

MATEMATIIKAN JA LUONNONTIETEIDEN OPETUKSEN TUTKIMUSSEURAN TUTKIMUSPÄIVÄT 2019

ANNUAL SYMPOSIUM OF THE FINNISH MATHEMATICS AND SCIENCE EDUCATION RESEARCH ASSOCIATION 2019

ABSTRAKTIT / ABSTRACTS

TORSTAI 24.10.

Matematiikan opetus (Exactum B120)

(chair: Pieti Tolvanen)

Lukusuoramallin ja kuvallisen mallin yhtäaikainen hyödyntäminen murtolukujen opetuksessa

Anu Tuominen, Turun yliopisto

Tutkimuksessa on tarkasteltu edellisen ja nykyisen opetussuunnitelman aikaisia alakoulun matematiikan oppikirjoja 2. – 6. luokalta murtolukualueen osalta. Tutkimuksessa havaittiin kuvallisen esityksen lisääntyminen uusissa oppikirjoissa vanhoihin oppikirjoihin verrattuna. Lukusuoramallinnus jättää kuitenkin edelleen toivomisen varaa. Lukusuoramallia käytetään tyypillisesti symbolimuodossa esitettyjen murtolukujen kanssa. Jostain syystä murtolukujen sijoittaminen lukusuoralle on joillekin oppilaille haastavaa, vaikka he osaisivat verrata symbolimuodossa esitettyjä murtolukuja keskenään. Toisaalta pinta-alamalleina esitettyjen murtolukujen keskinäinen vertailu on helppoa, koska vastaus on havaittavissa pinta-alojen visuaalista kokoa vertaamalla. Tutkimuksessa ehdotetaan pinta-alamallin hyödyntämistä yhtä aikaa lukusuoramallin kanssa ja annetaan kehitysehdotuksia oppikirjojen käyttämiin kuvituksiin.

Leikillinen matematiikanopetus varhaiskasvatuksen koulutuksessa

Jonna Kangas, Helsingin yliopisto

Leikin merkitystä korostetaan uusissa valtakunnallisissa opetussuunnitelmissa (EOPS, 2016; VASU, 2018) kasvatusta ja opetustoiminnan lähtökohtina ja sisältöinä. Niissä tähdennetään leikin itseisarvoa lapselle sekä leikin pedagogista merkitystä oppimisessa ja lasten kokonaisvaltaisessa kehityksessä ja hyvinvoinnissa. Leikillisellä oppimisella tarkoitetaan oppimisen prosesseja, joissa toimija valtautuu ratkaisemaan ongelmia, käyttämään luovuuttaan ja tuottamaan sekä uusintamaan olemassa olevia toimintatapoja (Sefton-Green ym. 2015). Leikillisyydellä ja toiminnallisuudella tulisikin olla varhaiskasvatuksen pedagogiikassa merkitystä. Helsingin yliopistolla varhaiskasvatuksen matematiikan opetus on järjestetty leikillisen oppimisen näkökulmasta.

Puheenvuorossani esittelen käytössä olevia opetuksen tapoja ja leikillisten ja toiminnallisten opetusmenetelmien haasteita ja hyötyjä. Toiminnallisuuden avulla abstraktit matemaattis-loogiset ilmiöt voidaan tuoda käsinkosketeltaviksi mukaan opetukseen ja lapsia voidaan innostaa toimimaan luovasti. Pedagogiikka voidaan nähdä jaettuna toimintana lasten kanssa, jossa lapset tuottavat uusia merkityksiä oppimalleen. Nämä tulokset haastavat perinteisen yliopistollisen substanssiperustaisen opetuksen tuloksellisena läpivientinä ja tarjoavat näkökulmia opiskelijoiden toimijuutta ja osallisuutta vahvistavaan pedagogiikkaan.

Viidennen luokan oppilaiden käsityksiä yhtäsuuruusmerkin merkityksestä ja käytöstä

Pieti Tolvanen, Lapin yliopisto

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli kartoittaa 5-luokkalaisten käsityksiä yhtäsuuruusmerkin merkityksistä sekä käytöstä. Tutkimus on osa yhtälönratkaisussa tarvittavien käsitteiden merkityksiä ja ymmärrystä kartoittavasta tutkimuksesta. Tutkimus liittyy LUMA-Suomi kehittämishankkeeseen Alakoulun aritmetiikka uusin silmin. Hankkeessa on kehitetty opetusmateriaalia alakoulun matematiikan, aritmetiikan, opetuksen

vahvistamiseksi, algebran opiskelun aloituksen helpottamiseksi seitsemännellä luokalla. Kansainvälisesti tästä käytetään nimitystä early algebra. Yhtäsuuruusmerkin strukturaalisen merkityksen, merkin vasemmalla ja oikealla puolella on yhtä paljon, ymmärtäminen on yksi keskeisimmistä asioista algebrallisen yhtälönratkaisun oppimisessa. Yhtäsuuruusmerkin operationaalinen merkitys, vastaus tulee sen jälkeen, hankaloittaa algebrallisen yhtälönratkaisun oppimista ja ymmärtämistä yläkoulussa. Tutkimuksen aineisto (n=454) kerättiin kynä-paperi-testin avulla syyskuussa 2018. Vastaajajoukko koostui 66%:sta Rovaniemen seudun 5-luokan oppilaskohortista. Vastaajia oli 16:sta koulusta yhteensä 28:sta luokasta. Testi koostui kahdestatoista tehtävästä, joista neljä tehtävää kartoitti yhtäsuuruusmerkin käsitteellistä ymmärtämistä ja kaksi tehtävää yhtäsuuruusmerkin käyttöä laskutilanteissa. Testitehtävät kävivät läpi kolme pilotointikierrosta. Alustavassa analyysissä oppilaiden vastauksista vähemmän kuin puolet kuvastivat yhtäsuuruusmerkin strukturaalista merkitystä. Parhaiten oppilaat osasivat strukturaalisen merkityksen tehtävässä $8 + 4 = _ + 5$. Noin puolet vastaajista (52 %) vastasi seitsemän. He ymmärtävät yhtäsuuruusmerkin strukturaalisesti. Noin 42% oppilaista vastasi 12 tai 17. He ymmärtävät yhtäsuuruusmerkin operationaalisesti. Tämän tutkimuksen nojalla yhtäsuuruusmerkin strukturaalisen merkityksen korostaminen koulumatematiikassa olisi tärkeää. Erityisesti opetussuunnitelmatasolla asiaan tulisi kiinnittää huomiota.

Eriyttäminen ja tuki (Exactum B121) (chair: Eija Väisänen)

Yliopisto-opiskelijan tukeminen insinöörimatematiikan opintojen alussa Anniina Myötyri & Riikka Kangaslampi, Tampereen yliopisto

Lukio- ja yliopistomatematiikan välinen siirtymävaihe aiheuttaa usein ongelmia opiskelijoille ja opintojen aloittamista onkin pyritty tukemaan erilaisin tukitoimin. Syksyllä 2019 Tampereen yliopistossa aloitettiin uutena tukimuotona tukilaskuharjoitukset ja tehtiin tukimateriaalipaketti insinöörialojen ensimmäisen vuoden matematiikan peruskurssien eli Insinöörimatematiikka-kurssien opiskelijoille. Tukimateriaalipaketti koostuu linkeistä opetusvideoihin ja tehtäväsarjoista, jotka ovat toteutettu STACK-tehtävinä Moodle-alustalle. Lisäksi kunkin tehtäväsarjan alussa kerrotaan lyhyesti aiheeseen liittyvä matemaattinen teoria. Tukimateriaalit jakautuvat viikkokohtaisiin aiheisiin, jotka noudattelevat Insinöörimatematiikka-kurssien aiheita. Niiden avulla pyritään kertaamaan Insinöörimatematiikan kurssien kannalta oleelliset esitiedot.

Tukimateriaalien katsominen ja tekeminen onnistuu täysin verkossa, mutta halukkaille on tarjottu myös mahdollisuutta tulla tukilaskuharjoitustilaisuuteen tekemään kyseisiä tehtäväsarjoja. Tukilaskuharjoitustilaisuuden alussa käydään läpi tehtävissä tarvittava teoria, jonka jälkeen opiskelijat saavat ryhmissä tai itsenäisesti laskea kyseiseen viikkoon liittyvän tehtäväsarjan tehtäviä kysyen tarvittaessa apua laskuharjoitustilaisuuden pitäjältä.

Tukimateriaaleihin liittyvä tutkimus toteutetaan Insinöörimatematiikka 1 -kurssin aikana. Tutkimuksessa tutkitaan opiskelijoiden kokemuksia tukimateriaaleista ja laskuharjoitustilaisuudesta sekä tukilaskuharjoitusten tekemisen vaikutusta kurssin päättöarvosanaan. Esityksessä kerrotaan tarkemmin tukimateriaaleista ja esitellään saatuja tutkimustuloksia.

Luokanopettajien kokemuksia matemaattisen lahjakkuuden huomioimisesta opetuksessa Antti Viholainen, Juho Tiainen ja Mervi Asikainen, Itä-Suomen yliopisto

Tässä pro gradu -työhön pohjautuvassa tutkimuksessa pohditaan matemaattisesti lahjakkaiden oppilaiden opetuksen tilaa sekä lahjakkaiden opetukseen liittyviä haasteita. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (2014) opetuksen eriyttämisessä painotetaan opinnoissaan heikosti menestyvien tukemista. Erityisluokkamallia ollaan lakkauttamassa, jolloin inklusion myötä myös haastavista oppimisen vaikeuksista kärsiviä oppilaita tuodaan mukaan yleisopetukseen. Ehtiikö ja osaako luokanopettaja tunnistaa matemaattista lahjakkuutta? Miten opettaja huomio matemaattisesti lahjakkaat oppilaat opetuksessaan? Onko opettajalla käytössään tarpeeksi aikaa ja osaamista matemaattisesti lahjakkaiden oppilaiden

opettamiseen? Miten opettajaopinnot ovat hyödyttäneet matemaattisesti lahjakkaiden oppilaiden kohtaamista?

