



**JOENSUUN YLIOPISTON  
KASVATUSTIETEELLISIÄ  
JULKAISUJA**

**UNIVERSITY OF JOENSUU  
PUBLICATIONS IN EDUCATION**

**N:o 110**

**Pasi Eskelinen**

**LUOKANOPETTAJAOPISKELIJOIDEN  
TIETO- JA OPPIMISKÄSITYKSEN  
MUUTTUMINEN KOLLABORATIIVISESSA  
DESIGN-PROSESSISSA.**

Esitetään Joensuun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan suostumuksella julkisesti tarkastettavaksi Joensuun yliopiston Metria-rakennuksen salissa M3, Yliopistokatu 7, 15.10.2005, klo 12.

Vastaväittäjä: filosofian tohtori Harry Silfverberg (Tampereen yliopisto)

Kustos: professori Lenni Haapasalo

Julkaisija Joensuun yliopisto  
Kasvatustieteiden tiedekunta  
Publisher University of Joensuu  
Faculty of Education

Julkaisutoimikunta

Editorial Staff Chair Professor Marja-Liisa Julkunen  
Editor Senior Assistant Päivi Harinen  
Members Professor Eija Kärnä-Lin  
Professor Pertti Väisänen  
Secretary Mari Eerikäinen

Vaihdot Joensuun yliopiston kirjasto / Vaihdot  
PL 107, 80101 JOENSUU  
puh. (013) 251 2677, fax (013) 251 2691  
email: vaihdot@joensuu.fi

Exchanges Joensuu University Library / Exchanges  
P.o. Box 107, FIN-80101 Joensuu, FINLAND  
tel. +358-13-251 2677, fax +358-13-251 2691  
email: vaihdot@joensuu.fi

Myynti Joensuun yliopiston kirjasto / Julkaisujen myynti  
PL 107, 80101 JOENSUU  
puh. (013) 251 2652, fax (013) 251 2691  
email: joepub@joensuu.fi

Sales Joensuu University Library / Sales of publications  
P.o. Box 107, FIN-80101 Joensuu, FINLAND  
tel. +358-13-251 2652, fax +358-13-251 2691  
email: joepub@joensuu.fi

ISSN 1795-7958  
ISBN 952-458-739-4

Joensuun yliopistopaino  
Joensuu 2005

# TIIVISTELMÄ

**Otsikko:** Luokanopettajaopiskelijoiden tieto- ja oppimiskäsityksen muuttuminen kollaboratiivisessa design-prosessissa.

**Avainsanat:** design, hypermedia, kehityksellinen, kollaboratiivinen, konseptuaalinen, konstruktivismi, koulutuksellinen, ongelma-keskeinen, ongelmanratkaisu, oppiminen, proseduraalinen, ryhmäprosessit, teknologiapohjainen, tieto

**Tausta:** Aikaisempi design-prosessien tutkimus on tuottanut esimerkiksi ongelmanratkaisuun ja ryhmädynamiikkaan liittyvää hyödyllistä perustietoa. Sen sijaan on laiminlyöty pedagogisen filosofian, tietorakenteiden, sekä reflektiivisen viestinnän vaikutusta oppimistapahtumaan sekä oppijan käsitykseen tiedosta ja oppimisesta. Pedagogista lähestymistä voidaan tarkastella polarisoidusti joko kehityksellisestä lähtökohdasta, missä proseduraalisen tiedon avulla rakennetaan konseptuaalista tietoa tai koulutuksellisesta lähtökohdasta, missä jo alun alkaen investoidaan käsitteellisen tiedon hallintaan. Tämän väitöskirjan oppimis- ja tietoteoreettinen viitekehys oli kontekstuaaliseen realismiin perustuva sosiokonstruktivistinen työskentely teknologiapohjaisissa opiskeluympäristöissä. Matematiikan ja sen pedagogiikan rakenteita tarkasteltiin koulutuksellisen lähestymistavan viitekehyksessä, perustamalla matemaattinen käsitteenmuodostus laajassa empiirisessä tutkimusprojektissa Matematiikan Opetuksen Didaktis-Empiirisiä Malleja (MODEM) kehiteltyyn teoriaan.

**Tavoite:** Tutkimuksella haluttiin selvittää, kuinka eri lähestymistavat ja reflektiivisen viestinnän tuki vaikuttavat opiskelijoiden tieto- ja oppimisteoreettisiin käsityksiin, ryhmädynamiikkaan, käsityksiin omista opetusteknologisista valmiuksista sekä opetusteknologian roolista.

**Otos:** Tutkimuksen kohderyhmän muodostivat Joensuun yliopiston luokanopettajakoulutukseen sisältyvän kurssin 'Johdatus tietotekniikan opetuskäytön perusteisiin' opiskelijat (N = 84).

**Menetelmä:** Opiskelijat suunnittelivat ja toteuttivat kollaboratiivisessa pienryhmätyöskentelyssä hypermediapohjaisia opetusohjelmia matemaattisesta teemasta 'mittaaminen ja tarkkuus'. Kohdejoukko oli jaettu neljään eri luokkaan lähestymistapojen (koulutuksellinen vs. kehityksellinen)

ja puheviestinnän tuen (kyllä vs. ei) perusteella. Prosessin eri vaiheista kerätty tutkimusaineisto analysoitiin kvantitatiivisesti.

**Tulos:** Tutkimus osoitti, että jo lyhytkestoinen hypermediapohjaisen opetusohjelman design-prosessi muutti erittäin merkittävästi opiskelijoiden tieto- ja oppimiskäsitystä objektivistis-behavioristisesta konstruktivistiseen suuntaan ja vastaavasti heikensi merkittävästi heidän behavioristista oppimiskäsitystään. Prosessi myös laajensi oppilaiden käsitystä tietokoneavusteisen opetuksen mahdollisuuksista matematiikassa. Opiskelijoiden itsearviointi hypermedian rakentamiseen liittyvistä dynaamisista taidoistaan muuttui erittäin merkittävästi positiiviseen suuntaan. Design-prosessin eri vaiheet ilmentävät käyttäytymistä ja tuloksia, jotka tulevat aikaisempia ryhmän kehitysprosessiin liittyviä tutkimuksia: suunnitteluvaiheeseen liittyy ahdistuksen ja aggression kasvua erityisesti koulutuksellisessa lähestymistavassa, toteutusvaiheeseen vastuullisen itsetunnon vahvistumista ja koko prosessiin sosiaalisten taitojen kehitystä.

**Johtopäätökset:** Konstruktivistiseen työskentelyfilosofiaan perustuva teknologiaperusteisen oppimisympäristön design-prosessi näyttää tarjoavan lupaavia näköaloja opettajankoulutuksen tärkeimpään haasteeseen: saada opiskelijat ymmärtämään opettamisen ja oppimisen tärkeimpiä perusmuuttujia. Spontaaniin proseduraaliseen tietoon pohjautuva kehityksellinen lähestymistapa näyttää olevan sekä kognitiivisten että affektiivisten muuttujien kannalta oppimiselle otollisin kehysteoria. Tutkimus antaa kuitenkin lupaavia viitteitä siitä, että konseptuaaliseen tietoon investoiva koulutuksellinen lähestymistapa on sovitettavissa yhteen sen kanssa. Opiskelijoiden oppimisprofiilien erilaisuudesta johtuen kognitiivisten ja emotionaalisten muuttujien käsittely vaatii kuitenkin kouluttajilta suurta herkkyyttä. Tutkimus ei tue näkemystä, jonka mukaisesti opettajankoulutuksessa tietoteknisiä valmiuksia tulisi opettaa tietorakenteista ja pedagogisesta ajattelutavasta erillisinä kursseina.

# ABSTRACT

**Title:** Collaborative design activities of student primary school teachers for the promotion of constructivist views on teaching and learning.

**Keywords:** collaborative, computer-based, conceptual, constructivism, design, developmental, educational, group process, hypertext, hypermedia, knowledge, problem-oriented, problem-solving, procedural, technology-based

**Background:** Although studies of design processes have produced useful information concerning, for example, problem-solving and group dynamics, very important aspects, such as the impacts of knowledge structure, pedagogical philosophy and support for reflective communication on the learning process, have been neglected. In relation to this philosophy, learning may be based upon a developmental approach, assuming there is a dependence of procedural on conceptual knowledge, or then an educational approach, that proposes the opposite, the appropriateness of which is to be clarified. This clarification, based upon contextual realism within a socio-constructivist framework, may benefit from a deep theoretical understanding of mathematical knowledge construction obtained from the large Finnish project Model Construction for Didactic and Empirical Problems of Mathematics Education (MODEM).

**Aims:** To uncover how different kinds of approaches and support for reflective communication affect students' conceptions of teaching and learning, group dynamics and interest in ICT support.

**Samples:** Participants (N=84) were students of primary teacher education who participated in the course 'Introduction to ICT in Education' at the Faculty of Education, University of Joensuu.

**Methods:** The participants designed their own hyper-text based software for the learning of conceptual and procedural mathematical knowledge of measurement and accuracy. The sample was divided into four sub-groups according to the two pedagogical approaches (educational - developmental) and communicational tutoring (yes - no). The research was based on a quantitative analysis of the follow-along measurements through questionnaires administered at different phases of the design process.

**Results:** Working within socio-constructivist collaborative ICT-based design processes for the production of a hypermedia-based learning environment, even during a short period of time, changed students' conceptions of teaching and learning from an objectivist-behaviorist viewpoint to a constructivist view, and decreased students' interest in having support for computer routines. The group dynamics varied in the design process as anticipated in the light of earlier studies: in the planning phase the amount of stress and aggression increased, whereas in the phase of implementation the self confidence increased, which was especially the case within the educational approach.

**Conclusions:** Design of a technology-based learning environment within an adequate constructivist theory linked to the knowledge structure seems to offer promising responses to the main challenge of teacher education, which is how to get students understand which are the basic components for teaching and learning. The developmental approach based on spontaneous procedural knowledge seems to be appropriate in relation to both cognitive and affective variables. In order to apply the educational approach so as to stress the importance of conceptual knowledge, an educator needs to be sensitive to the cognitive and emotional variables present in the learning process. The research does not support the conception that in teacher education computer skills should be taught separately from information structures and pedagogical thought.

## ESIPUHE

Sain idean hypermediapohjaisen opetusohjelman design-prosessin tutkimiseen syksyllä 1999 Joensuun yliopiston luokanopettajaopiskelijoille pitämälläni kurssilla. Opiskelijoiden suhtautuminen tällaiseen tehtävään vaihteli suuresti, koska design-prosessi vaati aivan uuden tyyppisten tietojen ja taitojen oppimista. Joillekin se tuntui aluksi jopa mahdottomalta pienryhmän tuesta huolimatta. Näiden luokanopettajaopiskelijoiden työskentelyä ohjatesani havaitsin erilaisia ryhmän kehitysprosessin vaiheita. Olin aikaisemmin itsekin osallistunut vaativiin pienryhmä-projekteihin. Aloin nyt tuntea voimakasta kiinnostusta ryhmäilmion teoriaan kohtaan.

