opetusmateriaaleja verkkototeutuksia varten ja kehitettiin korkeakoulujen välistä yhteistyötä muun muassa kesäkurssien avulla. Esitelmässä

kerrotaan tuotetuista materiaaleista sekä kesäkurssien kokemuksista.

Hankkeen aikana valmisteltiin kymmenen yliopiston välinen Matematiikan ja tilastotieteen syventävien kurssien ristiinopiskelusopimus. Tarjonnassa on tällä hetkellä yli 200 kurssia. Lisäksi hankkeessa viimeistellään matematiikan perusteiden ristiinopiskelusopimusta, jonka avulla yliopistojen matematiikan perusteiden verkkopainotteisille kursseille voivat osallistua nimettyjen alojen opiskelijat eri yliopistoista ja ammattikorkeakouluista.

Rinnakkaissessio IV, 30.10. klo 13.00-14.30 sali TB215

Lukiolaisten käsityksiä sähkömagneettisesta säteilystä kasvihuoneilmiön kontekstissa: sisällönanalyysi

Suvi Lintuvaara (Helsingin yliopisto), Miikka Turkkila (Helsingin yliopisto), Jari Lavonen (Helsingin yliopisto) ja Katja Lauri (Helsingin yliopisto)

Sähkömagneettinen säteily on keskeinen fysiikan osa-alue, ja sen vuorovaikutus Maan pinnan ja ilmakehän kanssa on keskeistä kasvihuoneilmiön ja ihmisen voimistaman ilmastomuutoksen ymmärtämisessä. Aiemmassa tutkimuksessa on havaittu sähkömagneettisen säteilyn tuottavan opiskelijoille monenlaisia käsitteellisiä haasteita. Esimerkiksi säteilyn, lämmön ja energian käsitteiden erottaminen saattaa olla haasteellista, ja säteilyä saatetaan kuvailla fysikaalisesti virheellisillä käsitteillä.

Tutkimuksessani pyrin lisäämään ymmärrystä sähkömagneettiseen säteilyyn liittyvistä lukio-opiskelijoiden käsityksistä tutkimalla, millaisia käsityksiä opiskelijoilla ilmenee tehtävässä, joissa heitä pyydettiin selittämään kasvihuoneilmiö sanallisesti ja piirtäen aihetta käsittelevän opintojakson jälkeen. Tutkimuksessa analysoitiin 100 vastausta pääkaupunkiseudulla sijaitsevan lukion eri opetusryhmistä ja opettajilta. Vastauksissa ilmenevät käsitykset sähkömagneettisesta säteilystä ja sen vuorovaikutusprosesseista Maan pinnan ja ilmakehän kanssa koodattiin abduktiivisen sisällönanalyysin avulla, ja käsityksiä luokiteltiin ja jäsenneltiin mm. säteilylajien, absorptio-, emissio- ja heijastusprosessien ja sähkömagneettisen säteilyn

luonteen ja ominaisuuksien näkökulmista.

Tutkimuksessa havaittiin muun muassa, että erityisesti lämpösäteilyn ja lämmön käsitteet tuottavat opiskelijoille vaikeuksia ja ovat yhteydessä virheellisiin käsityksiin kasvihuoneilmiön kontekstissa. Esityksessä esitellään tutkimuksen tuloksia ja pohditaan niiden merkitystä fysiikan opetuksen ja opetussuunnitelmien kannalta.

Tieteellisten käsitysten ja virhekäsitysten yhteisesiintyminen kasvihuoneilmiön selityksissä: verkostanalyttinen tarkastelu

Miikka Turkkila (Helsingin yliopisto), Suvi Lintuvaara (Helsingin yliopisto), Jari Lavonen (Helsingin yliopisto), Katja Lauri (Helsingin yliopisto) ja Veli-Matti Vesterinen (Helsingin yliopisto)