Fenomenografisella tutkimusotteella toteutettuun tutkimukseen osallistui 24 luokanopettajaa ja yksi erityisluokanopettaja. Aineisto kerättiin sähköisen kyselylomakkeen avulla. Tutkimuksessa havaittiin, että opettajan rajalliset aikaresurssit kuluvat tavanomaisten opetustehtävien lisäksi tukea tarvitsevien oppilaiden ohjaamiseen, jolloin lahjakkaille oppilaille ei jää riittävästi aikaa. Suuret ryhmäkoot vaikeuttavat myös lahjakkaiden tunnistamista, sillä yksittäisen oppilaan opiskeluprosessin seuraaminen on haastavaa. Korkeakouluopinnoista on tutkimukseen osallistuneiden opettajien mukaan ollut erittäin vähän apua matemaattisesti lahjakkaiden oppilaiden kohtaamiseen.

Heikoille osaajille suunnitellut matemaattisten taitojen harjoitusohjelmat alakoulussa

Eija Väisänen, Anu Laine & Pirjo Aunio, Helsingin yliopisto

Tämä kehittämistutkimus on osa Opetus- ja kulttuuriministeriön rahoittamaa Matematiikan maailmaan -hanketta, joka pyrkii vahvistamaan opiskelijoiden ja opettajien osaamista löytää tutkimusperustaista tietoa matemaattisten oppimisvaikeuksien tukemisesta. Tämän osatutkimuksen tavoitteena oli selvittää, mihin tekijöihin erityisopettajaopiskelijat kiinnittävät materiaaleissa huomiota ja minkä tekijöiden perusteella he ilmoittivat itse valitsevansa (jatkoissa) käytettävän interventiomateriaalin.

Erityisopettajaopiskelijat (n=57) tutustuivat osana opinto-ohjelmaansa kuuluvaa kurssia (Matemaattiset oppimisvaikeudet, 5 op) vähintään kolmeen eri matemaattisten taitojen tukemiseen tarkoitettuun interventio-ohjelmaan ja arvioivat niiden käytettävyyttä. Yhdeksi tutustuttavista materiaaleista oli määrätty ThinkMath – verkkosivusto.

Tuloksissa tarkastellaan, mitä piirteitä opiskelijat tutustumissaan materiaaleissa eniten arvostivat, mitä taas kritisoivat. Tulosten perusteella ThinkMath –verkkosivustoa kehitetään vastaamaan yhä paremmin käyttäjäkunnan tarpeita.

Conceptions of science and scientists (Exactum B222)

(chair: Johanna Jauhiainen)

Representation of scientists and their practice on popular YouTube science communication videos

Veli-Matti Vesterinen & Jaakko Lamminpää, Turun yliopisto

Research has shown, that stereotypes about science and scientists affect students' interest in science, especially amongst student not identifying with the stereotypical image of scientists. Considering the effect popular media has on how the general public perceives science and the rapid transformation of media landscape, there is a dire need for research, which improves our understanding on how science is represented in popular media. YouTube is currently the second most visited website in the world, and it has become the main platform for sharing science communication videos. To find out how scientists and their practice are represented in YouTube science communication videos, we analyzed 140 videos from 7 popular science communication channels. As expected, the female scientists and non-western scientific institutions were underrepresented. The results also showed, that although the videos on these channels present largely a stereotypical picture scientist by focusing on historical figures of science, they also provided several examples of more contemporary science as well as about the social and collaborative aspects of research, such as discussing the peer-review process used by scientific journals.

Draw-A-Science-Comic: exploring children's conceptions by drawing a comic about science

Jaakko Lamminpää, Veli-Matti Vesterinen, Turun yliopisto

Drawing is a popular method to study conceptions about scientists and science and it has been especially useful for the younger children who might lack the skills to express themselves by writing. One of the most used instruments in the field is the Draw-A-Scientist Test (DAST) in which the participants draw a picture

about a scientist. Researchers have presented critique and modifications to improve the reliability and the validity of the test. However, recent studies suggest that instead of the appearance of a scientist, the activities are more crucial in shaping the conceptions and attitudes of children and students. This study describes a new instrument for testing how younger students view scientists and scientific research focusing on the activities of a scientist. The Draw-A-Science-Comic test (DASC) is based on the DAST, but results show that it is more capable to express how children see scientist working, interacting with each other and even what kind of emotions are related to scientific inquiry.

Monialaiset oppimiskokonaisuudet – esimerkki fysiikan ja historian yhdistävästä opetuksesta

Johanna Jauhiainen, Lasse Hongisto, Tiina Ranta-aho ja Johanna Norppa, Helsingin yliopisto

Uusissa peruskoulun ja uudistuvissa lukion opetussuunnitelmissa esitetään tavoitteeksi järjestää monialaisia oppimiskokonaisuuksia, joissa korostetaan opiskeltavien asioiden monialaisuutta ja eheyttämistä. Oppiainerajojen ylittävät opinnot auttavat oppilaita tarkastelemaan opetuksen kohteena olevaa asiaa monesta näkökulmasta. Kerromme tässä esityksessä fysiikan ja historian yhdistävästä projektistamme. Peruskoulussa ja lukiossa toteutetun oppimiskokonaisuuden aihe rajoittui radioaktiivisuuden keksimisestä atomipommiin ja sen vaikutuksiin painottuen fission keksimiseen ja Manhattan projektiin. Projektin oppimateriaalina olivat luonnontieteen historian kertomukset eli narratiivit. Oppilaat kokevat narratiivit usein perinteistä fysiikan oppikirjatekstiä helpommin luettavimmiksi ja kiinnostavimmiksi. Ne valaisevat luonnontieteen humanistisena toimintana, ne myös herättävät tietokirjatekstiä enemmän tunteita ja näin voivat edistää oppimista. Tarkasteltavassa oppimiskokonaisuudessa toisaalta tarkasteltiin aihetta tieteen historialliselta ja filosofiselta kannalta, mutta myös painotettiin yhteiskunnallista luonnetta ja tietensosiologiaa. Historian ja fysiikan oppiainerajoja ylittävä opetus auttaa oppilaita ymmärtämään laajemmin fysiikan merkityksen. Esityksessä kerromme projektin toteutuksesta ja kokemuksista narratiivien käytöstä luonnontieteen opetuksessa. Esittelemme opiskelijoiden kokemuksia opetuskokonaisuudesta, pohdimme monialaisten oppimiskokonaisuuksien järjestämisen haasteista sekä kerromme opetuskokeilujen jatkosuunnitelmista.

Arviointi matematiikassa (Exactum B120)

(chair: Päivi Portaankorva-Koivisto)

Is the PISA competence drop in mathematics real also in context of basic mathematics matriculation exams?

Visajaani Salonen, & Marja Tamm Helsingin yliopisto

Competence drop in mathematics is remarkable issue considering education system. Comparing different years together is always challenge, but especially it is challenge comparing independent matriculation exams together. As part of my Ph.D. studies, I have modelled all basic mathematics matriculation exams for same scale by Item Response Theory. In study is presented two different approaches to model these exams using special designed exam (MAOL preliminary exam fall 2018) to make linkage between independent exams. Exams included in model covers 1995, 2006, and 2015 matriculation exams. By IRT-modelling, it is also possible to estimate differences in assessments among different exams. Study reveals assessment among exams to be similar with each other. Also, competence drop is present among same cohorts as in PISA's 2003 and 2012 for matriculation exam. As upcoming, competence drop is not diminish during general upper secondary education for students who take part in basic mathematics matriculation exam. Study confirms information already achieved in PISA-studies, but reveal also long-term consistency in differences among cohorts participated in studies.

Matemaattisen ymmärryksen arviointi itsearviointitaitoja kehittäessä

Susanna Toikka, & Lasse Eronen, Itä-Suomen yliopisto

Käynnissä olevan arviointikulttuurin muutoksen seurauksena on matematiikan opiskelun arvioinnissa koettu ongelmia, sillä useimmiten matematiikan arvioinnissa on nojaututtu summatiivisiin arviointimuotoihin. Kuitenkin nykyisessä perusopetuksen opetussuunnitelmassa (OPH 2014) korostetaan oppimisen jatkuvaa arviointia, koska arvioinnin painopiste nähdään olevan elinikäistä oppimista tukevassa formatiivisessa



HELSINGIN YLIOPISTO

MATEMAATTIS-LUONNONTIETEELLINEN TIEDEKUNTA

arvioinnissa. Lisäksi matematiikan opiskelun tavoitteet ovat kohdistuneet viime vuosina kohti matemaattisen tiedon ymmärtämistä ja soveltamista. Edellä esitetty on heijastunut vaikeuksina siihen, miten matematiikan arviointia tulisi käytännössä toteuttaa. Tutkimukset ovat osoittaneet ongelmanratkaisun olevan keino sekä syventää hankitun tiedon ymmärtämistä ja soveltamista että tukea elinikäisen oppimisen taitojen, kuten itsearviointitaitojen, kehittymistä. Samanaikaisesti tutkimustulokset osoittavat, että ongelmanratkaisua käytetään opiskelun yhteydessä suhteellisen vähän sen arvioinnin haasteellisuuden vuoksi. Ongelmanratkaisua arvioidessa ensisijaista opettajan arvioinnin sijaan on oppilaan oma arviointi. Oman oppimisen arviointi kehittää matemaattisessa opiskelussakin tärkeitä itsearviointitaitoja eli reflektiota, itsearviota ja metakognitiota. Pro gradu -tutkielmassani tutkittiin, millaista tunnereflektiota alkuopetusikäiset (n=23) tuottavat matemaattisen ongelmanratkaisutilanteen jälkeen. Tutkielmassa saatujen tulosten pohjalta muodostettiin neljä alkuopetusikäisten reflektioprofiilia suhteessa matematiikkaan: kokematon, epätarkka, aloitteleva ja kehittynyt reflektioija. Tutkielmaan osallistuneiden keskuudessa oli havaittavissa melko suurta hajonneisuutta suhteessa taitoon reflektoida. Erityistä huolta kuitenkin herättivät heikohkot reflektiotaidot omaavat oppilaat, joita oli sekä ensimmäisen että toisen vuosiluokan oppilaissa. Muodostettuja reflektioprofiileja voidaan käyttää apuna oppilaan itsearviointitaitojen tason tunnistamisen ja kehittämisen lisäksi matematiikan oppimisen arvioinnin yhteydessä.