Lukuvuoden 2000 - 2001 luentoja valmistellessani mieleeni nousi visio tutkimuksen toteuttamisesta kursseilla 'Johdatus tietotekniikan opetuskäytön perusteisiin' ja 'Teknologiaympäristö ja oppiminen'. Nyt pääsisin tarkastelemaan ryhmän kehitysprosessia syvällisesti. Ideoissani tutkimusta professori Lenni Haapasalon kanssa toiseksi tärkeäksi näkökulmaksi muodostui tutkia prosessin vaikutusta opiskelijoiden käsitykseen tiedosta, opetuksesta ja oppimisesta. Näkökulma tuntui minulle mielekkäältä, sillä muistan pohtineeni jo vuosia aikaisemmin esimerkiksi kysymyksiä ”miksi identtiset kaksoset pärjäävät eri tavalla?” tai ”miten ihminen oppii?” Tutkittavan prosessin substanssiksi valitsin matematiikan, koska useimmat luokanopettajat työskentelevät päivittäin sen parissa ja toisaalta olenhan koulutukseltani matematiikan opettaja.

Ensimmäisenä haluan kiittää työni vastuuprofessori Lenni Haapasaloa vuosia kestäneestä konstruktivistisesta ohjausprosessista. Hänen innostunut ammattitaitonsa ja kärsivällisyytensä tutkimuksen suunnittelussa, tutkimusasetelman toteuttamisessa sekä raportointivaiheessa kannustivat työni teossa. Seuraavaksi haluan ilmaista kiitokseni professori Pertti Väisäselle tilastollisiin menetelmiin liittyneistä neuvoista ja käsikirjoitusten palautteista. Kiitän lukuisista neuvoista myös kasvatustieteen tohtori Martti Siekkistä. Kasvatustieteiden tiedekunnan myöntämän puolen vuoden apurahan turvin sain viimeistellä tutkimukseni esitarkastuskuntoon, mistä haluan esittää kiitokseni. Tässä yhteydessä haluan kiittää myös kaikkia muita silloisen työyhteisöni jäseniä, jotka rohkaisivat minua tekemään omaan työhöni liittyvää tutkimusta. Erityisen merkittävä ryhmä tutkimuksen onnistumiselle olivat tutkimusmittareihin vastanneet opiskelijat, kiitos teille. Käsikirjoitukseni esitarkastajille, vastaväittäjälleni

Tampereen yliopiston koulutusjohtajalle filosofian tohtori Harry Silfverbergille ja Jyväskylän yliopiston Koulutuksen tutkimuslaitoksen erikoistutkijalle dosentti Pekka Kuperille esitän kunnioittavat kiitokseni huolellisesta paneutumisesta käsikirjoitukseeni sekä työtäni karsivista, muokkaavista ja kohentavista kommentteista.

Rakas vaimoni Tanja on jaksanut rakastaa tutkivaa miestään jo yli viisi vuotta. Rakkaat lapsemme Siiri ja Saara ovat syntyneet tämän prosessin aikana, joten tämä aika on vaatinut häneltä paljon. Lasteni kanssa leikkiessä tutkimuksen murheet ovat haihtuneet ja vaihtuneet iloiksi. Kiitos Tanja, Siiri ja Saara, omistan tutkimukseni teille. Haluan osoittaa kiitokseni myös vanhemmilleni Antti ja Eila Eskeliselälle, jotka ovat auttaneet lastenhoidossa ja rohkaisseet jatkamaan tutkimuksen vaativina hetkinä. Erityisesti kiitän taivaan kotiin siirtynyttä Vilppu Vänskää lukuisista esirukouksista ja myötäelämisestä prosessin aikana. Lisäksi haluan kiittää filosofian maisteri Jari Sipistä ja filosofian maisteri Sampo Paakkista heidän panoksestaan. Suurimman kiitoksen osoitan Raamatun Jumalalle, joka on vastannut lukuisiin rukouksiini ja auttanut minua tämänkin prosessin moninaisten vaiheiden läpi.

Kuopiossa 15. syyskuuta 2005

*Pasi Eskelinen*



# Sisällys

<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 YHTEISTOIMINNALLISIA TYÖMUOTOJA</b>	
<b>ETSIMÄSSÄ .....</b>	<b>4</b>
2.1 Koulutuksen haasteita .....	4
2.2 Tietostrategian implikoimia tutkimuskysymyksiä .....	7
2.3 Projektityö .....	8
2.4 Yhteistoiminnallinen oppiminen .....	13
2.4.1 Yhteistoiminnallisen oppimisen käsite.....	13
2.4.2 Yhteistoiminnallisen oppimisen sosiaalis-kognitiiviset periaatteet .....	15
2.4.3 Yhteistoiminnallisen oppimisen vaikutuksia .....	16
2.5 Viestinnän merkitys .....	18
2.6 Sosiokonstruktivistinen opiskelu ristiriitojen kautta .....	20
2.7 Hypermedia oppimisen välineenä.....	26
2.7.1 Tietokoneiden pedagoginen käyttö .....	26
2.7.2 Välineorientoituneesta näkökulmasta luopuminen.....	27
2.7.3 Hypermedia ongelmanratkaisun välineenä .....	28
2.8 Oppiminen design-tapahtumana.....	32
2.9 Ryhmän prosessi .....	37
<b>3 TIETO- JA OPPIMISTEORIAA .....</b>	<b>44</b>
3.1 Tietoa vai uskomuksia?.....	44
3.2 Objektivistinen tietokäsitys .....	51
3.3 Behavioristinen oppimiskäsitys.....	54
3.4 Dynaaminen tietokäsitys .....	56
3.5 Konstruktivismi .....	59
3.6 Konstruktivismiin oppimisteoreettinen tulkinta .....	65
3.7 Matematiikka ja konstruktivismi .....	68

<b>4. KONSEPTUAALINEN JA PROSEDURAALINEN TIETO</b>	
<b>DESIGN-PROSESSISSA .....</b>	<b>70</b>
4.1 Konseptuaalinen tieto .....	71
4.2 Proseduraalinen tieto.....	75
4.3 Konseptuaalisen ja proseduraalisen tiedon yhteys .....	76
4.4 Kehityksellinen lähestymistapa.....	78
4.5 Koulutuksellinen lähestymistapa .....	78
4.6 Kehityksellisen ja koulutuksellisen lähestymistavan yhdistäminen: mittaaminen-tarkkuus-desimaaliluvut .....	79
<b>5 TUTKIMUSTEHTÄVÄ JA -ONGELMAT .....</b>	<b>96</b>
<b>6 TUTKIMUKSEN SUORITTAMINEN .....</b>	<b>99</b>
6.1 Kurssi ja sen toteutus.....	99
6.1.1 Kurssi ja kohdejoukko .....	99
6.1.2 Kurssin luennot .....	100
6.1.3 Kurssin harjoitukset .....	100
6.2 Koeasetelma .....	102
6.3 Tutkimusaineiston hankinta .....	105
6.3.1 Tieto- ja oppimiskäsitykset.....	106
6.3.2 Opetusteknologisten valmiuksien itsearviointi .....	109
6.3.3 Kollaboratiivinen ryhmäprosessi.....	109
6.3.4 Käsitukset opetusteknologian roolista .....	112
6.4 Tilastolliset menetelmät.....	112
6.4.1 Tunnusluvut, frekvenssijakaumat ja parametrittomat testit.....	112
6.4.2 Summamuuuttujien muodostaminen.....	114
6.5 Luotettavuus .....	121
6.5.1 Validiteetti .....	121
6.5.2 Reliabiliteetti .....	124

<b>7 TUTKIMUSTULOKSET .....</b>	<b>126</b>
7.1 Tieto- ja oppimiskäsityksiin liittyvät tulokset.....	126
7.1.1 Objektivistinen tietokäsitys (1 A) .....	132
7.1.2 Konstruktivistinen tietokäsitys (1 B) .....	134
7.1.3 Behavioristinen käsitys opetuksesta ja oppimisesta (1 C) ...	138
7.1.4 Konstruktivistinen käsitys opetuksesta ja oppimisesta (1 D) .....	143
7.2 Opetusteknologisten valmiuksien itsearvioinnin tulokset .....	150
7.3 Kollaboratiivisen ryhmäprosessin tulokset .....	156
7.4 Tulokset liittyen käsityksiin opetusteknologian roolista.....	173
7.5 Tutkimustulokset pääongelmittain .....	175
<b>8 POHDINTA .....</b>	<b>179</b>
8.1 Design-prosessin tarkastelu mielekkään oppimisen ja opiskelun kannalta .....	179
8.2 Tieto- ja oppimisteoria .....	184
8.3 Itsearviointi opetusteknologian käyttötaidoista.....	185
8.4 Design-prosessi ryhmäilmiön kannalta .....	187
8.5 Virhelähteet ja yleistettävyys .....	189
8.6 Mahdolliset jatkotutkimukset ja sovellukset .....	190
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>192</b>
<b>JULKAISEMATTOMAT LÄHTEET .....</b>	<b>204</b>
<b>LIITTEET .....</b>	<b>205</b>

# Kuvioluettelo

- Kuvio 1.** Tiedon rakentamisen, ongelmanratkaisuprosessin ja oppimisen muodostama kolmio (vrt. Hakkarainen ym. 1999, 200; Eskelinen 2000, 56).
- Kuvio 2.** Peircen totuusteoria (Haapasalo 2004a, 50).
- Kuvio 3.** Suunnittelemalla tapahtuvan oppimisen vaiheita ja prosesseja (Enkenberg 2000; Lehrer ym. 1993; Lehrer ym. 1994).
- Kuvio 4.** Tehtäväongelmien ja prosessiongelmien taso toiminnassa (Jauhiainen & Eskola 1994, 86).
- Kuvio 5.** MODEM-teorian mukainen käsitteenmuodostusprosessi osana kehityksellisen ja koulutuksellisen lähestymistavan integrointia (Haapasalo 2003, 12).
- Kuvio 6.** MODEM-viitekehyksen mukaisen käsitteenmuodostusprosessin sijoittuminen tiedon rakentamisen, oppimisen ja ongelmanratkaisun viitekehykseen.
- Kuvio 7.** Tietorakenteiden syntyminen systemaattisessa konstruktivismissa (Haapasalo 2004a, 207).
- Kuvio 8.** Orientoitumisvaiheen tehtävä opetusohjelmasta Desi.
- Kuvio 9.** Opiskelijoiden ideoimia orientoimisvaiheen ongelmia (kuvaruutunäyttöjä).
- Kuvio 10.** Opiskelijoiden ideoima orientaatio-osa.
- Kuvio 11.** Määrittelyvaiheen relevanttien tunnusmerkkien koonta opetusohjelmasta Desi.
- Kuvio 12.** Opiskelijoiden rakentama määrittelyvaiheen tehtävä.
- Kuvio 13.** Kolme erilaista opiskelijoiden ideoimaa määrittelyvaiheen tehtävää.
- Kuvio 14.** Yksinkertaisia opiskelijoiden ideoimia IKS-tyyppisiä tunnistustehtäviä.
- Kuvio 15.** Monimutkaisia opiskelijoiden ideoimia ISS-tyyppisiä tunnistamistehtäviä.
- Kuvio 16.** Opiskelijoiden ideoima tuottamistehtävä.
- Kuvio 17.** Tieto- ja oppimiskäsityksen suhde opetukseen.
- Kuvio 18.** Tutkimusmittausten sijoittuminen ohjelman tuottamisprosessiin.
- Kuvio 19.** Käsittekenttä mittaaminen-desimaaliluvut.
- Kuvio 20.** Harjoitusten ajan käyttö.
- Kuvio 21.** Tutkimuksen luokat.