Sähkömagneettinen säteily ja sen vuorovaikutus Maan pinnan ja ilmakehän kanssa ovat keskeisiä kasvihuoneilmiön ja ihmisen voimistaman ilmastonmuutoksen ymmärtämisessä. Säteilyilmiöt ovat kuitenkin lukio-opiskelijoille haastavia niiden abstraktin luonteen vuoksi. Aiemmissa tutkimuksissa on havaittu, että oppijat käyttävät säteilyyn liittyviä käsitteitä usein epätarkasti tai virheellisesti. Oppijat saattava esimerkiksi käyttää käsitteitä UV-säteily, auringonsäteet ja lämpö yhtäläisesti, eikä eri säteilylajien rooleja tunnusteta oikein. Lisäksi eri säteilylajeja saatetaan kuvata fysikaalisesti epätieteellisillä käsiteillä. Tämän tutkimuksen tavoitteena on tarkastella lukio-opiskelijoiden sähkömagneettiseen säteilyyn liittyvien käsitysten välisiä yhteyksiä verkostanalyysin keinoin. Yhteisesiintymien tarkastelu mahdollistaa käsitysten tarkastelun osana opiskelijoiden muodostamia selityskokonaisuuksia eikä toisistaan irrallisina käsityksinä sekä auttaa tunnistamaan, miten tieteelliset käsitykset ja virhekäsitykset kytkeytyvät toisiinsa opiskelijoiden selityksissä sekä millaisia käsityskokonaisuuksia niiden ympärille rakentuu. Aineisto koostuu lukio-opiskelijoiden koevastauksissa koodatuista yhteisesiintymisistä. Kokeessa opiskelijoita pyydettiin selittämään kasvihuoneilmiö sanallisesti ja piirtäen. Vastauksista koodattiin sähkömagneettiseen säteilyyn liit-

tyvät käsitykset abduktiivisen sisällönanalyysin avulla. Koodauksen perusteella muodostettiin käsitysten yhteisesiintymämatriisi, jonka pohjalta tehtiin verkostanalyysi. Esityksessä tarkastellaan alustavia tuloksia käsitysten välisistä yhteyksistä sekä niiden merkitystä opetuksen ja jatkotutkimuksen näkökulmista.

Nykyaikaisen fotonikäsitteen opettaminen kvanttioptiikan kokeiden ohjaamana

Aku Pajula (Helsingin yliopisto)

Valon kvanttiteorian ja fotonikäsitteen opettaminen on perinteisesti perustunut aaltohiukkasdualismiin, vaikka tutkimus on osoittanut tämän lähestymistavan johtavan usein epäjohdonmukaisiin ja naiiveihin tulkintoihin valon luonteesta. Kvanttifysiikan toisen valankumouksen myötä kvanttioptiikan kokeet ovat nousseet keskeisiksi opetuskonteksteiksi. Ne tarjoavat konkreettisen näkökulman fotonien käyttäytymiseen ja kvantti-ilmiöiden operationaaliseen tarkasteluun. Fotoni sähkömagneettisen kentän kvantttilana saa merkityksensä erityisesti teorian matemaattisen rakenteen kautta. Nämä rakenteet mahdollistavat ilmiöiden kuvaamisen ja ennustamisen kvanttioptiikan kokeissa. Esityksessä tarkastellaan väitöskirjatutkimusta, jossa tutkittiin fysiikan aineenopettajaopiskelijoiden tapoja käyttää luonnollista kieltä ja keskeisiä matemaattisia rakenteita fotonikäsitteen kuvaamisessa kvanttioptiikan kontekstissa. Tutkimuksen lähtökohtana on näkemys, jonka mukaan fotonia koskevien ilmaisujen tulisi olla johdonmukaisia suhteessa nykyaikaisen kvanttiteorian matemaattisiin taustarakenteisiin. Matemaattisia rakenteita lähestyttiin opetuksessa Diracin bra-ket notaation ja Bornin säännön kautta ”kirjanpitomenetelmänä”, joka painotti matemaattista formalismia episteemisenä symbolisena kielenä raskaan laskennallisen välineen sijaan. Opetettaessa fotonikäsitettä sähkömagneettisen kentän kvantttilana, on kiinnitettävä huomiota useiden representaatioiden tasojen väliseen koordinointiin: matemaattiseen formalismiin, kokeiden toteuttamiseen, ilmiötason tarkasteluun sekä luonnollisen kielen tulkintaan. Tässä esityksessä kuvataan, kuinka nämä representaatiotasot kytkeytyvät toisiinsa

edistään nykyaikaisen valon kvanttiteorian mukaista käsitystä fotonista. Tulokset osoittavat, että luonnollisen kielen johdonmukainen käyttö ja matemaattisten rakenteiden merkityksellinen hyödyntäminen tukevat opiskelijoiden ymmärrystä fotonista kvanttitalana ja tarjoavat käytännöllisiä näkökulmia tulevien fysiikan opettajien koulutukseen.