Havaintoja opettajien arviointikäytänteistä arvioitaessa matematiikan työskentelyn taitoja

Päivi Portaankorva-Koivisto,
Helsingin yliopisto

Perusopetuksen opetussuunnitelmien perusteiden 2014 päättöarvioinnin tavoitteissa on esitetty seitsemän näkökulmaa matematiikan työskentelyn taitojen arviointiin. Tässä tutkimuksessa käytetty pienimuotoinen kyselyaineisto kerättiin LUMATIKKA-hankkeessa keväällä 2019. Hanke on Opetushallituksen rahoittama matematiikan opetuksen ja oppimisen täydennyskoulutusohjelma (15 op), jonka toteuttajina ovat Aalto-yliopisto, Helsingin, Itä-Suomen, Oulun ja Tampereen yliopistot sekä Åbo Akademi ja Oulun ammattikorkeakoulu. Täydennyskoulutus toteutettiin sulautetun oppimisen mallin mukaan ja se sisälsi kaikille yhteisen osion, luokka-astekohtaisen osion ja valinnaisen osion. Yläluokille suunnatussa osiossa käsiteltiin teemoina opetuksen havainnollisuutta, toiminnallisuutta, matemaattista kommunikaatiota, matematiikan historiaa, ongelmanratkaisua, matematiikkaa yhteiskunnassa, mallintamista ja arviointia. Osana arviointijaksoa osallistujilta kysyttiin, millä tavoin he ottavat erilaisia perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa 2014 mainittuja arviointikohteita huomioon, arvioidessaan oppilaita. Pääsääntöisesti vastaajat ilmoittivat arvioivansa kaikkia kohteita ainakin jollain tavalla. Vastauksista saattoi kuitenkin tehdä neljä huomiota: (1) opettajista 3/4 pyrki arvioimaan oppilaan matemaattista ilmaisua monipuolisesti, (2) taitoa arvioida ja kehittää matemaattisia ratkaisuja sen sijaan 1/3 ei arvioinut lainkaan, (3) opettajista 1/7 ei myöskään arvioinut tiedon analysointia ja kriittistä tarkastelua mitenkään, ja (4) hiukan yli puolet opettajista ei arvioinut tieto- ja viestintäteknologian käyttöä. Esityksessäni tarkennan näitä havaintoja opettajien avoimien vastausten perusteella.

Opettajankoulutus (Exactum B121)

(chair: Henri Heiskanen)

Opettajatiedon täydennetty käsitteellinen malli

Laura Tuohilampi, Helsingin yliopisto

Opettajan katsotaan tarvitsevan ammatissaan sekä vahvaa ainekohtaista osaamista että oppilaan kohtaamiseen ja ryhmän ohjaamiseen liittyvää pedagogista osaamista. Tältä osin opettajatieto jaetaan karkeasti ainekohtaiseen tietoon sekä pedagogiseen tietoon. Jälkimmäisellä viitataan tyypillisesti oppilaiden ajattelun hahmottamiseen, opetusmenetelmien tuntemiseen sekä opetuksen tavoitteiden (kuten opetussuunnitelma) tuntemiseen (esim. Hill, Ball & Schilling, 2008). Vaikka teoreettisia variaatioita opettajatiedosta on lukuisia, sosio-affektiivinen tieto näyttää puuttuvan malleista systemaattisesti. Tällä tarkoitetaan tässä esityksessä tietoa oppilaiden henkilökohtaisesta asennoitumisesta, ryhmän sisällä toimimisesta sekä yleisten odotusten vaikutuksesta oppimiseen.



HELSINGIN YLIOPISTO

MATEMAATTIS-LUONNONTIETEELLINEN TIEDEKUNTA

Matematiikan opetus on viime vuosikymmeninä keskittynyt vahvasti sosiaaliseen, yhdessä tapahtuvaan oppimiseen. On löytynyt tutkimusnäyttöä toisaalta oppilaiden henkilökohtaisen asennoitumisen, toisaalta ilmapiirin, ja lisäksi laajemman kulttuuriympäristön vaikutuksesta matematiikan oppimisprosessiin (Tuohilampi, Laine, Hannula & Varas, 2016). Tältä osin opettajatiedon teoreettista mallia tulisi laajentaa sisältämään sosio-affektiivinen tieto.

Esityksessä kootaan yhteen viimeaikaisessa tutkimuksessa nousseita matematiikan oppimiseen vaikuttavia teemoja, joita kokoamalla päästään rakentamaan sosio-affektiivista tietoa opettajatiedon teoreettiseen malliin.

Toimijuus oppimateriaalien kontekstissa: luokanopettajat oppimateriaalien hyödyntäjinä matematiikan opetuksessa

Heidi Krzywacki¹, Kirsti Hemmi², Åbo Akademi / Uppsala Universitet & Tuula Koljonen³,

¹Helsingin yliopisto, ²Åbo Akademi / Uppsala Universitet, ³Mälardalens Högskola / Åbo Akademi

Oppimateriaalit (curriculum resource), niin digitaaliset kuin perinteiset materiaalit voidaan nähdä keskeisenä osana nykyaikaista matematiikan opetusta. Lähestymme tätä suhdetta toimijuuden käsitteen kautta; opettajien valinnat ja tapa hyödyntää oppimateriaaleja osana opetusta sekä perustelut toiminnalle heijastelevat toimijuutta. Tutkimuksen teoreettinen viitekehys perustuu sosiokulttuuriseen näkemykseen, jonka mukaan opettajien ja oppimateriaalien välinen suhde nähdään dynaamisena vuorovaikutussuhteena. Opettajan merkitys vuorovaikutusprosessissa korostuu esimerkiksi siinä, miten oppimateriaalia tulkitaan ja mitä valintoja opettaja materiaalin suhteen tekee.

Tämän esityksen tulokset perustuvat viiden suomalaisen ja viiden ruotsalaisen, samaa oppikirjasarjaa käyttävien luokanopettajien tapauksiin. Tutkimusaineistona käytettiin teemahaastatteluita, jotka tehtiin lukuvuonna 2017-18. Haastattelujen pääteemoina olivat 1) opettajan tausta ja kouluympäristö; 2) näkemykset oppimateriaalin käytöstä; 3) oppimateriaalien valinta, ja 4) oppimateriaalien hyödyntäminen matematiikan opetuksen suunnittelussa, toteutuksessa ja arvioinnissa. Haastattelut tehtiin opettajan omassa luokahuoneessa, jossa oli mahdollista tutustua käytössä olevaan materiaaliin ja oppimisympäristöön.

Tulokset valottavat ruotsalaisten ja suomalaisten erilaista tapaa toteuttaa omaa toimijuuttaan oppimateriaalin hyödyntämisessä matematiikan opetuksessa. Esityksessä nostamme esiin yleisiä huomioita siitä, miten opettajat tulkitsevat oppimateriaalin tarjoamia mahdollisuuksia ja arvioivat niitä suhteessa näkemyksiinsä matematiikan opetuksesta. Lisäksi tarkastelemme suomalaisen ja ruotsalaisen opetuskulttuurin eroavaisuuksia ja samanlaisuuksia.

Esitys on osa laajempaa syksyllä 2017 aloitettua kansainvälistä tutkimusprojektia, jossa tarkastellaan opettajia oppimateriaalien käyttäjinä matematiikan opetuksessa (Math3C - Teachers' use of mathematics curriculum resources in the 21st century, 2017-20).

Eri tiedonalapainotteiset tehtävätyypit luokanopettajaopiskelijoiden omaehtoisessa matematiikan opiskelussa

Henri Heiskanen, Lasse Eronen, Pasi Eskelinen & Pertti Väisänen, Itä-Suomen yliopisto

Matematiikan tutkimustehtävämateriaalin tuottaminen on osa lukuvuonna 2018-2019 aloitettua seurantatutkimusta. Tässä seurantatutkimuksessa tarkastellaan lukuvuonna 2019-2020 luokanopettajan kelpoisuuden tuottavien monialaisten opintojen matematiikan pedagogiikan opintojaksolla oppijan matematiikkakuvan, matemaattisten asenteiden ja motivaation, kognitiivisen suoriutumisen sekä reflektointitaitojen määrittämisen ja kehittymisen välisiä yhteyksistä.

Esitelmässä tarkastellaan opiskelijoiden tuottamia oppimispäiväkirja-aineistoja. Aineiston keruualustana toimii Ville-oppimisympäristö, joka mahdollistaa erilaisten matemaattisten tehtävien itsenäisen suorittamisen



HELSINGIN YLIOPISTO

MATEMAATTIS-LUONNONTIETEELLINEN TIEDEKUNTA

ja automaattisen korjaamisen. Lisäksi käyttäjällä on mahdollisuus arvioida järjestelmässä olevien tehtävien laatua.

Esityksessä keskitytään tarkastelemaan opiskelijoiden suoriutumista proseduraalisen ja konseptuaalisen tiedon näkökulmista. Tarkoituksena on selvittää miten eri tehtävätyypit vaikuttavat opiskelijoiden oppimisprosessiin Ville-oppimisympäristössä.