- Kuviot 22 a ja b.** Tieto- ja oppimisteoriaa mittaavien summamuuttujien keskiarvot alku- ja loppumittauksessa koko aineistossa koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).
- Kuviot 23 a ja b.** Tieto- ja oppimisteoriaa mittaavien summamuuttujien keskiarvot alku- ja loppumittauksessa koulutuksellisessa lähestymistavassa koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).
- Kuviot 24 a ja b.** Tieto- ja oppimisteoriaa mittaavien summamuuttujien keskiarvot alku- ja loppumittauksessa kehityksellisessä lähestymistavassa koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).
- Kuviot 25 a ja b.** Väittämien *Opettajan tehtävä on välittää olemassa olevaa tietoa* ja *Oppimiseksi tarvitaan ristiriitatilanne* keskiarvot viidessä mittauksessa koko aineistossa ja eri lähestymistavoissa koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).
- Kuviot 26 a ja b.** Opiskelijoiden käsitysten keskiarvot väittämään *Kun opettaja tai tietokone havainnollistaa asian hyvin, kaikki näkevät sen samalla tavalla* alku- ja loppumittauksessa luokittain koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).
- Kuviot 27 a ja b.** Konstruktivistisen tietokäsityksen summamuuttujan *KonstTie* keskiarvo alku- ja loppumittauksessa viitekehyksittäin koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).
- Kuviot 28 a ja b.** Väittämän *Jokainen oppilas havaitsee ainoastaan sen, mitä hänen oma teoriasensa asiasta mahdollistaa* keskiarvo alku- ja loppumittauksessa koko aineistossa sekä lähestymistavoittain koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).
- Kuviot 29 a ja b.** Väittämän *Jokainen oppilas havaitsee ainoastaan sen, mitä hänen oma teoriasensa asiasta mahdollistaa* keskiarvo alku- ja loppumittauksessa luokittain koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).
- Kuviot 30 a ja b.** *BehavOpp* -summamuuttujan keskiarvo alku- ja loppumittauksessa viitekehyksittäin koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).
- Kuviot 31 a ja b.** *BehavTV* -summamuuttujan keskiarvo alku- ja loppumittauksessa viitekehyksittäin koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).
- Kuviot 32 a ja b.** Väittämän *Opettajan tehtävä on välittää olemassa olevaa tietoa* keskiarvo viidessä eri mittauksessa koko aineistossa ja eri lähestymistavoissa koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).

- Kuviot 33 a ja b.** Väittämän *Opettajan tehtävä on välittää olemassa olevaa tietoa* keskiarvo viidessä eri mittauksessa luokittain koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).
- Kuviot 34 a ja b.** Väittämän *www-pohjainen oppimateriaali ei voi olla muuta kuin tiedon mekaaninen välittäjä* keskiarvo viidessä eri mittauksessa luokittain koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).
- Kuviot 35 a ja b.** *KonstOpp* -summamuuttujan alku- ja loppumittauksien keskiarvot koko aineistossa ja eri lähestymistavoissa koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).
- Kuviot 36 a ja b.** *KonstOpp* -summamuuttujan alku- ja loppumittauksien keskiarvot luokittain koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).
- Kuviot 37 a ja b.** *KonstRR* -summamuuttujan keskiarvo alku- ja loppumittauksessa koko aineistossa sekä eri lähestymistavoittain koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).
- Kuviot 38 a ja b.** Väittämän *Oppimiseksi tarvitaan ristiriitatilanne* keskiarvo viidessä eri mittauksessa koko aineistossa ja eri lähestymistavoissa koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).
- Kuviot 39 a ja b.** Väittämän *Oppimiseksi tarvitaan ristiriitatilanne* keskiarvo viidessä eri mittauksessa luokittain koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).
- Kuviot 40 a ja b.** Summamuuttujien *Perustaidot, Kehittyneet taidot ja Dynaamiset taidot* keskiarvot alku- ja loppumittauksissa koko aineistossa koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).
- Kuvio 41.** Summamuuttujien *Perustaidot, Kehittyneet taidot ja Dynaamiset taidot* keskiarvot alku- ja loppumittauksissa koulutuksellisessa lähestymistavassa.
- Kuvio 42.** Summamuuttujien *Perustaidot, Kehittyneet taidot ja Dynaamiset taidot* keskiarvot alku- ja loppumittauksissa kehityksellisessä lähestymistavassa.
- Kuvio 43.** Kollaboratiivista ryhmäprosessia mittaavien summamuuttujien keskiarvot prosessin aikana koko aineistossa.
- Kuvio 44.** Summamuuttujan *Ahdistus ja aggressiot* keskiarvo viidessä eri mittauksessa koko aineistossa ja eri lähestymistavoittain sovitetulla vaihteluvälillä.
- Kuvio 45.** Kollaboratiivista ryhmäprosessia mittaavien summamuuttujien keskiarvot prosessin aikana koulutuksellisessa lähestymistavassa.

- Kuvio 46.** Kollaboratiivista ryhmäprosessia mittaavien summamuuttujien keskiarvot prosessin aikana kehityksellisessä lähestymistavassa.
- Kuviot 47 a ja b.** Väittämän *Sain riittävästi ohjausta suunnitteluvaiheessa* keskiarvot viitekehyksittäin koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).
- Kuviot 48 a ja b.** Väittämän *Suunnitteluvaiheeseen käytetyn ajan riittävyys pelotti minua* keskiarvot viitekehyksittäin koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).
- Kuviot 49 a ja b.** Väittämän *Opetusohjelman sisällön aineiston hankinta oli helppoa* keskiarvot viitekehyksittäin koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).
- Kuviot 50 a ja b.** Väittämän *Opetusohjelman sisällön rakentaminen ja jäsentely oli helppoa* keskiarvot viitekehyksittäin koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).
- Kuvio 51.** Summamuuttujan *Sosiaaliset taidot* keskiarvo viidessä eri mittauksessa koko aineistossa ja eri lähestymistavoissa sovitetulla vaihteluvälillä.
- Kuviot 52 a ja b.** Väittämän *Sain riittävästi ohjausta toteutusvaiheessa* keskiarvo viitekehyksittäin koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).
- Kuviot 53 a ja b.** Väittämän *Toteutusvaiheeseen käytetyn ajan riittävyys pelotti minua* keskiarvot viitekehyksittäin koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).
- Kuvio 54.** Opiskelijoiden harjoitusten ulkopuolella käyttämä aika suunnitteluvaiheessa (1) ja toteutusvaiheessa (2) viitekehyksittäin.
- Kuvio 55.** Väittämien *Tunsin itseni epävarmaksi omien atk taitojeni suhteen* ja *Tunsin itseni epävarmaksi Hyperstudion käyttötaitojeni suhteen* keskiarvot viitekehyksittäin.
- Kuvio 56.** Opiskelijoiden oma analyysi suunnittelu- ja toteutusvaiheen syvällisestä keskustelusta viitekehyksittäin.
- Kuvio 57.** Opiskelijoiden oma analyysi ryhmien välisestä tiedonvaihdosta suunnittelu- ja toteutusvaiheessa.
- Kuvio 58 a ja b.** Väittämän *Tietokoneavusteista matemaattisten käsitteiden opettamista tulee edeltää käsitteiden tavanomainen opettaminen* keskiarvot viitekehyksittäin alku- ja loppumittauksessa.
- Kuvio 59.** Oppimisprojekti tiedon, oppimisen ja ongelmanratkaisun näkökulmasta.

**Kuvio 60.** Opiskelijoiden tietämyksen uudelleen organisoituminen design-prosessin yhteydessä.

**Kuvio 61.** Opiskelijoiden käsitykset opetusteknologian roolista.

**Kuvio 62.** Opiskelijoiden käsitykset opetusteknologian roolista koulu-  
tuksellisessa ja kehityksellisessä lähestymistavassa.

**Kuvio 63.** Opiskelijaryhmän suunnittelema kaavio ohjelman rakenteesta.

**Kuvio 64.** Puheviestinnän ja lähestymistavan välinen vuorovaikutus.



# Taulukkoluetelo

- Taulukko 1.** Hyperteksti oppimisen näkökulmasta (Kämäräinen & Haapasalo 1999, 104).
- Taulukko 2.** Opiskelijoiden lukumäärät eri viitekehyksissä.
- Taulukko 3.** Koeasetelma.
- Taulukko 4.** Sisällöt, väittämäjoukot, KMO ja väittämien kommunaliteettien vaihteluväli.
- Taulukko 5.** Tieto- ja oppimisteoreettisia käsityksiä mittaavat summamuuttujat, väittämät sekä summamuuttujien Cronbachin alfat alku- ja loppumittauksissa.
- Taulukko 6.** Opetusteknologisia valmiuksia mittaavat summamuuttujat, väittämät sekä summamuuttujien Cronbachin alfat alku- ja loppumittauksissa.
- Taulukko 7.** Kollaboratiivista ryhmäprosessia mittaavat summamuuttujat mittauksissa 1 - 5.
- Taulukko 8.** Opetusteknologian roolia mittaavat summamuuttujat.
- Taulukko 9.** Väittämien *Opettajan tehtävä on välittää olemassa olevaa tietoa* ja *Oppimiseksi tarvitaan ristiriitatilanne* tilastollisesti merkitsevät muutokset ja vaikutuskertoimet koko aineistossa ja lähestymistavoittain mittausten 1 ja 3 välillä.
- Taulukko 10.** Objektivististen väittämien keskiarvot ja keskihajonnat koko aineistossa alku- ja loppumittauksessa.
- Taulukko 11.** Konstruktivistisen tietokäsityksen summamuuttujan *KonstTie* keskiarvossa tapahtunut tilastollisesti merkitsevä muutos viitekehyksittäin alku- ja loppumittauksen välillä (asteikolla -3 – +3).
- Taulukko 12.** Behaviorististen summamuuttujien keskiarvoissa tapahtuneet tilastollisesti merkitsevät muutokset viitekehyksittäin alku- ja loppumittauksen välillä (asteikolla -3 – +3).
- Taulukko 13.** Konstruktivististen summamuuttujien keskiarvoissa tapahtuneet tilastollisesti merkitsevät vaikutuskertoimet viitekehyksittäin alku- ja loppumittauksen välillä (asteikolla -3 – +3).
- Taulukko 14.** Väittämän *Oppimiseksi tarvitaan ristiriitatilanne* tilastollisesti merkitsevät p-arvot viitekehyksittäin eri mittausten välillä.
- Taulukko 15.** Summamuuttujissa tapahtuneita tilastollisesti merkitseviä muutoksia.