Rinnakkaissessio IV, 30.10. klo 13.00-14.30 sali TB216

Inside the group: pupils' views on learning and what matters in collaborative mathematic work

Hanna Viitala (University of Helsinki) and Anna Wikström (University of Helsinki)

Finland continues to perform above the OECD average in the PISA cycle, although national mathematics results show a persistent decline (Ministry of Education and Culture, 2026), which highlights the need for instructional approaches that can strengthen pupils' motivation, well-being and achievement. Interventions involving collaborative problem solving further demonstrate gains in motivation, collaborative skills, reduced social stress, and opportunities for knowledge exchange (Liljedahl, 2021). This presentation examines pupils' views on group work at the end of a 1-1,5-year problem-solving intervention following the framework of Building Thinking Classrooms (see Liljedahl, 2021). Previous research shows that pupils' engagement in discussions and collaborative work supports learning through shared understanding and socially constructed knowledge (Buffree, 1999; Summers, 2006; Barkley et al., 2014; Chew et al., 2020). The data consists of thirteen thoroughly transcribed semi-structured group interviews with pupils. The analysis explores how pupils describe group work and mathematical processes at the end of the intervention and identifies similarities and differences between intervention groups. The results indicate generally positive view towards collaborative problem solving in mathematics. Pupils reported that

collaboration in mathematics contributed to a broader perspective and deeper mathematical thinking. More detailed results will be presented and discussed during the conference.

Learning Beyond Equations: Acculturation and Engineering Mathematics Achievement Among Immigrant Students

Barkat Bhayo (LUT University) and Markku Kuosa (LUT University)

This study examines how acculturation experiences are associated with immigrant students' learning of engineering mathematics at a technical university in Finland. The study draws on survey data from first-year international engineering students, collected through Likert-scale items and open-ended questions. The data were analysed using descriptive statistics, Spearman correlations, and non-parametric group comparisons.

The findings indicate that learning engineering mathematics is shaped not only by students' prior academic preparation, but also by their adjustment to a new cultural, linguistic, and educational environment. Housing difficulties, homesickness, limited local friendships, and language-related communication challenges were linked to weaker confidence, lower participation, and reduced persistence in mathematics-related studies. In contrast, social integration, particularly having Finnish friends, appeared to support emotional well-being and sustained engagement with studies. Although university support services were generally viewed positively, their direct association with students' well-being was limited.

The study suggests that immigrant students' success in engineering mathematics cannot be understood through academic factors alone. Acculturation-related experiences form an important part of the learning context. Therefore, effective support for engineering mathematics learning should combine mathematical guidance with attention to students' settlement, social integration, language confidence, and emotional well-being

One classroom, many learners: Developing a survey of physics teachers' responses to learner heterogeneity

Kin Nok Nicholas Fung (University of Helsinki), Merike Kesler, and Lotta Uusitalo

Physics teachers work with learners who differ in their conceptual understanding, mathematical knowledge, language resources and use of representations such as graphs and diagrams. This doctoral project examines how physics teachers recognise these differences and respond through instructional decisions. The presentation focuses on the development of a survey for the project's first empirical phase. The initial survey question pool draws on a literature review, relevant theoretical frameworks and existing instruments. The current draft contains approximately 39 candidate questions organised into sections covering reported teaching practices and contextual information. The practice questions address assessment, teaching content, learning processes and ways in which students demonstrate understanding. The contextual questions concern teaching settings, learner differences, topics and conditions that may affect teachers' opportunities to use particular practices. The presentation will trace selected examples from literature-informed ideas to candidate survey questions and discuss the challenges of developing an instrument that is clear, relevant and suitable for physics teachers. The project plans to collect data from physics teachers in Finland. The survey will undergo further Finnish-language review, cognitive testing and piloting before the main study. Subsequent interviews will explore teachers' reasoning behind selected reported practices.