Collaborative learning (Exactum B222)

(chair: Jessica Salminen-Saari)

Can small-group discussions support prospective primary teachers' conceptual understanding?

Ann-Sofi Härmälä-Braskén,

Åbo Akademi

The opportunity to discuss and argument is considered as an important part of today's science education. Despite this, there are few situations where students can discuss and deepen their understanding. Previous research shows that students at different levels have misconceptions in different areas of the science curriculum. It is important that students already in primary school develop an understanding of scientific concepts, in line with a more scientifically correct understanding. Primary school teachers play a crucial part in this process. The teachers' subject knowledge and own understanding of scientific concepts is important. Previous research show that prospective primary teachers have not developed a solid base during their school years. The aim of this study is to investigate if small-group discussions can be a tool in order to make prospective primary teachers aware of their own misconceptions, and at the same time promote, and deepen the conceptual understanding of scientific concepts. The data consists of small group discussions during a science course for prospective primary teachers. The preliminary results show that although students are using the right concepts in their discussions, they are not always able to argue for them or their understanding of the concepts are not very deep.

New Methods To Study Collaborative Problem Solving Using Multiple-Person Mobile Eye Tracking: Heatmaps and Gaze Synchrony Graphs

Markku Hannula, & Enrique Garcia Moreno-Esteva, Helsingin yliopisto

Eye-tracking is a method to get information on student cognition as it happens. Mobile eye-tracking allows us to address new research questions. In our MathTrack -project we study eye movements in the context of collaborative problem solving. In each class, we have collected eye tracking data from the teacher and four collaborating students. We face two methodological challenges. First, researchers have only a limited control to what happens in the class, and gaze targets appear, move, and disappear in unexpected manner. Our solution to this has been the use of visual markers in the classroom, which can be used to automatically compute heat maps. Second, to study the collaboration of multiple persons, we need to find ways to measure gaze behaviour on a group level. We have developed a solution that provides a measure of gaze synchrony as a function of time and we can even compute statistical significance for the level of synchrony. In addition to presenting an overview of our methodological solutions, I share selected research findings.

What initiates joint attention during a collaborative mathematical problem-solving process? A small group mobile gaze tracking case study

Jessica Salminen-Saari¹, Enrique Garcia Moreno-Esteva¹, Eeva Haataja¹, Miika Toivanen² & Markku S. Hannula¹,

¹Helsingin yliopisto, ²SeeTrue Technologies, Finland

We present the results of a case study on what initiates joint visual attention during collaborative mathematical problem-solving session. We investigated four Finnish 14-15-year-old students by using mobile gaze tracking and smartpens during a collaborative problem-solving lesson in a regular classroom. The students were given a task to find the shortest possible way to connect four cities in the corners of a square first on their own, then with a partner and finally in groups of four. This study focuses on the part,



HELSINGIN YLIOPISTO

MATEMAATTIS-LUONNONTIEEELLINEN TIEDEKUNTA

during which they are working in groups of four. For our analysis, we used a novel gaze synchrony measure, which pinpointed the moments when the joint visual attention was the highest. We then analyzed these moments qualitatively to gain a better understanding of the role of collaboration in the process of collaborative problem-solving.

Matematiikan opetus yliopistossa (Exactum B120)

(chair: Terhi Kaarakka)

Flippauksen vaikutus osallistumisaktiivisuuteen yliopiston ensimmäisellä insinöörimatematiikan kurssilla

Elina Viro, Maiju Nieminen, Jani Hirvonen, Riikka Kangaslampi & Terhi Kaarakka, Tampereen yliopisto

Käänteinen opetus (flipped classroom) ja käänteinen oppiminen (flipped learning) ovat viime vuosina lisänneet suosiotaan niin Suomessa kuin muuallakin. Flippaukseksi kutsutun opetusmenetelmän etuja ovat muun muassa opiskelijan yksilöllinen huomiointi, jatkuva arviointi ja palaute sekä itseohjautuvuuden vahvistaminen.

Tampereen yliopiston ensimmäisen vuoden insinöörimatematiikan kurssit on perinteisesti järjestetty massaluentojen, laskuharjoitustilaisuuksien ja tenttien yhdistelmänä. Lukuvuonna 2019-2020 kyseiset kurssit toteutetaan noin 250 opiskelijan osalta flippauksen ideologiaa mukailien.

Opiskelijat tutustuvat teoriaan itsenäisesti videoiden, kirjojen ja opintomonisteen avulla sekä tekevät käsitteiden ymmärrystä vahvistavia ja mekaanista laskemista harjoittavia verkkotehtäviä. Tämän jälkeen opiskelijat osallistuvat laskuharjoitustilaisuuteen. Viikon päättää prime time -tilaisuus, jossa opiskelijoita muodostetut pienryhmät (6-11 henkeä) tapaavat kurssin opettajaa käyden läpi viikon ongelmakohtia. Itsearviointin ja opettajan formatiivisen arvioinnin roolia on vahvistettu huomattavasti ja loppupentin painoarvo arvosanasta on vain 30 %. Verrokkiryhmänä toimii vastaavankokoinen ja -sisältöinen, mutta perinteisemmin toteutettu rinnakkaiskurssi. Verrokkikurssilla on perinteiset luennot, kahdet laskuharjoitukset viikossa, tentti sekä lisäksi opetusvideoita sekä sähköisiä verkkotehtäviä.

Varsinaisen tutkimuksen tarkoituksena on tarkastella flippauksen vaikutusta opiskelijoiden osallistumisaktiivisuuteen yliopiston ensimmäisellä insinöörimatematiikan kurssilla. Aineistona käytetään flipatun ja perinteisesti toteutetun kurssin lokitietoja opetusvideoiden katsomisesta, sähköisten tehtävien palautuksesta sekä laskuharjoitustilaisuuksiin, luennoille, prime time -tilaisuuksiin ja tenttiin osallistumisesta.

Ääriarvotehtävä laaja-alaisesti ja merkityksellisesti matemaattisten aineiden opettajankoulutuksessa

Jaska Poranen & Terhi Mäntylä, Tampereen yliopisto

Ääriarvotehtävät liitetään koulussa tyypillisesti differentiaalilaskentaan ja lukio-opintoihin. Tällöin niiden teoria on jo kohtalaisen monimutkaista. Toisaalta ne silti saadaan ratkottua usein varsin mekaanisesti, jolloin ei synny suurempaa tarvetta syventyä taustalla oleviin käsitteisiin ja reaali maailmaan – mikä sekin on monesti tehtävien takana. On ilmeinen vaara, että näin ääriarvotehtävien kiintoisampi luonne aitoina ja merkityksellisinä ongelmina, joita voi käsitellä kaikilla kouluasteilla voi hämärtyä – niin opiskelijoiden kuin opettajien silmissä. Opettajien olisi hyvä osata rakentaa matematiikan käsitteille merkityksiä. Tähän tarkoitukseen matemaattisten aineiden opettajaksi opiskeleville annettiin seuraava ääriarvotehtävä: ”On annettuina pisteet A ja B sekä suora L, jotka kaikki ovat samassa tasossa, pisteet A ja B suoran yläpuolella. Suoralta L on sitten haettava piste X siten, että matka $AX + XB$ on mahdollisimman lyhyt.” Opiskelijoita ohjeistettiin löytämään piste X sekä helpon geometrisen konstruktion että differentiaalilaskennan kautta. Lisäksi heidän piti etsiä reaali maailman tilanteita, joita voidaan analysoida mainitun ääriarvotehtävän myötä (valon heijastuminen, monet syöttöpelit yms.). Opiskelijat työskentelivät 3-4 hengen ryhmissä ja tutkimuksen aineistona on heidän raporttinsa. Raporteista analysoidaan matemaattisen sisällön lisäksi missä määrin tulevat opettajat osaavat tulkita reaali maailmaa tai arkista ympäristöään tämän tyyppisen ääriarvotehtävän kannalta. Esitämme analyysin tulokset tutkimuspäivillä.

Yliopiston insinöörimatematiikan flippaustutkimuksen rakenne

Terhi Kaarakka, Elina Viro, Simo Ali-Löyty, Jani Hirvonen, Riikka Kangaslampi, Jussi Kangas & Hari Nortunen, Tampereen yliopisto.

Tampereen yliopiston Hervannan kampuksella syksyllä 2019 aloittavista insinööriopiskelijoista hieman vajaa kolmasosa eli noin 250 opiskelijaa opiskelee ensimmäisen vuoden matematiikan kaikki neljä opintojaksoa käänteisen opetuksen ideologian mukaisesti niin sanotusti flippaamalla. Kokeilu vaatii huomattavasti enemmän opettajaresursseja perinteiseen verrattuna, joten kokeilun hyödyt on pystyttävä varmistamaan.

Aiempien tutkimusten mukaan flippauksella saavutetaan syväsuuntautuneempaa oppimista. Tutkimusasetelma rakennetaan huolellisesti. Flipattavan toteutuksen (interventioryhmä) lisäksi tarkastelemme vastaavankokoista ja –sisältöistä verrokkiryhmää. Keskeisimpinä tutkimuskysymyksinä selvitämme, kuinka hyvin opiskelijat omaksuvat matematiikkaa flipattulla toteutuksella sekä kuinka heidän kokemuksensa matematiikan oppimisesta muuttuu. Tarkastelemme erityisesti opiskelijoiden tavoitteita ja tunteita matematiikan opiskelua kohtaan.