**Taulukko 16.** Ryhmien välisen tiedonvaihdon ajat suunnitteluvaiheessa.

**Taulukko 17.** Ryhmien välisen tiedonvaihdon ajat toteutusvaiheessa.

**Taulukko 18.** Väittämän *Tietokoneavusteista matemaattisten käsitteiden opettamista tulee edeltää käsitteiden tavanomainen opettaminen* keskiarvoissa tapahtuneet tilastollisesti merkitsevät muutokset viitekehyksittäin alku- ja loppumittauksen välillä (asteikolla  $-3 - +3$ ).

**Taulukko 19.** Ohjelmien pisteiden keskiarvo viitekehyksittäin.

---

# 1 JOHDANTO

Ryhtyessäni suunnittelemaan tutkimukseni koeasetelmaa, pyrin jo alun alkaen siihen, että tutkimuksellani olisi modernin koulutuksen kehittämisen kannalta suuri ulkoinen ja sisäinen relevanssi. Sekä tutkimuksista että omista opettajakokemuksistani tiesin, että hypermediapohjainen teknologiaympäristö mahdollistaa luovalle opiskeluprojektille mielekkään kontekstin. Hyvin rakennettu tehtävänanto haastaa opiskelijat yhteiseen suunnitteluun ja aitoon ongelmanratkaisuun. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden mukaisesti oppiminen on kaikissa muodoissaan aktiivista ja päämääräsuuntautunutta, itsenäistä tai yhteistä ongelmanratkaisua sisältävä prosessi, jossa opittavana on uuden tiedon ja uusien taitojen lisäksi oppimis- ja työskentelytavat elinikäisen oppimisen välinein. Oppimisympäristön varustuksen tulee tukea myös oppilaan kehittymistä nykyaikaisen tietoyhteiskunnan jäseneksi ja antaa tilaisuuksia tietokoneiden ja sekä tietoverkkojen käyttämiseen. Tutkimushypoteesinani oli, että tällainen konstruktivistinen työskentely vahvistaa opiskelijoiden konstruktivistista käsitystä tiedosta, oppimista ja opettamisesta (ks. Lehrer ym. 1994, 248). Aikaisempien tutkimusten mukaan prosessilla on positiivinen vaikutus tietokoneen käyttöön liittyvien tietojen ja taitojen oppimiseen (Liu 2003, 36; Lehrer 1994, 239 - 243). Tietokoneen käyttöön liittyvien design-taitojen kehittyminen olisi myös progressiivisen pedagogiikan idean mukaista.

Aikaisempien tutkimusten mukaan prosessi tukee kollaboraatiota (Lehrer 1994). Koska prosessille on luonteenomaista kaoottisuus (Liu 2003, 37), osittain tästä syystä tarkastelin kollaboratiivisia ryhmäilmiöitä. Tutkimus tuottaa tietoa siitä, millaisia yhteisiä piirteitä design-prosessilla ja ryhmäilmiön teoriolla (Jauhiainen & Eskola 1994; Ristelä 2003; Bion 1979; Strivastva & Barrett 1988; Forrest 1991) on. Hypoteesini oli, että tällaisia yhteisiä piirteitä löytyy. Kollaboratiivisten ryhmäilmiöiden tarkastelu tuottaa opettajalle hyödyllistä käyttöteoriaa opiskelijoiden oppimisprosessin ohjaamiseksi. Lisäksi ilmiöllä on läheinen suhde luokan työrauhaan (Eskelinen 1998) sekä koulukiusaamiseen (Salmi-valli 1998).

Raportin teoriaosan luvuissa 2 - 4 viittaan useasti tutkimusväittämiin osoittaakseni teorian ja tutkimusväittämien välisen relevanssin. Aloitan luvun 'Yhteistoiminnallisia työmuotoja etsimässä' orientoimalla lukijaa tutkimuksen oppimis- ja tietoteoreettiseen viitekehykseen koulutuksen

haasteiden ja tietostrategian implikoimien tutkimuskysymysten avulla. Seuraavaksi luon otolliset olosuhteet sosiokonstruktivistiselle opiskelulle ristiriitojen kautta tarkastelemalla projektityötä, yhteistoiminnallista oppimista ja viestinnän merkitystä. Sosiokonstruktivistisen opiskelun teoreettisen tarkastelun jälkeen esitän tälle luonnollisia sovelluksia tarkastelemalla hypermediaa oppimisen välineenä. Luvussa 'Oppiminen design-tapahtumana' esitän teknologiapohjaisissa opiskeluympäristöissä sosiokonstruktivistista työskentelyä soveltavan teorian, joka myös toimii kehityksellisenä lähestymistapana. Lopuksi tarkastelen 'ryhmän prosessia' perusteorian valossa.

Luvun 3 'Tieto- ja oppimisteoriaa' alussa orientoin lukijaa aihepiiriin tarkastelulla 'Tietoa vai uskomuksia'. Seuraavaksi tarkastelen tutkimuskysymyksiin sisältyvää objektivistista tietokäsitystä ja behavioristista oppimiskäsitystä. Konstruktivistisiin tieto- ja oppimiskäsityksiin siirryn dynaamisen tietokäsityksen kautta. Päätän luvun tutkimukseni substanssin kannalta tärkeään tarkasteluun 'Konstruktivismi ja matematiikka'.

Tutkimusasetelman teoreettisen taustan kuvaan luvussa 4. Tutkimuksen pedagogisten lähestymistapojen (koulutuksellisen ja kehityksellisen) teoreettisena taustana toimii tiedon luokittelu konseptuaaliseen ja proseduraaliseen tietoon modernin dynaamisen tietokäsityksen kannalta. Lisäksi tarkastelen näiden tietotyyppeiden välistä vuorovaikutusta. Viimeisessä alaluvussa linkitän konseptuaalisen tiedon tutkimuksen koulutuksellisenä lähestymistapana toimivaan matemaattisen käsitteenmuodostuksen perusteoriaan (MODEM). Tutkimustehtävän ja tutkimusongelmat esitän luvussa 5 ja tutkimusasetelman ja tutkimuskysymysten tarkemman raportoinnin luvussa 6.

Rakensin kurssin harjoituksiin kvasikokeellisen asetelman siten, että pääsin vertaamaan erilaisten viitekehyksien vaikutusta prosessiin. Jaoin opiskelijat neljään luokkaan heidän saamansa ohjeistuksen perusteella. Kahdessa luokassa ohjeistus noudatti karrikoitua koulutuksellista lähestymistapaa ja kahdessa luokassa käytettiin karrikoitua kehityksellistä lähestymistapaa. Karkeasti kuvailtuna ensiksi mainitulla tarkoitan opiskelijoille projektin aluksi pidettyä luentoa, jonka tarkoituksena oli motivoida opiskelijat tuottamaan kognitiiviseen ristiriitaan perustuvia hypermediaopetusohjelmia. Viimeksi mainitulla tarkoitan opiskelijoiden spontaania opetusohjelman sisällön tuottamisen prosessia. Sekä koulutuksellista että kehityksellistä lähestymistapaa rikastutettiin siten,

---

että yksi luokka kummankin lähestymistavan opiskelijoita sai työskentelyyn puheviestinnän asiantuntijan tukea. Oli kiinnostavaa tutkia, onko opiskelijoiden käsitysten muutos erilainen eri lähestymistavoissa ja vaikuttaako puheviestinnän asiantuntijan tuki työskentelyprosessin aikana opiskelijoiden käsitysten muuttumiseen.

Esitän tutkimuksen tulokset luvussa 7, jonka alaluvut muodostuvat tutkimuskysymyksistä. Aloitan kunkin luvun alaluvut suoraan tutkimustuloksilla. Mikäli lukija haluaa tutustua tuloksiin syvemmin, alalukujen lopussa on tarkempi analyysi. Tilan säästämiseksi jätin väit-  
tämäkohtaisen tarkastelun tämän raportoinnin ulkopuolelle.

Luvussa 8 tarkastelen tutkimuksen tuloksia design-prosessin ja tutkimuskirjallisuuden valossa. Lisäksi esitän mahdollisia jatkotutkimuksia ja sovelluksia. Raportissa pyrin ilmentämään tutkimuksen osalta verkostoitunutta ongelmakenttää konstruktivistisesti. Raportti sisältää linkkejä eri tutkimusongelmien sekä teorian ja tutkimusväittämien välillä. Kirjoitustyylin verkostomaisuus rakentaa väkisinkin toistoa tarjotessaan linkkejä, mutta toisaalta se helpottaa lukijaa havaitsemaan asioiden väliset yhteydet. Mikäli olisin raportoinut kompleksin tutkimuskohteeni erillisinä osina, olisin samalla luopunut raporttini autenttisuudesta.

Raportin esitarkastuskritiikin perusteella jätin käsitykset yhteistoinnallisuudesta tulosten tarkastelun ulkopuolelle. Näin ollen työn lopullisessa nimessäkin ei esiinny termiä yhteistoinnallisuus. Osion ongelmanasettelu oli monisyinen ja tarkastelu paisui varsin moniulotteiseksi. Luvun sisältämät tärkeät ja mielenkiintoiset tulokset voin julkaista myöhemmin. Samoin poistin itsetuntoon liittyneen tarkastelun. Nyt mielenkiinto kohdistuu nimenomaan sosiokonstruktivismiin ja mitä siinä tapahtuu ryhmäprosessin ja reflektion kannalta.