Tutkimuksemme koostuu useasta elementistä. Lähtötasotestillä varmistetaan verrokki- ja interventioryhmän osaamisen alkutaso. Osa testin kysymyksistä toistetaan puolessa välissä vuotta, jolloin näemme osaamisen muutoksen. Neljästi lukuvuoden aikana opiskelijat vastaavat matematiikan opiskelun tavoitteita ja tunteita mittaavaan kyselylomakkeeseen. Lisäksi noin 10 prosenttia opiskelijoista pääsee osallistumaan osatutkimukseen, jossa tutkitaan opiskelijan fyysisiä reaktioita erilaisiin oppimistilanteisiin älynormusta hyödyntäen. Näin selvitämme oppimistilanteiden kuormittavuudesta ja opiskelijoiden hyvinvointia. Älynormustutkimus sisältää myös opiskelijoiden kirjanpitoa tunnetiloistaan eri oppimistilanteissa sekä pienen loppuhaastattelun. Viimeisen opintojakson puolessa välissä toteutetaan opiskelijoiden haastattelututkimus. Tällöin ensimmäinen opiskeluvuosi on lopussa ja opiskelijat osaavat kertoa vuodesta kokonaisuudessaan. Lisäksi koko lukuvuodenvuoden ajan tarkastelemme opiskelijoiden osallistumista erilaisiin oppimistilanteisiin, opiskelijoiden tekemien harjoitustehtävien määrää, opiskelijoiden tenteissä saamia pistemääriä ja opintojaksojen loppuarviointeja.

Group work and interaction

(Exactum B121)

(chair: Miikka Turkkila)

Kriittisiä tekijöitä oppilaan menestymiselle joustavuudessa ja pienryhmätyöskentelyssä - Matin ja Annin tapaukset

Riikka Palkki, Oulun yliopisto

Useiden ratkaisutapojen käyttäminen ja pienryhmissä työskentely ovat hyviä tapoja oppia matematiikkaa ja joustavuutta. Joustava yhtälönratkaisu -projektissa nämä kaksi elementtiä on yhdistetty. Tässä tapaustutkimuksessa selvitetään kahden suomalaisoppilaan oppimispolkua heidän osallistuttuaan Joustava yhtälönratkaisu -materiaalin käyttöön luokkansa ja matematiikanopettajansa kanssa. Matilla oli ollut vaikeuksia normaaleilla oppitunneilla, mutta hän loisti opetuskokeilussa. Anni puolestaan oli pärjännyt aiemmin hyvin, mutta opetuskokeilun aikana hänellä ilmeni vaikeuksia. Näiden tapausten perusteella voitaisiin ehdottaa, että joustavuus ja pienryhmätyöskentely riippuvat muun muassa seuraavista seikoista: hyvä käsitteellinen esitieto, asenne uudenlaista oppimista kohtaan, matematiikan sanoittamisen perustaidot ja toisten neuvominen. Tärkeältä vaikuttaisi myös, että oppilaat saavat käsitteellistä neuvontaa ryhmätyöskentelyn aikana.

The benefits of using visibly random grouping and vertical non-permanent surfaces in Finnish mathematics classrooms

Hanna Viitala, Luleå University of Technology



HELSINGIN YLIOPISTO

MATEMAATTIS-LUONNONTIETEELLINEN TIEDEKUNTA

This work is motivated by the alarming development of Finnish pupils' performance and problem-solving skills in mathematics that both national and international studies have established, and by the aim to develop pupils' mathematical thinking, attitudes and collaboration skills in mathematics classrooms. In international studies, using visibly random grouping (VRG) and vertical non-permanent surfaces (VNPS) in daily mathematics teaching were found to be effective methods to promote pupils' thinking, collaboration and engagement in mathematics bringing about profound and sustainable change in teachers and pupils' classroom practices. In our ongoing project, we adopt VRG and VNPS to study their cognitive, affective and social effects in Finnish classrooms. Five teachers use VGR and VNPS with problem-solving tasks in their daily teaching in six mathematics classrooms in a Finnish lower secondary school. I will present the results from the first two months of the implementation through the voices of these five teachers, supported by the researcher's field notes from the observed lessons and the between-lessons discussions with the teachers. The results show that, as in many intervention studies, not all groups adopted the methods without difficulties. We will discuss how these difficulties were dealt with, and what are the initial overall effects of using VGR and VNPS to teachers and pupils' actions and classroom practices.

Reaaliaikainen raakakoodaus videotutkimuksessa: materiaali-dialogiset vuorovaikutukset projektioppimisessa

Miikka Turkkila, Helsingin yliopisto

Videotutkimus mahdollistaa rikkaan ja laajan tutkimusaineiston, mutta samalla tuotetaan suuri määrä dataa, jonka analysoimiseen joudutaan käyttämään huomattavan paljon resursseja. Esimerkiksi Ash (2006) esittää videotutkimukselle kolme erillistä vaihetta, joissa aineisto jaetaan pienempiin, tarkemmin analysoitaviin paloihin vaihe vaiheelta. Ensimmäisessä vaiheessa kartoitetaan mielenkiintoiset tilanteet aineistosta tarkempaa analyysiä varten. Observoitavan oppitunnin merkityksessä tämä vastaa käytännössä tunnin rakennetta. Ajan säästämiseksi olisi hyödyllistä, jos tämä makrotason analyysi voitaisiin tehdä reaaliaikaisesti jo videonin yhteydessä. Tähän on olemassa kaupallisia järjestelmiä, mutta ne ovat usein kuitenkin kalliita ja toisaalta valmiita pakettiratkaisuja jolloin ei voida hyödyntää jo olemassa olevaa observointikalustoa.

Näistä syistä johtuen tuotettiin oma html5-pohjainen observointityökalu. Työkalua käytetään käynnissä olevassa tutkimushankkeessa, jossa projektioppimisen (Krajcik & Shin, 2014) kontekstissa tutkitaan materiaali-dialogisia (Hetherington, 2019) vuorovaikutuksia. Näitä vuorovaikutuksia pitäisi esiintyä vain kun opiskelijat työskentelevät yhdessä oppimista tukevien kognitiivisten työkalujen kanssa. Näiden reunaehtojen kautta kehitettiin observointikehys, jonka avulla voitiin valita videoiduista oppitunnista oleelliset kohdat vuorovaikutusten tunnistamiseen. Esityksessä tarkastellaan miten reaaliaikainen raakakoodaus on auttanut tutkimusta ja mitä alustavia tuloksia sen avulla ollaan saatu sekä lisäksi pohditaan tutkimuksen jatkoa.

Virtuaaliset ja digitaaliset oppimisympäristöt (Exactum B222)

(chair: Mikko Kesonen)

Avointen oppimateriaalien hyödyntäminen toisen asteen matematiikan opetuksessa

Simo Ali-Löytty, Tampereen yliopisto

Suomessa on viime vuosina käynnistetty useita kehittämishankkeita, joissa edistetään ja tuotetaan avoimia oppimateriaaleja. Avoimilla oppimateriaaleilla pyritään koulutukselliseen tasa-arvoon sekä mahdollistamaan joustava itseopiskelu. Tutkimuksen yhtenä tarkoituksena on kartoittaa, mitä matematiikan avoimia oppimateriaaleja Suomessa on saatavilla tällä hetkellä. Lisäksi tutkimuksessa selvitetään, mitä haasteita matematiikan avoimen oppimateriaalin käyttämisessä on ja minkälainen on hyvä digitaalinen oppimateriaali.

Tutkimuspäivillä esitellään saatavilla olevia avoimia oppimateriaaleja sekä niistä aikaisemmin tehtyä tutkimusta. Esityksessä kerrotaan, miten avoimia oppimateriaaleja on hyödynnetty toisen asteen matematiikan opetuksessa, miten sitä on tutkittu ja mitä tuloksia tutkimuksista on saatu. Lisäksi olemme testanneet itse laadittua MAY1-kurssin avointa oppimateriaalia Tampereen seudun lukioissa syksyn aikana ja tutkimuspäivillä esitellään tämän oppimateriaalin käyttäjäkyselyn tuloksia. Kyselyn tavoitteena on saada selville kokemuksia materiaalin käyttämisestä sekä opiskelijan että opettajan näkökulmasta.

Oppimateriaali on tuotettu opetushallituksen rahoittamassa hankkeessa ”Matemaattisten aineiden verkkokurssit lukioon ja ammatilliseen koulutukseen”, jossa tuotetaan sähköisesti toisen asteen opiskelijoille matematiikan, fysiikan, kemian ja tietotekniikan avoimia oppimateriaaleja. Hankkeen sisällöstä vastaa Tampereen yliopiston Informaatioteknologian ja viestinnän tiedekunnan tietotekniikan yksikkö.

Digiteknologian käytön kehittäminen luonnontieteiden oppimiseen inklusiivisessa luokassa

Kati Sormunen, Helsingin Yliopisto

Inklusioon pyrkivien opetuskäytänteiden avulla voidaan tukea luokan oppilaiden oppimista, jossa oppilaiden kyvyt, työskentelytavat ja oppimaan oppimisen taidot kehittyvät. Esityksessä tarkastellaan digitaalisen teknologian käyttöönottoa, käyttöä ja hyötyjä inklusiivisessa luonnontieteiden opetuksessa niin yksilön kuin ryhmän tasoilla, sekä opetuksen kehittymistä kahden vuoden aikana. Kehittämisessä tukeuduttiin educational design research:n (EDR) -periaatteiden sekä luonnontieteiden oppimista tukevien käytänteiden mukaisesti yhdessä tutkijan, opettajien ja oppilaiden kanssa keskikokoisessa alakoulussa pääkaupunkiseudulla. EDR-projektiin osallistui opettajatiimi, jonka muodostivat kaksi luokanopettajaa ja erityisluokanopettaja, tutkijaopettaja. EDR rakentui neljästä vaiheesta: Ensimmäisessä vaiheessa tutustuttiin käytettävään teknologiaan, älypuhelimiin, ja tutkittiin oppilaiden puhelinten käyttötapoja vesiprojektissa. Toisessa vaiheessa oppilaiden älypuhelimilla tuettuja inklusioon pyrkiviä opetuskäytänteitä kehitettiin itsenäisen ja pienen ryhmän oppimisen tilanteissa. Tavoitteena oli muodostaa ymmärrys älypuhelimien käytön hyödyistä luonnontieteiden oppimisessa yksin ja ryhmässä. Kolmannen vaiheen aineisto kerättiin EDR-projektin lopussa yhteistoiminnallisessa maker-projektista (sähköprojekti), jossa hyödynnettiin kehittämisprojektin aikana opittuja taitoja ja joita opettaja tuki oppituntien jälkeisillä reflektiivisillä keskusteluilla. Kolmannen vaiheen tavoitteena oli tunnistaa toimintatapoja, joiden avulla inklusiivisia opetuskäytänteitä voitaisiin syventää. Tutkimuksen neljännessä vaiheessa arvioitiin inklusioon pyrkivien opetuskäytänteiden kehittymistä ja toteutumista erityisen tuen oppilaan näkökulmasta koko EDR -projektin aikana. Tutkimuksen aineisto kerättiin oppilaille suunnatuilla kyselyillä, oppilaiden muistiinpanoilla, tutkijaopettajan muistiinpanoilla sekä haastatteluaineistolla, ja analysoitiin tilastollisten tunnuslukujen, laadullisen sisällön analyysin ja yhteistapausten verkostanalyysin (co-occurrence network analysis) keinoin. EDR-projektin tuloksia ja johtopäätöksiä avataan esityksessä.