---

## 2 YHTEISTOIMINNALLISIA TYÖMUOTOJA ETSIMÄSSÄ

### 2.1 Koulutuksen haasteita

Viime vuosien oppimistutkimus on nostanut esiin kaksi opetusta koskevaa haastetta. Kehittyvä työelämä edellyttää työntekijöiltä entistä vankempaa sisältöspesifisen tiedon ja taidon hallintaa, eräänlaista kapea-alaista *eksperttiyttä*. Toisaalta muuttuvat työtehtävät ja työolosuhteet haastavat työntekijät joustavuuteen, liikkuvuuteen sekä työssä tapahtuvaan *jatkuvaan itsensä kehittämiseen* ja oppimiseen. Haasteet ovat lisänneet paineita myös korkea-asteen koulutuksen tavoitteiden ja muotojen uudelleen arviointiin. Tärkeäksi kysymykseksi näyttääkin nousevan se, miten kouluttaa tutkijoita ja muita akateemisen koulutuksen saaneita niin, että he kykenevät työssään jatkuvasti kehittämään itseään sekä vastaamaan monimutkaistuvassa maailmassa kohdattaviin haasteisiin. (Enkenberg 2000, 7.)

Tutkimusten mukaan eksperttiys on usein luonteeltaan kapea-alaista ja kyseisen tiedonalueen keskeisiin periaatteisiin ankkuroitunutta. Taitavalle suoriutujalle on ominaista muun muassa hyvin jäsentynyt käsitteellinen ja proseduraalinen tieto (Enkenberg 1997, 160). Siten ekspertin tietorakenne on kytkennöiltään rikas (Haapasalo 2004a, 61). Tällainen organisoitu tieto helpottaa uutta oppimista ja luovaa ongelmanratkaisua (Novak 2002, 72).

Myös kehittyvä tietoyhteiskunta asettaa haasteita eksperttiydelle. Lehtisen (1997, 12) mukaan *ositetun* ja *jaetun asiantuntijuuden* käsitteet kuvaavat osaamista, joka ei ole enää pelkästään yksilön ominaisuus, vaan joka koostuu usean vuorovaikutuksessa olevan henkilön osaamisesta ja niiden koordinoitusta yhdistämisestä (vrt. Lehrer 1994, 229). Oppiminen ja osaaminen on yleensä ymmärretty yksilölliseksi prosessiksi, kun taas tulevaisuuden työelämässä osaaminen ja oppiminen perustuvat *yksilöllisen* taituruuden lisäksi olennaisesti sosiaalisesti jaetun tiedon hallitsemiseen. Hakkarainen ym. (1999, 143) viittaa jaetun asiantuntijuuden käsitteellä prosessiin, jonka aikana useat ihmiset jakavat tietoon, suunnitelmiin ja tavoitteisiin liittyviä älyllisiä voimavaroja saavuttaakseen jotakin, jota yksittäinen ihminen ei pystyisi toteuttamaan.

Koulutus ei riittävästi tuota sellaista osaamista, jota työelämä odottaa. Monimutkaistuva maailma edellyttää asiantuntijoilta – mukaan lukien opettajat – syvällistä osaamista, taitoa ratkoa eteen tulevia ongelmia sekä kykyä kehittyä jatkuvasti työssään. Väisänen (2000, 36 - 37) mielestä tiedon välittämiseen tähtäävä perinteinen opetusmalli on omiaan rohkaisemaan opiskelijoita suhteellisen pinnallisiin oppimisen lähestymistapoihin ja tuottamaan niitä vastaavia heikkotasoisia oppimistuloksia. Lehtisen (1997, 13) mukaan perinteinen koulun opetus opettaa oppilaita kyllä selviytymään koulun oppimistilanteista, mutta se ei välttämättä anna riittäviä taitoja ja strategioita tehokkaaseen oppimiseen ja ongelmanratkaisuun nopeasti muuttuvissa, kompleksisissa ja usein huonosti määritellyissä työelämän tilanteissa.

Koulun tehtävänä on tarjota oppilaille monipuolisia oppimisympäristöjä ja kehittää näin oppilaan tietoja ja taitoja sekä koko persoonallisuutta. Meisalon ym. (2000, 200) mielestä moderneissa työyhteisöissä tarvittavia tietoja ja taitoja ovat varsinaisten teknisten taitojen lisäksi kognitiiviset taidot, projekti- ja ryhmätyöskentelyn taidot, ihmissuhdetaidot ja itsenäisen persoonallisuuden taidot. Oppilaiden edistymistä näissä tiedoissa ja taidoissa on myös arvioitava ja siitä annettava palautetta.

Korkeakoulutuksessa tulisi pyrkiä korkealaatuisen oppimisen edistämiseen. Väisänen (2000, 35 - 36) pitää tällaista oppimista muun muassa mielekkäänä<sup>1</sup>, syvänä ja luovana oppimisena sekä oppimaan oppimisena. Mielekäs oppiminen näkyy oppimisen tuotoksessa asian ymmärtämisenä ja sisäistämisenä. Syvä lähestymistapa on ominaista opiskelijoille, jotka pyrkivät ymmärtämään oppimissisällön olemalla sen kanssa intensiivisessä vuorovaikutuksessa. Oppimisen mielekkäys ja merkityksellisyys syntyy tiedon ja sen käyttötarkoituksen ymmärtämisen ja relevanssin kautta.

---

<sup>1</sup> Esimerkiksi Novakin (2002, 29) mukaan mielekkäälle oppimiselle on kolme edellytystä:

1. Merkityksellinen aikaisempi tieto: oppijan täytyy tietää jotain, joka liittyy opittavaan informaatioon, jollain merkityksellisellä tavalla.
2. Mielekäs materiaali: opittavan tiedon tulee olla merkityksellistä muuhun tietoon nähden, ja sen täytyy sisältää tärkeitä käsitteitä ja propositioita.
3. Oppijan täytyy itse päättää oppia mielekkäästi: oppijan täytyy tietoisesti ja tarkoituksellisesti päättää, että hän liittyy uuden tiedon hänellä ennestään olevaan merkitykselliseen tietoon.

Jussila ja Saari (1999, 99) toteavat, että opettajankoulutuksessa opiskelijoiden tulisi omaksua näkemys koulusta paikkana, joka voi tarjota ajatuksellisia välineitä olemassa olevan tietämyksen arvottamiseksi, sekä toiminnallisia keinoja tiedon ja taidon soveltamiseksi käytäntöön. Tämä auttaisi opettajaksi opiskelevia suhtautumaan ennakkoluulottomasti niihin uusiin osaamisvaatimuksiin, joita toimintaympäristössämme tapahtuvat muutokset tuovat mukanaan.

Yleisten tietojen ja taitojen siirtovaikutus ja sovelluskelpoisuus käytännön tilanteisiin on tutkimusten mukaan ongelmallinen (vrt. Rauste-von Wright & von Wright 1996, 45 - 49). On vaikea soveltaa käsitettä uusiin objekteihin, joissa käsitteeseen syntetisoidut ominaisuudet esiintyvät eri ympäristöissä tai eri mittasuhteissa (esim. Vygotsky 1982, 150). Väisäsen (2000, 37) mukaan yliopistossa onkin löydettävä keinoja, joilla reaali maailman ongelmien kompleksisuus voidaan autenttiossa muodossa ottaa opintojen kohteeksi jo opintojen alkuvaiheista lähtien. Opiskelun pitäisi sisältää *monimutkaisten ongelmien kohtaamista* ja opiskelijoiden tukemista näiden hallinnassa. Lehtisen mukaan (1997, 22) yhteinen periaate erilaisissa lähestymistavoissa on oppilaiden tutustuttaminen opiskeltavien ilmiöiden rakenteelliseen kompleksisuuteen heti opiskeluprosessin alusta lähtien. Oppilaille tarjotaan näkymä monimutkaiseen ongelmaan kokonaisuudessaan samalla, kun he vähitellen kehittyvät ongelma-alueen eri elementtien hallinnassa.

Teknologian ja toimintatapojen kehitys on kuitenkin niin nopeaa, että opettajien perus- ja täydennyskoulutus voi vain vähäisessä määrin opettaa sitä osaamista ja taitoa, jota opettaja työssään tarvitsee muutama vuoden kuluttua. Koiviston ym. (1999, 7) mielestä olennaiseksi kysymykseksi nouseekin välittömien taitojen kehittymisen rinnalla sellaisten asenteiden ja motivaation kehittyminen, joka suuntaa opettajan mielenkiinnon uusien mahdollisuuksien pohtimiseen sekä rohkeaan osallistumiseen menetelmien ja välineiden kehitystyössä. Pedagogisten taitojen osalta olennaisinta on ymmärtää niiden kytkeytyminen laajempaan teoreettiseen ajatteluun, jonka pohjalta voi seurata pedagogiikan kehittymistä ja itsekin osallistua opetuksen käytäntöjen kehittämiseen.

Opettajankoulutuksen tulisi antaa opiskelijoille mahdollisuuksia oppia käyttämään tieto- ja viestintäteknologiaa, tukea opiskelijoiden luovuuden ja ongelmaratkaisutaitojen kehittymistä sekä edesauttaa



opiskelijoiden kykyä yhteistoiminnalliseen työskentelyyn. Tärkeäksi työvälineeksi näiden tavoitteiden saavuttamiseksi muodostuvat tietokoneiden ja verkkoympäristön avulla toteutettavat yhteistoiminnalliset, ongelma-keskeiset oppimisprojektit, joiden toteuttamiseksi opiskelijoiden on opittava käyttämään tieto- ja viestintäteknologian sovelluksia ja rakentamaan näiden avulla uusia pedagogisia luomuksia. Esittämäni hypermediapohjaisen opetusohjelman rakentaminen sopii hyvin näihin tavoitteisiin.

## 2.2 Tietostrategian implikoimia tutkimuskysymyksiä

Viittaan tarkasteluni edetessä tutkimusmittarin (liite 1) väittämiin käyttämällä esimerkiksi väittämästä 1 lyhennettä (*v1*). Yliopistojen opetuskulttuurissa voidaan nähdä Enkenbergin (2000, 30) mukaan jonkinlainen muutostila, johon kehittyvä opetusteknologia on tuonut oman vaikutuksensa. Opetusministeriön (1995, 1999) asiakirjat sisältävät asiantuntijaryhmän näkemyksiä ja ehdotuksia siitä, miten koulutuksen ja tutkimuksen tasoa voidaan parantaa hyödyntämällä tietotekniikkaa sekä edistämällä kansalaisten mahdollisuuksia saada ja käyttää tietoa. Esitän seuraavassa otteita, jotka ovat mielestäni opettajan-koulutuksen näkökulmasta tärkeitä.

Tieto- ja viestintäteknikan opetuskäytön kehittämisessä tavoitteenä on siirtää huomio laitteista pedagogiseen uudistamiseen ja auttaa yhä suurempaa osaa oppilaista oppimaan yhä vaativampia tiedollisia rakenteita (*v19, v20, v30*) ja ongelmanratkaisutaitoja (*v5, v7, v46, v48*). Opetuksessa korostetaan laadukasta lähiopetusta, yhteisöllisyyttä (*v66, v67, v71*), vuorovaikutusta (*v51, v52, v70, v71*), monimuotoista ilmaisua (*v25 - v30*) sekä hajautuneen asiantuntemuksen hyödyntämistä verkkojen avulla (*v21*). Opetukseen liittyviä toimintakulttuurin muutoksia ovat yhteisöllisen tiedonkehittelyn tavoittelu ja siihen liittyen verkkoympäristön hyödyntäminen opiskelussa. Opettajien peruskoulutuksen todetaan antavan valmistuville opettajille hyvät tieto- ja viestintäteknikan soveltamistaidot.

Opettajankoulutuksessa pedagogisten sovellusten kehittämiseen liitetään yhä enemmän verkko-opetusta ja -opiskelua. Perus- ja täydennyskoulutuksen opintoihin vaaditaan runsaasti vuorovaikutukseen ja

yhteistoiminnallisuuteen (v37 - v47, v65 - v71) perustuvia opetus- ja opiskelumuotoja. Koulutuksessa opiskeltavia taitoja ovat tiedonhankinta-, tiedonhallinta- sekä tieto- ja viestintätekniiikan käyttötaidot (v21 -v30). Näiden lisäksi opetuksessa ja opiskelussa tulee kehittää oppimisympäristölähtöisen suunnittelun ja -arvioinnin taitoja (v30), mikä ilmeisesti tarkoittaa esimerkiksi multimediaoppimisympäristöjen suunnittelua ja arviointia. Opettajankoulutuksen opintoihin vaaditaan myös digitaalisen oppimateriaalin laadintaa. Koulutuksen ja tutkimuksen tavoitetilaksi hahmotetaan vuonna 2004 muun muassa, että tieto- ja viestintätekniiikan opetusikäytön strategiat ovat sulautuneet opetussuunnitelmiin ja luovuus, ongelmanratkaisu ja yhteistoiminnallisuus korostuvat oppilaitosten kehittämisstrategioissa ja toiminnassa.

## 2.3 Projektityö

Projektityöskentelyn juuret johtavat 1900-luvun vaihteeseen amerikkalaiseen pragmatismiin (ks. luku 3.4; Haapasalo 2004a, 31 - 31). C. Richards käytti termiä 'projekti' modernina oppimisen käsitteenä jo vuonna 1900 ja kasvatustieteellisessä artikkelissaan vuonna 1904 (Leino 1992, 2; Pehkonen 1992, 57; 2001, 14). Hänestä oli hyödyllistä teettää opettajaksi opiskelevilla suurempia projekteja ja rohkaista heitä itsenäiseen ongelmien ratkaisuun. Projektityöskentelyn periaatteiden omaksumiseen vaikutti myös John Dewey<sup>2</sup>. Hän korosti, että koulun tehtävänä oli kasvattaa ajattelevia, ”omilla jaloillaan seisovia” kansalaisia. Dewey katsoi, että tieto välittyy parhaiten, kun se opitaan käytännössä. Hänen Chigagoon vuonna 1896 perustamassa kokeilukoulussa opiskeltiin ruuan valmistusta, vaatteiden ompelua, puutarhanhoitoa, rakentamista jne. Koulun ohjelmassa ei ollut varsinaisia oppiaineita, vaan se rakentui oppilaiden kokemuksille<sup>3</sup> ja heidän esittämille ongelmilleen. (Pehkonen 2001, 11 - 12.) Tavallisen sosiaalisen elämän

<sup>2</sup> Deweyn oman kasvatustieteellisen katsottu muodostuneen toisaalta sekä herbartilaisen että frobeliläisen kasvatustieteellisen ajattelun aineksista ja toisaalta filosofisesta pragmatismista (Pehkonen 2001, 11).

<sup>3</sup> Deweyn filosofiassa kokemus tarkoitti esineellistä toimintaa; esimerkiksi työkalujen käyttöä sekä yhteistyötä ja kommunikaatiota muiden ihmisten kanssa (Pehkonen 2001, 12).

tilanteiden käsittelyn yhteydessä nousi luontevasti esille aritmeettisia, luonnontieteellisiä, historiallisia, viestinnällisiä ym. ongelmia. Haapasalon (2004a, 31 - 32) mukaan *Learning by Doing* – idean tavoitteena oli sekä motivoivien että ajattelua kehittävien oppimisympäristöjen toteutus. Tärkeää menetelmässä oli riippumaton ongelmanratkaisu luonnollisessa yhteydessä. Dewey otti käyttöön termin *reflective thinking* teoksessaan 'How We Think' (1. painos v.1909) korostaen tietoista ja päämäärähakuista ajattelun säätelyä ja painotti sitä, että asiat ovat yksilölle merkityksellisiä ja mielekkäitä (vrt. Väisänen 2000, 35 - 36).

Projektityöskentelyn menetelmällisenä kehittäjänä mainitaan usein amerikkalainen Kilpatrick (ks. Hirsjärvi 1990, 152). Hän pyrki määrätietoisesti laajentamaan projektityöskentelyn käyttömahdollisuuksia. Kilpatrick konkretisoi Deweyn kasvatustieteellisen ajattelun pedagogiseksi toiminnaksi syyskuussa 1918 aikakauslehdessä 'Teachers Collage Record' julkaisemallaan esseellä 'The Project Method' (Pehkonen 2001, 16). Ero teoreettisen tiedon jakamisen ja käytännöllisen arkielämän kokemusten välillä saataisiin poistumaan projektimetodin avulla. Kilpatrick määritteli esseessään käsitteen 'projekti' seuraavasti: "Wholehearted purposeful activity proceeding in a social environment or more briefly in the unit element of such activity the hearty purposeful act" (Pehkonen 2001, 16; Leino 1992, 2). Määritelmä joutui kritiikin kohteeksi, koska se korosti tarkoituksellisuutta ja täten motivaationaalista aspektia siinä määrin, että muut ominaisuudet alkoivat jäädä varjoon. Määritelmästä puuttui projektityöskentelyn keskeisenä ominaisuutena pidetty ongelmanratkaisua korostava puoli. (Pehkonen 2001, 17 - 19.)

Projektityöskentelyn terminologia ja koko ilmiön kuvaaminen on jatkuvasti ollut epäyhtenäistä. Pehkonen (2001, 2 - 3) toteaa, että projektioiskelu (project study), projektityöskentely (project work), projektimetodi (project method) ja projekteihin perustuva oppiminen (project-based learning) ovat synonyymeinä<sup>4</sup> käytettyjä nimityksiä. Projektityön käsitteellä ei siis ole koskaan ollut selkeää ja yksikäsitteistä määritelmää. Myös Leinon (1992, 2) mielestä projekti on vaikeasti määriteltävä käsite. Koulussa on monia erityyppisiä aiheita ja työtehtäviä. Yksi päämäärähakuinen työ tarvitsee enemmän aikaa ja erilaisen

<sup>4</sup> Poikkeuksena teoksessa Hirsjärvi (1990, 152) on erotettu toisistaan käsitteet projektioiskelu ja projektimetodi.

lähestymistavan kuin toinen ja ongelmat voivat vaihdella. Kilpatrick korosti tarkoituksellisuutta ja täysisydämistä toimintaa, toiset tiedemiehet voivat korostaa ongelma-keskeisyyttä tai yhteistoiminnallisuutta ja pienryhmäopiskelua.

Seuraavassa kokoon Leinon (1992, 1 - 5) esittämiä näkemyksiä projektityöskentelyn piirteistä ja eduista. Hän esittää, että tieto voi olla dynaamista, opiskelijan jossain mielekkäässä tehtävässä konstruoida samalla organisoituen opiskelijan aikaisimpiin kokemuksiin ja tietoon. Tärkeä idea on, että oppija konstruoi uuden asian osaksi omaa, jo olemassa olevaa tiedon verkkoa (ks. luku 4.1). Opiskelijan uuden ymmärryksen rakentuminen tapahtuu tilanteissa, joissa hän kohtaa haasteita olemassa olevan tiedon organisoinnille. Tällöin tieto ei ole eristetty opiskelijan kokemusmaailmasta, hänen todellisuudestaan, vaan on konstruoitu vastauksena johonkin opiskelijalle merkitykselliseen ongelmaan (*v4, v6, v7*) tilanteessa, joka on opiskelijalle todellinen. Leino painottaa opiskelijoiden halua tehdä jotakin konkreettista. Projektimenetelmä motivoi opiskelijoita tähän enemmän kuin perinteinen opetus. Työ myös antaa heille mahdollisuuden käyttää erilaisia työkaluja ja välineitä (*v21 - v30*). Työskentely perustuu opiskelijan aikaisemmalle kokemukselle ja tiedolle. Tämä tekee projektiopiskelusta konstruktivistista oppimista.

Projektityössä oppiminen on yleensä yhteistoiminnallista ja opiskelijoiden on mahdollista oppia toinen toisiltaan (*v45, v46, v47*) koko prosessin ajan. Ryhmän koostumuksesta riippuu, millaiseen pedagogiseen tarkoitukseen opettaja tähtää. Joskus hyvin heterogeeniset ryhmät ovat tarkoituksenmukaisia, joskus taas homogeeniset. Leinon mielestä opettaja voi myös sallia opiskelijoiden muodostaa ryhmät itse. Projektissa vastuu on yksittäisellä opiskelijalla tai ainakin osaksi opiskelijatiimillä (*v39, v68*). Tämä siirtää vastuuta oppimisesta opiskelijoille. Opiskelijalle on arvokasta nähdä, että päävastuu oppimisesta ei ole opettajalla, vaan hänellä itsellään. Jos opiskelija näkee koulun paikkana missä hän voi kehittää kykyjään ja valmistautua uralleen, oppimisen ilmasto voi muuttua.

Myös matematiikkaa voidaan oppia projektityöskentelyllä. Yksi tärkeimmistä puolista onkin, että matematiikkaa opitaan luontevimmin siinä ympäristössä (*v20*), missä sitä käytetään. Tämä on vastakkaista tavalliselle, perinteiselle oppikirjoista oppimiselle, jossa matematiikka ensin opetetaan (*v19*) ja harjoitellaan ja sitten sovelletaan erilaisissa konteksteissa. Haapasalon ja Kadjevichin (2000) termein ilmaistuna

ensiksi mainittu tarkoittaisi kehityksellistä ja jälkimmäinen koulutuksellista lähestymistapaa (vrt. luvut 4.4 ja 4.5).