Virtuaalisten laboratoriotöiden kehittäminen jatkuvan oppimisen tueksi – lukiolaisten oppimisen arviointi benjihyppytyön tapauksessa

Mikko Kesonen, Justus Kinnunen, Mervi A Asikainen, Saana Kinnunen, Jussi Ahokas, Kirsi Ikonen & Risto Leinonen, Itä-Suomen yliopisto

Lukiolaisia kannustetaan entistä vahvemmin korkeakouluopintojen suorittamiseen uudistettujen lukio-opetussuunnitelman perusteiden (LOPS) myötä. Jatkuvan oppimisen koulutuspoliittista linjaa myötäilevä lukiolaki ja LOPS:n perusteet ohjaavat korkeakouluja kehittämään opetustarjontaa entistä paremmin lukiolaisille sopiviksi. Jatkuvan oppimisen tukemiseksi Itä-Suomen yliopiston fysiikan ja matematiikan laitoksella kehitetään lukiolaisille sopivia fysiikan virtuaalisia laboratoriotöitä, jotka tulevaisuudessa sisällytetään osaksi Fysiikan perustyöt -opintojaksoa. Osana kehitystyötä tässä tutkimuksessa arvioidaan benjihyppyä käsittelevän laboratoriotyön oppimistavoitteiden toteutumista 120 minuutin opetuskokeilun aikana. Opetuskokeilussa lukiolaisille opetettiin yksinkertainen, fysiikan opetuksen tutkimuskirjallisuuteen pohjautuva malli benjihyppääjän putoamisliikkeestä. Mallin osaamista arvioitiin testikysymysten avulla ennen ja jälkeen opetuskokeilun. Opetuskokeiluun osallistui 17 lukiolaista yhdestä pohjoiskarjalaisesta lukiosta. Tuloksista nähdään, että mallin osaamista indikoivien oikeiden vastausten osuus kasvoi keskimäärin 33 prosenttiyksikköä opetuskokeilun aikana. Mallin oppimista vaikeutti erityisesti opiskelijoiden virhekäsitys, jonka mukaan suurempi massaisella kappaleella on suurempi putoamiskiihtyvyys, minkä muuttamiseksi benjihyppyä tarkastelevassa laboratoriotyössä on tarve huomioida hyvin tunnetut dynamiikan virhekäsitykset kattavammin. Tutkimus osoittaa, että virtuaalisten töiden kehittämisessä ja jatkuvan oppimisen tukemisessa tarvitaan laaja-alaista osaamista tieteenalakohtaisesta opetuksen tutkimuksesta, jotta aitoa osaamisen kehittymistä voidaan saavuttaa.



HELSINGIN YLIOPISTO

MATEMAATTIS-LUONNONTIEEELLINEN TIEDEKUNTA

PERJANTAI 25.10.

Current trends in science and mathematics education research

(Exactum B120) (chair: Terhi Mäntylä)

Relevance of mathematics and science MOOCs for teachers as part of their professional development, Maija Aksela, Jaana Herranen, Maya Kaul & Saara Lehto, Helsingin yliopisto

Online courses have been suggested to be included into teachers' professional programs (Laurillard, 2016) as a solution to accessibility for all teachers, but only some studies have been conducted on the area thus far (Kaul, Aksela & Wu, 2018). This research has studied the relevance of MOOCs (Massive Open Online Courses) organized by LUMA Centre Finland (funded by the Ministry of Education and Culture). Participants of seven courses were studied before (N= 364) and after the course (N=177) using an online survey developed using the relevance theory (Stuckey, Hofstein, Mamlok-Naaman & Eilks, 2013). The aim of the study was to investigate the relevance of the courses from the viewpoint of the teachers by examining the teachers' expectations and meeting those expectations. Specifically, we studied, i) what expectations the teachers had, ii) how the expectations were met, and iii) if there was a connection between the teachers' background and relevance. Results of this study analysed thus far show that teachers' expectations for the courses overall were high, and the teachers had the highest expectations on the usefulness of the course in their own future teaching. Expectations were most closely met in acquiring interest and appreciation for mathematics and science.

Problem solving at work: a cabinetmaker manufacturing a design table

Laia Saló i Nevado. & Leila Pehkonen, Helsingin yliopisto

This case study is part of doctoral thesis related to problem solving and use of mathematics at work. The presentation is about cabinetmaker's work. Our partner in this study has been Matti, a Finnish cabinetmaker who wanted to create a design table with distinctive lines. For the research purposes, we documented the entire project of planning and constructing the table. We explored how problem solving appeared in the process of manufacturing the first prototype. The aim of our study was to examine how problem solving situations influenced the process. We shadowed the cabinetmaker in his workshop where he explained what he was doing and verbalised his thoughts and actions. We wrote field notes, discussed informally, videotaped his actions, took photos and collected his drawings and sketches. The analysis of our data revealed that creative and design processes were intertwined with problem solving during the design of the table. In addition, the emerged problem solving situations influenced in terms of time, precision and progress of the process. Based on our findings, we suggest that problem solving has a meditating role between creative and design processes.

Upper-secondary school physics students' understanding of the greenhouse effect

Terhi Mäntylä, Viivi Nousiainen, & Leena Partanen, Tampereen yliopisto

Climate change is one of the biggest changes and challenges that is transforming the environment and societies globally. The citizens should understand the various issues of climate change and especially what is it about in order to make informed and sustainable decisions and solutions. The schools have an important role in this. In this study, we examine the physics students' understanding of the greenhouse effect at the end of upper-secondary school. The data consists of the students written answers to the question. "What does the greenhouse effect mean?". The data sample is gathered from the national matriculation exam answers of physics, therefore the results represents the current situation of this issue in Finland. The analysed sample (N=243) consist 5,5 % of all the answers. The answers were analysed using content analysis. The results show that the greenhouse effect is poorly understood and there is a need to address the climate change more profoundly in national curriculum.



HELSINGIN YLIOPISTO

MATEMAATTIS-LUONNONTIETEELLINEN TIEDEKUNTA

Matemaattiset esitystavat ja päättely (Exactum B121)

(chair: Antti Rissanen)

Matematiikasta ja visualisoinnista

Arto Mutanen, Merisotakoulu & Maanpuolustuskorkeakoulu

Matematiikan perusteiden – sekä historiallinen että looginen - tutkimus on sekä teoreettisesti että käytännöllisesti tärkeä tehtävä. Eräs tapa lähestyä asiaa on tarkastella visualisaatiota matematiikassa. Onko kyse vain ymmärrystä helpottavasta aputoiminnosta vai on kyseessä olennainen osa matemaattista päättelyä? Tällaisiin kysymyksiin tuskin löytyy yhtä tyhjentyvää vastausta, mutta kysymykset ovat olennaiset ja avaava kiinnostavia näkymiä matematiikan perusteisiin (Mumma 2012; Tennant 2017). Esityksessä otamme lähtökohdaksi hyvin tunnetun antiikin geometrian analyysin ja synteessin menetelmän (Niiniluoto 2018), jonka avulla tarkastelemme loogisen ja kuvallisen (diagramma) päättelyn suhdetta. Geometrisessa päättelyssä argumentaatio olennaisesti hyödyntää sekä kielellistä että kuvallista informaatiota. Kuvallisen ja kielellisen informaation luonne ja niiden välinen suhde ei ole kuitenkaan helppoa luonnehtia. Yhtäältä geometrinen päättely on mahdollista yleistää myös (nykyaikaiseen) loogiseen päättelyyn soveltuvaksi, jolloin kuvallisen informaation ja logiikan kielellisen informaation loogis-metodinen luonne näyttäytyvät analogisina. Toisaalta kuvallinen informaatio esiintyy historiassa matematiikassa, luonnontieteissä ja tekniikassa mitä erilaisemmissa rooleissa. Historiallis-filosofinen tarkastelu tuo esiin kiinnostavia vivahteita, jolla on merkitys niin matematiikan filosofiaan kuin myös tieteenfilosofiaan (Priest, De Toffoli & Findlen 2018). Näin kuvallisen informaation luonne ja rooli päättelyssä saa mitä erilaisempia vivahteita. Tämän moninaisuuden ymmärtäminen ja sen kytkeminen loogis-matemaattisen päättelyn teoriaan (Manders 2008; Giaquinto 1993) tuo esiin matematiikan filosofian (Mancosu 2008) ja pedagogiikan (Zimmerman & Cunningham 1991) kannalta keskeisiä kysymyksenasetteluja.

Murtoluku vai suhde?