Ongelmanratkaisu<sup>5</sup> on tärkeää projektityössä (v4 - v6). Matematiikan opettaminen projektityön kautta on tehokasta, kun opiskelijoilla on uusia, mielekkäitä haasteita. Leinon (1992, 4) mukaan ongelmanratkaisuun projektin yhteydessä tarvitaan ”tieteellisiä” tutkimustaitoja (v57), so. taitoja analysoida ja käyttää tietoa ongelmanratkaisuun.

Projektityö käsitteenä korostaa tekijänsä omaa panosta kokeellisessa tutkimuksessa tai soveltavassa työskentelyssä. Meisalon ym. (2000, 43 - 44) näkökulmasta ne ovat toiminnallisia ja pitkäkestoisia eikä niissä useinkaan hyödynnetä olemassa olevia oppimateriaaleja. Lähestymistapa on ongelma-keskeinen (vrt. Leino 1992, 4). Projekti ei yleensä ole oppiaine- tai sisältökeskeinen, vaan se saattaa kohdistua luokkahuoneen ulkopuolelle. Opettajat ja ohjaajat toimivat projektiryhmissä resurssihenkilöinä ja fasilitaattoreina.

Projektityöskentelyyn liittyvät Meisalon ym. (2000) mukaan seuraavat piirteet:

- Ryhmän jäsenet ottavat aktiivisesti osaa projektin suunnitteluun.
- Projektia lähestytään ongelma-keskeisesti ja ryhmän jäsenet tunnistavat, valitsevat ja täsmentävät ongelman vastuullisina päättäjinä ottaen luonnollisesti huomioon käytettävissä olevien asiantuntijoiden neuvot.
- Työskentely muovautuu ratkaistavan ongelman asettamista lähtökohdista käsin. Projektille asetetaan selkeät, mahdollisimman konkreettiset tavoitteet. (vrt. liite 5)
- Ryhmän jäseninä olevia opiskelijoita johdatetaan ottamaan vastuuta omasta työstään tukeutuen kunkin aktiiviseen suunnittelupanokseen.
- Ryhmälle pyritään antamaan mahdollisuuksia saada käyttöönsä monipuolisia teknisiä välineitä ja saada yhteyksiä eri alueiden asiantuntijoihin.

---

<sup>5</sup> Ongelmanratkaisu (yhdyssana) tarkoittaa prosessia, joka sisältää ongelmaan orientoitumisen, ongelman työstämisen, ongelman ratkaisemisen sekä ratkaisun tulkinnan. Ongelman ratkaisu (erikseen kirjoitettuna) on vain pieni osa koko ongelmanratkaisuprosessia tarkoittaen itse asiassa vain ratkaisun esittämistä tai esitettyä ratkaisua. (Haapasalo 2004a, 17)

- Ryhmän jäsenten reflektointia ja oman työn arviointia<sup>6</sup> pyritään tukemaan aktiivisesti siten, että toiminta ohjautuisi tarkoituksenmukaiseen suuntaan ja (onnistuneet) tulokset tarjoaisivat palkinnon kaikille hankkeessa mukana olleille.

”Hyvin suunniteltu on puoliksi tehty” pitää usein paikkansa projektityöskentelynkin suhteen. Onnistuneen projektin lähtökohtana on hyvin laadittu *projektisuunnitelma*<sup>7</sup>. Suunnitelman laatimiseen kiinnitetään paljon huomiota muun muassa akateemisissa opinnäytetöissä, samoin erityisesti tietotekniikkaprojekteissa. (Meisalo ym. 2000, 43 - 44). Lifländerin (1999, 14 - 18) mukaan projektioppimisessa painotetaan erityistä oppimispäiväkirjan tyyppistä kokemusten<sup>8</sup> ja oppimistulosten tallettamista ja laittamista kaikkien nähtäväksi. Parhaimmillaan projektioppiminen on uutta tietoa jäsentävää, tutkivaa opiskelua.

Projektityöskentelyn keskeisiä käsitteitä ovat vastuullisuus, toiminnanvapaus, käytännöllisyys, ongelmakeskeisyys, tieteellisyys ja yhteistoiminnallisuus. Näiden käsitteiden perusteella Pehkonen (2001, 118 - 127) rakensi mallin projektityöskentelylle vastuullisuuden ja toiminnan vapauden viitekehyksessä. Muut käsitteet liittyvät näihin ydinkategorioihin siten, että käytännöllisyys, yhteistoiminnallisuus, ongelmakeskeisyys ja tieteellisyys edellyttävät toiminnanvapautta. Ongelmakeskeisyys, käytännöllisyys ja yhteistoiminnallisuus taas liittyvät vastuullisuuteen.

Projektityöskentely on tulossa yhä laajemmin kaikkien oppilaitosten, myös peruskoulun ja lukion työtavaksi. Vastaavasti projektin arviointi tulee osaksi koulun arviointia. Meisalon ym. (2000, 208) mukaan se on kokonaisvaltaista siten, että projektin kaikki vaiheet on otettava mukaan aiheenvalinnasta ja suunnittelusta lähtien aina raportointiin ja työn itsearviointiin. Projektitöiden muodollinen arviointi perustuu keskeisesti projektiraporttiin. Koska tyyppillinen projekti perustuu ryhmätöihin, on muodollisen arvioinnin yhteydessä selvítettävä kunkin projekti-

---

<sup>6</sup> Vrt. tässä tutkimuksessani esimerkiksi suunnitelman arvio ennen toteutusta, toteutuneen ja suunnitelman välinen arvio (toteutuksen aikana) sekä ohjelmasta saadut pisteet (liite 13).

<sup>7</sup> Tässä tutkimuksessani opiskelijoiden tuli laatia kaavio ohjelman rakenteesta ja näyttösuunnitelmat (ks. liite 12).

<sup>8</sup> Tähän tutkimukseeni osallistuneet opiskelijat kirjoittivat opetusohjelmia rakentaessaan harjoituskertojen lopuksi raportin siitä, mitä tehtiin, toteutuiko suunnitelma, sekä perustelut mahdollisille muutoksille.

ryhmän jäsenen henkilökohtainen panos eri vaiheissa. Tätä varten on annettava selkeät ohjeet projektipäiväkirjan pitämisestä ja raportointia varten. Jokainen ryhmän jäsen hyötyy siis prosessiin osallistumisesta ja kokonaistuloksesta. Toisaalta jokainen on osavastuussa koko ryhmän ja jokaisen ryhmän jäsenen tuloksesta.

## 2.4 Yhteistoiminnallinen oppiminen

### 2.4.1 Yhteistoiminnallisen oppimisen käsite

Oppimista tarkastellaan nykyisin yhä suuremmassa määrin sosiaalisten ryhmäprosessien ilmiönä. Analysoinnin kohteeksi ovat nousseet ryhmässä tapahtuvan sosiaalisen vuorovaikutuksen muodot ja niiden vaikutukset yksilön ajatteluun ja toimintaan. Ryhmässä tapahtuvan opiskelun ja työskentelyn kautta voidaan oppia monimutkaisiakin asioita ilman, että niitä suoraan opetetaan (esim. Häkkinen & Arvaja 1999, 206). Termillä *yhteistoiminnallinen oppiminen* tarkoitan tässä tutkimuksessani yhteisten tavoitteiden ohjaamaa yhteistä toimintaa ja merkitysten jakamista yhteisen päämäärän saavuttamiseksi. Tarkastelen seuraavaksi yhteistoiminnallisen oppimisen käsitteeseen liittyviä määritelmiä kirjallisuuden valossa. Näyttää siltä, että yhteistoiminnallinen oppiminen voidaan mieltää laajaksi sateenvarjokäsitteeksi (esim. Kumpulainen 2002, 253; Sahlberg ja Sharan 2002, 368). Käsitteissä on ollut sekavuutta ja useasti sekä 'collaborative learning' että 'cooperative learning' on suomennettu yhteistoiminnalliseksi oppimiseksi (ks. Tynjälä 1999, 152).

Suomennettaessa 'co-operative learning' yhteistoiminnalliseksi oppimiseksi opetusmenetelmään sisältyy pienryhmien käyttö opetuksessa (esim. Tynjälä 1999, 152). Siihen yhdistetään usein työnjako (ks. Häkkinen & Arvaja 1999, 209; Kämäräinen & Haapasalo 1999, 101; Muhonen 2002; Kumpulainen 2002, 253). Osallistujat jakavat työn osiin, ratkaisevat osatehtävät yksilöllisesti ja kokoavat sitten osat yhteen lopulliseksi tuotokseksi. Tällöin pienryhmän jäsenet eivät välttämättä prosessoi oppimistehtävää yhteisesti, vaan ainoastaan sen osia. Kukin ryhmän jäsen suorittaa tiettyä tehtävää tai toimii roolissa (ks. Aho 1997, 26). Opiskelijat voivat auttaa tai opettaa toinen toistaan eivätkä vaikeuta, kilpaile tai sivuuta toistensa työskentelyä (esim. Alessi & Trollip

2001, 34). Tärkeää toiminnassa on työskentely yhteisen tavoitteen saavuttamiseksi (Sahlberg & Leppilampi 1994, 71).

Termi 'collaborative learning' menee hieman edellistä pidemmälle. Kollaboratiivisen oppimisen käsitteeseen ei yleensä liitetä kiinteää työnjakoa, vaan työnjako on spontaania, ei etukäteen määritettyä, ja roolit ovat joustavia vaihdellen työrupeaman aikana (Tynjälä 1999, 152; Kumpulainen 2002, 253). Ryhmä muotoilee itselleen yhteisen tavoitteen, sitoutuu sen taakse jakaen tehtävän ja kaikki ongelmat yhdessä (ks. Muhonen 2002; Kämäräinen & Haapasalo 1999, 101). Tärkeää on yhteisten tavoitteiden ohjaama yhteinen toiminta ja merkitysten jakaminen (Häkkinen & Arvaja 1999, 209; Alessi & Trollip 2001, 34). Termillä viitataan usein tietyn oppimistehtävän yhteiseen prosessointiin ja ratkaisuun pienryhmässä. Sen jäsenet neuvottelevat ja rakentavat keskinäisen ymmärryksen ongelmanratkaisun kohteena olevasta ilmiöstä ja tuottavat tämän pohjalta yhteisen tuotoksen (Kumpulainen 2002, 253; Häkkinen & Arvaja 1999, 209). Tällöin korostuu yhteisen tiedon rakentuminen (vrt. Muhonen 2002).