Jorma Joutsenlahti & Päivi Perkkilä, Tampereen yliopisto

Murtoluvun käsite tulee matematiikan opetuksessa jo alakoulun ensimmäisillä luokilla. Tällöin se esiintyy merkityksessä ”murto-osa kokonaisesta”. Käsitettä havainnollistetaan tyypillisesti ”pitsa” –mallilla, jossa tämä malli kuvaa yhtä kokonaista, joka on jaettu yhtä suuriin osiin ja niistä on valittu jokin osa. Tämä luo opiskelijoille vahvan mielikuvan murtolukuihin liitettävän matemaattisen symbolikielen ja edellä mainitun kuviokielen mallin välille. Suhteen käsite tulee esille perusopetuksessa muun muassa mittakaavan yhteydessä, mutta suhteen käsitteen yhteyksiä murtolukuun ei juurikaan käsitellä ja siksi se jää useille opiskelijoille irralliseksi käsitteeksi.

Tässä esityksessä kuvaamme luokanopettajaopiskelijoiden (N=102) ratkaisupohdintoja heille annettusta tehtävästä, jossa annettua ratkaisua piti tulkita merkityssuhteita matematiikan symbolikielisen ratkaisun ja sitä vastaavan kuviokielen ratkaisun välillä. Ratkaisuprosessin ymmärtäminen vaati murtoluvun ja suhteen käsitteen tulkintoja annetuista kuvista. Keskeisenä tuloksena voi todeta, että suhteen käsite on useimmille opiskelijoille vaikeasti havainnoitava kuviokielestä ja haastava yhdistää matemaattiseen symbolikielen. Luonnollisen kielen avulla kuvatut opiskelijoiden käsitykset ratkaisuprosessista vahvistavat suhteen käsitteen kompleksisuutta ja toisaalta opiskelijoiden tottumattomuutta käyttää sitä.

Haasteena radiotekniikan monet kaavat

Antti Rissanen & Kalle Saastamoinen, Maanpuolustuskorkeakoulu

Aaltoliike ja erityisesti sähkömagneettiset aallot sisältyvät sekä fysiikan perusopintoihin, että teknisten järjestelmien toimintaperiaatteiden hahmottamiseen. Näiden sisältöjen ymmärtämiseen tarvittava matematiikka voi olla yk-sinkertaista geometrian käyttöä yhdistettynä signaalin peruskäsitteiden määritelmiin. Näistä lähtökohdista muodostetut käytännön radiotekniikan malliratkaisut saattavat ikävästi yllättää kokemattoman ja ratkaisuorientoituneen opiskelijan.

Tutkimuksessa pohditaan kahden kilpailevan formalismin suhdetta. Opetuksessa ilmiöt kuvataan fysiikan käsitteinä joissa suureet ja yksiköt noudattavat SI-käsitteistöä. Kilpailevassa muotoilussa useimmat ratkaisut annetaan val-miina kaavoina. Historiallisista syistä mm. etäisyyttä kuvaavat yksiköt ovat näissä



HELSINGIN YLIOPISTO

MATEMAATTIS-LUONNONTIETEELLINEN TIEDEKUNTA

insinöörimäisen käsitteistön malleissa tapauskohtaisia. Lisähaasteen antaa niiden pragmatismi. Logaritmisten mallien avulla tulosta voidaan arvioida päässälaskutehtävänä. Viime vuosisadalla radiotekniikan laskutehtävien lähtöarvojen muunnoksiin saatettiin käyttää laskutikkua, mutta lopputulos saavutettiin suoraviivaisesti yhteen ja kertolaskun avulla. Valitettavasti näin saatu tulos on myös suhteellinen ja sidoksissa valittuun malliin. Päinvastoin kuin akustiikassa radiotekniikan perusteista johdetuissa tehtävissä voitaisiin laskinten aikakaudella käyttää pelkästään käsitteiden ja ilmiöiden fysiikkaan perustuvia malliratkaisuja.

Koska ammattikirjallisuudessa molemmat formalismit esiintyvät jopa rinnakkain, niin opetuksen on huomioitava dualismi. Tässä tutkimuksessa esitetään empiirisiä huomioita siitä miten sisältöjen rinnakkaisuus voidaan opettaa. Laskimen käytön rinnalla opetetaan oman ratkaisuautomaatin rakentamista langattoman tiedonsiirron perusteisiin. Tavoitteena on opiskelijoiden ymmärrys siitä, että käsitteiden johtamisen ja menetelmäesimerkkien avulla ulkoa-oppimisen tarve tai hyvät arvaukset voidaan sivuttaa.

Matemaattinen ongelmanratkaisu (B120) (chair: Peter Hästö)

Student and teacher selection of suitable tasks for problem solving in small groups.

Joakim Smedlund, Åbo Akademi

The Finnish National Core Curriculum views both group based and individual problem solving as core components of mathematics education during primary school. My qualitative case study explores Swedish speaking third and fifth grade students (N=40) and their teachers (N=3) views and experiences of solving mathematical problems in a small group setting. This is a first look at my data and results aim to aid interpretation of student and teacher views on small group problem solving.

Students were asked to select, from a set of four different tasks, one most suitable for individual problem solving, and one most suitable for group based problem solving. Teachers were asked to rank the same four tasks from most to least suitable for small group learning. Both students and teachers were asked to provide reasoning.

How do students and teachers motivate their selections of suitable tasks?

Results indicate that most students motivate selection of task for individual problem solving based on easiness, while motives for group based problem solving are more complex. Teachers value tasks that have an affordance of communication for students. Students and teachers mostly agree on which tasks suits small group problem solving better.

Lukion pitkän matematiikan opiskelijoiden näkemyksiä erilaisista tehtävätyypeistä

Antti Viholainen, Lasse Eronen & Matias Kolström, Itä-Suomen yliopisto

Tutkimuksessa tarkastellaan lukion pitkän matematiikan opiskelijoiden näkemyksiä suunnitellulta vaikeustasoltaan eri tasoihin tehtäviin. Kolme amerikkalaista opettajaa suunnitteli yhtälöparin opettamiseen neljä eri vaikeustason tehtävää. Tehtävät erosivat toisistaan myös matemaattisen tiedon esitystapojen ja tehtävässä vaadittavan Bloomin taksonomian mukaisten toimintojen suhteen. Osassa tehtävistä vaadittiin enemmän proseduraalista ja osassa enemmän konseptuaalista tietoa. Suomalaiset lukion pitkänmatematiikan opiskelijat (n=88) käyttivät näitä tehtäviä kurssimateriaalina analyttistä geometriaa käsittelevällä MAA5-kurssilla. Tämän jälkeen opiskelijat vastasivat sähköisesti toteutettuun kyselyyn, jossa kysyttiin opiskelijoiden näkemyksiä tehtävien vaikeustasosta, houkuttelevuudesta, ymmärrettävyydestä, työläydestä ja hyödyllisyydestä oppimisen kannalta. Tutkimuksessa tarkastellaan tilastollisia menetelmiä käyttäen näiden näkemysten riippuvuutta oppilaiden omaan arvioon perustuvasta lukiomatematiikan osaamisen tasosta ja Ecclesin ym. odotusarvoteorian mukaisista syistä pitkän matematiikan opiskelemiseen.

Exploring Students' Mathematical Flexibility in Three Countries

Peter Hästö, Turun yliopisto

In this cross-national study, Spanish, Finnish, and Swedish middle and high school students' mathematical flexibility was examined, with the specific intent of determining whether students' equation-solving accuracy and flexibility varied by country, age, and/or academic track. Our results indicate that knowledge

and use of the standard algorithm for solving linear equations is quite widespread across students in all three countries, but that there exists substantial within-country variation in students' reliance on standard versus innovative strategies. In addition, we found a high correlation between equation-solving accuracy and students' flexibility.

The talk is based on joint work with Miguel Á. Abánades, Nuria Joglar Prieto, RH Jiang, Lijia Li, Ru-De Liu, Riikka Palkki, Johanna Pejlare, Jon R. Star and Dimitri Tuomela.

Ympäristö- ja tulevaisuuskasvatus ja emootiot (B121)

(chair: Jaana Herranen)

Oppiminen ja episteemiset tunteet ympäristöopin kontekstissa

Elisa Vilhunen, Kalle Juuti, Anni Loukomies & Katariina Salmela-Aro, Helsingin yliopisto

Episteemiset tunteet (innostus, ahdistus, tylsistyminen, hämmennys, yllättyminen, turhautuminen ja uteliaisuus) ovat keskeisessä roolissa oppimisessa. Episteemisten tunteiden kohteena on tieto tai tiedon muodostus, ja niitä esiintyy tyypillisesti silloin, kun oppija rakentaa uutta tietoa tai kohtaa sellaista tietoa, joka on ristiriidassa hänen aiempien tietorakenteidensa kanssa. Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää, miten episteemiset tunteet ovat yhteydessä oppimiseen alakoulun ympäristöopin kontekstissa.

Tämän tutkimuksen aineisto on kerätty kyselylomakkeen avulla helsinkiläisissä peruskouluissa, 2.-4. luokan oppilailla (n=190) vuosina 2017-2019. Osaamista on arvioitu kolmella ympäristöoppiin liittyvällä kysymyksellä ensimmäisen kerran 2. luokalla ja uudelleen 4. luokalla. Oppimista on tarkasteltu näiden osaamistasojen välisenä muutoksena. Episteemisiä tunteita on arvioitu kyselylomakkeella 4. luokalla, ja niitä on mitattu 5-portaisella Likert-asteikolla, erikseen ympäristöopille ja matematiikalle (esim. ”Ympäristöopin tehtäviä tehdessäni olen innostunut”). Episteemisten tunteiden ja oppimisen yhteyttä tarkasteltiin korrelaatioanalyysin avulla. Oppimisen havaittiin olevan tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,05$) positiivisesti yhteydessä ympäristöoppiin liittyvään innostukseen ($r=0,16$) ja yllättymiseen ($r=0,14$), sekä negatiivisesti yhteydessä ympäristöoppiin liittyvään ahdistukseen ($r=-0,17$) ja tylsistymiseen ($r=-0,18$) sekä matematiikkaan liittyvään turhautumiseen ($r=-0,15$).

Tämän tutkimuksen tulokset osaltaan alleviivaavat tunteiden merkitystä oppimisessa ja niiden huomioimisen tärkeyttä opetuksessa. Jatkotutkimuksissa tulisikin pyrkiä selvittämään, miten oppimisen kannalta hyödyllisiä tunteita (esim. innostus) voidaan käytännössä vahvistaa ja haitallisia tunteita (esim. tylsistyminen) vastaavasti vähentää opetuksessa.

Teknologian rooli lukiolaisten tulevaisuusajattelussa

Tuija Hyvättinen, Antti Laherto, & Tapio Rasa, Helsingin yliopisto

Kiihtyvistä yhteiskunnallisesta ja teknologisesta kehityksestä sekä ilmastonmuutoksesta ja muista globaaleista kriiseistä johtuen monilla nuorilla on vaikeuksia projisoida itsensä tulevaisuuteen ja nähdä itsensä aktiivisina ja vastuullisina yksilöinä, kansalaisina ja ammattilaisina. Koulussa tulisikin opettaa ja oppia taitoja, jotka auttavat opiskelijoita suhtautumaan epävarmuuteen, näkemään vaikutusmahdollisuuksia omaan ja elinympäristönsä tulevaisuuteen sekä käyttämään näitä mahdollisuuksia aktiivisesti toimimalla. Näiden tarpeiden ja keinojen kartoittamiseksi analysoimme 55 lukiolaisen kirjoittamaa esseitä aiheesta ”Tyypillinen kesäpäivä vuonna 2040”. Opiskelijoiden tulevaisuuspuhetta luokiteltiin aineistolähtöisesti diskurssianalyysin keinoin ja aineistosta nostettiin esiin tulevaisuudentutkimuksen teorioihin pohjautuen erilaisia tapoja puhua tulevaisuudesta. Tämän lisäksi aineistosta tutkittiin, millaisia erilaisia rooleja teknologia sai lukiolaisten tulevaisuuspuheessa. Analyysissä etsittiin yhteyksiä tulevaisuuspuheen tapojen, koettujen ongelmien ja mahdollisuuksien sekä teknologian roolien välillä. Analyysin tuloksia tulkitaan tulevaisuudentutkimuksen sekä kasvatustieteellisen osallisuudentutkimuksen näkökulmista. Alustavien tulosten perusteella jatkuvuuteen ja lineaarisiin kausaliitteihin keskittyvässä tulevaisuuspuheessa teknologia nähdään usein uhkana enemmän kuin mahdollisuutena. Kiinnostus teknologiseen kehitykseen puolestaan saattaa yhdistyä kykyyn nähdä vaihtoehtoisia skenaarioita ja omaa osallisuutta tulevaisuudessa. Esityksessä

pohditaan, miten tiede- ja teknologiaopetus voi tukea opiskelijoiden tulevaisuusajattelua ja antaa valmiuksia tulevaisuuden epävarmuuden kohtaamiseen.

Kansainväliselle ilmastokasvatuksen kurssille osallistuneiden opettajien minäpystyvyys kestävyyskasvatuksessa

Jaana Herranen & Maija Aksela, Helsingin yliopisto

Opettajien täydennyskoulutuksessa kestävyys- ja erityisesti ilmastokasvatus on tärkeä osa kestävä tulevaisuuden rakentamisessa. Opettajilla on kuitenkin puutteita kestävyyskasvatuksen teoreettisessa ja pedagogisissa tiedoissa (Burmeister, Schmidt-Jakob & Eilks, 2013), ja heillä tulisi erityisesti olla minäpystyvyyttä toteuttaa kestävyyskasvatusta. Opettajien minäpystyvyys on yhteydessä heidän tietopohjaansa, mutta se ei kuitenkaan takaa heidän minäpystyvyyttään (Malandrakis, Papadopoulou, Gavrilakis & Mogias, 2019). Tämän tutkimuksen päämääränä oli selvittää Helsingin yliopiston tiedekasvatuskeskuksen (osa LUMA-keskus Suomea) järjestämän Teacher Climate Change Forum –kurssin osallistujien minäpystyvyyttä kestävyyskasvatukseen liittyen. Kurssin lähiopetus järjestettiin kesällä 2019 Hyytiälän tutkimuskeskuksessa yhteistyössä INARin kanssa. Osallistujat valittiin yli sadasta hakijasta, ja joukossa oli sekä luonnontieteilijöitä että humanisteja eri maista. Tutkimusmenetelmänä on käytetty monimenetelmätutkimusta sisältäen aiemmin kehitetyn kyselytutkimuksen (Malandrakis, Papadopoulou, Gavrilakis & Mogias, 2019), johon vastasi 22 osallistujaa ja semistrukturoituja haastatteluja 20 osallistujalle, joita on analysoitu sisällönanalyysillä. Määrällisen tutkimusosan tulosten perusteella opettajat luottivat eniten tietoihinsa liittyen kasvihuoneilmiöön, kestävään kehitykseen ja vesistön saastumiseen, sekä taitoihinsa tukea oppilaiden taitoja ilmaista omia mielipiteitään sekä kehittää positiivisia asenteita kestävä kehitystä kohtaan. Opettajilla oli vähiten itseluottamusta varovaisuusperiaatteesta ja sukupolvien välisestä solidaarisuudesta sekä taidoista käyttää useampia arviointitapoja, arvioida omia kestävä kehityksen projekteja sekä asettaa oppijoiden erilaisuutta huomioivia tavoitteita. Tutkimuksen laadullisen osan alustavien tulosten perusteella tutkituilla opettajilla on yleistä itseluottamusta opettaa kestävyteen liittyviä asioita puutteellisista tiedoistaan huolimatta.

Conceptual understanding and external representations (B222)

(chair: Tommi Kokkonen)

The potentials of tangible technologies in primary school mathematics classrooms

Daranee Lehtonen¹, Jorma Joutsenlahti¹, & Päivi Perkkilä²,

¹Tampereen yliopisto

²Kokkola Yliopistokeskus Chydenius

Physical (hands-on) manipulatives have long been used to assist children in building their mathematical concept understanding. During the past decades, virtual (computer-based) manipulatives have been adopted in school mathematics classrooms. Research has demonstrated several benefits of both manipulatives. Nevertheless, studies have also showed evidence of their limitations. Recently, tangible technologies offer a new form of interaction that combine the advantages of physical and virtual manipulatives. To explore the potentials of tangible technologies in mathematics classrooms, we developed a tangible app for teaching equation concepts. Instead of touching and scrolling a touch screen, the interaction with a tablet happens through manipulating physical artefacts. Our tangible app was tested in fourth- and fifth-grade classrooms with two class teachers and 24 students. Additionally, it was evaluated by two upper elementary school mathematics teachers and two teachers working as mathematics mentors for their colleagues. The results revealed that the tangible app benefited students with different attaining levels. It motivated students, promoted their co-operative learning, helped low- and medium-attaining students to develop their equation concepts understanding and functioned as an exercise answer key for high-attaining students. Moreover, it is likely to be suitable for first and second graders as well as upper elementary school students.

Primary students' rules for balancing a seesaw with a computer simulation

Pasi Nieminen, Antti Lehtinen, Markus Hähkiöniemi, Jyväskylän yliopisto



HELSINGIN YLIOPISTO

MATEMAATTIS-LUONNONTIETEELLINEN TIEDEKUNTA

We studied rules developed by primary students when they were solving different seesaw problems with a computer simulation. Students worked in groups of 3 to 5. Each group was guided by a pre-service teacher ($n=25$) who was trained (5×2 h) for student-centered guidance and the simulation environment. Students' actions with the simulation, their talk and gestures were captured by screen and video recording. The data comes from 25 small groups of 2nd, 4th, and 6th grade students. Each group worked with the same tasks. In total, 26 different rules were found which were further categorised into four groups of 1) qualitative (6 rules, e.g., a heavier object is closer and a lighter is further), 2) incorrect quantitative (9), 3) limited situation multiplication (6) and 4) general multiplication rules (5). All student groups first produced some qualitative rule(s) but then there was a large variation, between and within grades, how the students developed rules throughout the tasks. Second graders produced more qualitative rules and only one group (14%) produced a general multiple rule. Instead, 36% of 4th grade and 64% of 6th grade groups produced a general multiplication rule. The rules and solving paths will be presented and implications discussed.

Concreteness fading in learning Faraday's law in high school

Tommi Kokkonen¹, Andreas Lichtenberger², & Lennart Schalk³

¹Helsingin yliopisto, ²ETH Zürich, ³PH Schwyz

Electromagnetism, and particularly Faraday's law, are central topics in high school and university. Yet, the abstractness and the complex relational structure of electromagnetic theory make this content difficult to learn. One instructional approach suggested to support learning of abstract content is the so-called concreteness fading approach in which students start with concrete representations (e.g. addition is introduced by sets of apples) that subsequently "fade" towards more idealised ones (e.g., dots instead of apples). Concreteness fading exemplifies the virtues of step-wise sequencing of multiple representations and it has been advocated as a general instructional approach. It has received promising empirical support e.g. from learning basics concepts in mathematics. It is, however, unclear whether concreteness fading is indeed the optimal sequence for learning abstract concepts, as some have advocated starting with more idealised representations. Also, the approach has rarely been applied at high school or university level. We present a pilot study in which 74 high school students studied Faraday's law via concreteness fading or via concreteness introduction (starting with idealised representations). Learning was assessed with a post-test that was designed for this intervention. We present the preliminary results and discuss the applicability of the concreteness fading approach in more advanced contexts.