Joskus termi 'collaborative learning' suomennetaan *yhteisölliseksi oppimiseksi* (esim. Mannisenmäki 2000, 112). Tällöin viitataan yleensä tiedon rakentelun ja kehittelyn kulttuuriin, jossa oppimisella tarkoitetaan lisääntyntä kykyä osallistua pienryhmää laajemman oppijayhteisön toimintaan (Häkkinen & Arvaja 1999, 209). Tellan (ym. 2001, 206) mukaan yhteisöllinen opiskelu viittaa vuorovaikutukseen ja henkilökohtaiseen elämäntapaan. Yhteistoiminnallinen opiskelu sen sijaan on eräänlainen vuorovaikutusrakenne ja työtapo, joka on tarkoitettu helpottamaan jonkin tuotoksen tekoa tai päämäärän saavuttamista.

Kirjallisuudesta löytyy termeille myös muita variaatioita. Esimerkiksi Sahlberg ja Leppilampi (1994, 66) käyttävät käsitteitä *yhteistoiminnallinen oppiminen* ja *yhdessä oppiminen* tarkoittamaan samaa asiaa. Tämä johtuu ilmeisesti siitä, että merkittävästi suomalaiseen keskusteluun 1990-luvulla vaikutti Johnsonien tutkimustyö (Tella ym. 2001, 205) ja heidän kehittämänsä (Johnson & Johnson 2002a, 101) menetelmä yhdessä oppiminen. Yhteistoiminnallisen opiskelun kriteerit<sup>9</sup> ja toimintamuodot vaihtelevat suuresti tutkijasta ja toteuttajasta riippuen.

<sup>9</sup> Esimerkiksi Sahlberg ja Sharan (2002, 368 - 373) ovat rakentaneet yhteistoiminnallisen oppimisen menetelmille taksonomian, jossa menetelmät on mahdollista ryhmitellä opetuksen ja roolien muutosasteen perusteella. Opetuksen peruselementit (suunnittelu, opettajan ja oppilaiden roolit, tiedonhankinta, arviointi ja oppimisprosessin ohjaaminen) muuttuvat perinteiseen opetukseen nähden enemmän siirryttäessä luokittelussa alaspäin.



## 2.4.2 Yhteistoiminnallisen oppimisen sosiaalis-kognitiiviset periaatteet

Eri koulukunnat jäsentävät yhteistoiminnallisen oppimisen yleensä tiettyjen periaatteiden mukaan; Aho (1997, 25 - 26) viittaa omassa kategorisoinnissaan Johnsonien luokitteluun. Johnsonin ja Johnsonin (2002a, 108) mukaan yhteistyön keskeiset elementit on ymmärrettävä, mikäli tavoitteena on kouluttaa opettajia toteuttamaan yhteistoiminnallista oppimista menestyksekkäästi.

Yhdessä oppiminen paranee, jos ryhmän jäsenet kokevat olevansa myönteisellä tavalla riippuvaisia toistensa onnistumisesta. Sahlbergin ja Leppilammen (1994, 71) mukaan tämä on kaiken yhteistoiminnallisuuden tärkein periaate. Toiseksi, ryhmän tehokkaan toiminnan kannalta on tärkeää, että sen jäsenet ovat avoimessa ja läheisessä vuorovaikutuksessa toistensa kanssa. Kolmanneksi, ryhmän jäsenten on oltava vastuussa paitsi toistensa oppimisesta myös omasta oppimisestaan. Neljäs yhteistoiminnallisen oppimisen periaate on ryhmätyöskentelyyn liittyvien sosiaalisten taitojen kehittäminen. Viidenneksi, oppimisen ymmärtämiseksi ja ryhmätyöskentelyn valmiuksien kehittämiseksi on tärkeää, että tehtävän suoritettuaan ryhmä pohtii omaa toimintaansa. Yhteistoiminnallisen oppimisen voima on siinä, että oppilas oppii ymmärtämään ja ohjaamaan omaa oppimistaan sekä näkemään ryhmän merkityksen oman kehittymisen tukijana. Yhdessä saavutetut tulokset ovat enemmän kuin kunkin ryhmän jäsenen yksin saavuttamat tulokset.

Myös Leppilampi ja Peikkari (1999, 13) ovat valinneet vastaavat viisi periaatetta kuvaamaan yhteistoiminnallista oppimista, koska ne heidän mielestään istuvat parhaiten suomalaisen yhteiskuntaan ja kulttuuriin. (Ks. myös Johnson & Johnson 1997, 24 - 31; Johnson & Johnson 2002a, 109 - 110; Sahlberg ja Leppilampi 1994, 76; Tynjälä 1999, 156 - 158; Lifländer 1999, 21).

### 2.4.3 Yhteistoiminnallisen oppimisen vaikutuksia

Opiskelu on aina vuorovaikutusta paitsi opettajan ja oppilaiden välillä, myös oppilaiden kesken. Opiskelutilanne voi muodostua yksilökeskeiseksi, kilpailulliseksi tai yhteistoiminnalliseksi. Sen mukaisesti myös ilmapiiri ja oppilaiden keskinäiset suhteet vaihtelevat. Ahon (1997, 25) mukaan yksilöllisen, kilpailullisen ja yhteistoiminnallisen opiskelun muodostumista on tarkasteltu myös sen mukaisesti, millainen oppimistehtävä on. Kun tehtävät vaativat yksityiskohtien opiskelua tai intensiivistä keskittymistä ja asioiden mieleen painamista, yksilö-opiskelu on muuta työskentelyä tuloksellisempaa. Vähän ajattelua ja pohdintaa vaativat, yksinkertaiset ja rutiininomaiset tehtävät simuloivat oppilaita kilpailemaan, kun taas kompleksisten ongelmanratkaisutehtävien suorittamisessa pienryhmäopiskelu on ylivoimainen opiskelun muoto (Aho 1997, 26). Sharan ja Sahlbergin (2002, 403) mielestä yhteistoiminnallisesti opiskelevat oppilaat oppivat vähintäänkin sen, minkä he oppisivat tavanomaisessakin opetuksessa. Tämä edellyttää heidän mukaansa luonnollisesti, että yhteistoiminnallista oppimista käytetään tarkoituksenmukaisesti ja noudatetaan menetelmien keskeisiä periaatteita. He painottavat, että yhteistoiminnallinen oppiminen vaikuttaa myönteisesti myös opiskelumotivaation, terveen itsetunnon rakentumiseen, sosiaalisten taitojen kehittymiseen ja luokan henkisen ilmapiirin muodostumiseen.

Ihmisen nykyään kohtaamat ongelmat ovat monimutkaisia ja niiden ratkaiseminen edellyttää yhteistyötä, neuvottelutaitoa, suvaitsevaisuutta, joustavuutta ja luovuutta (vrt. luku 2.1). Ainoastaan monipuolisilla ja kehittyneillä yhteistyö- ja ongelmanratkaisutaidoilla voi saavuttaa hyviä ja kestäviä tuloksia. Sahlbergin ja Leppilammen (1994, 67) mielestä hyvän ihmisen ominaisuuksia ovat toisten huomioiminen ja kunnioittaminen. Niinpä hyvän työntekijän tunnusmerkkeihin kuuluvat muun muassa kyky osallistua tavoitteelliseen ja tulokselliseen ryhmätyöskentelyyn (esim. Moore 1997, 129). Yhteistoiminnallisessa oppimisessa korostuvat Sahlbergin ja Leppilammen (1994, 68 - 70) mukaan kognitiivisten oppimistulosten lisäksi itsetunnon (*v48 - v49, v54 - v58, v60 - v63, v65, v69*), sosiaalisten ryhmätyötaitojen (*v37 - v39, v50 - v53, v66 - v68, v70 - v71*) ja oppimisstrategioiden kehittyminen (*v63*). Samoin yhteistoiminnallisten työtapojen on todettu parantavan oppimismotivaatiota (*v40 - v41, v44 - v47*) ja lisäävän halua saada valmista aikaan.

Inhimillinen vuorovaikutus saattaa johtaa tilanteisiin, joissa tietoa prosessoidaan sosiaalisesti ja luodaan näin uusia yhteyksiä ja merkityksiä. Erityisen merkittäväksi on Leppilammen ja Piekkarin (1999, 7) mukaan osoittautunut oppijoiden keskinäisen puhumisen vaikutus oppimisen laatuun. Tällöin oppijat rakentavat kognitiiviset rakenteensa ja taitonsa puhumalla, selittämällä, väittelemällä, neuvottelemalla ja kyselemällä. Sharanin ja Sahlbergin (2002, 399) mukaan se, että oppilas joutuu selittämään tehtävää muille ryhmän jäsenille, vaikuttaa positiivisesti hänen oppimiseensa. Mikäli oppilas ei saa ryhmän jäseniltä vastakaikua esittämilleen ideoille tai ajatuksille, vaikuttaa se taas negatiivisesti hänen oppimiseensa.

Onnistuminen pienessä ryhmässä parantaa oppilaan *itsetuntoa* ja lisää arvostusta muiden ryhmän jäsenten silmissä. Itsetunnon paranemisen on todettu vaikuttavan suoraan myös tiedollisiin oppimistuloksiin (Sahlberg & Leppilampi 1994, 68 - 71). Pietilän (2002, 9) mukaan itsetunnon kannalta erityisen tärkeitä ovat ne merkitykset ja tulkinnat, jotka oppilas antaa hänelle tärkeiden ihmisten kanssa tapahtuneelle vuorovaikutukselle. Väisänen (2000, 51) esittää opettajaksi opiskelijoiden itseluottamuksen edistämiseksi opiskelijoiden itsenäisiä oppimis- muotoja, esimerkiksi ryhmätyötä, projekteja tai tutkivia esseitä.

Matematiikkaan liittyvä minäkäsitys (*v48 - v49, v56 - v58*) rakentuu affektiivisista tekijöistä, jotka vaikuttavat oppilaiden matematiikan oppimiseen ja saavutuksiin. Linnanmäen (1997, 289) mukaan korrelaatio matematiikkaan liittyvän itseluottamuksen ja saavutusten välillä on vaihdellut eri tutkimuksissa 0.22:sta 0.47:ään tutkittujen iästä ja sukupuolesta riippuen. Itseluottamuksen yhteys saavutuksiin on voimakkaampi kuin muiden affektiivisten muuttujien yhteys. Pietilän (2002, 9) mukaan tunteet ovat avainasemassa sekä oppimisen mahdollisuuksien että esteiden kannalta. Aikaisemmat kokemukset ja toisten kannustava (*v71*) tai pahimmillaan lannistava rooli (*v53*) nykyhetkessä vaikuttavat oppimistilanteen arviointiin. Mennyt oppiminen ym. luo odotuksia, jotka vaikuttavat nykyisyyteen. Pietilä (2002, 61) pitää uskoa omiin kykyihin toimia ja oppia oppimisen edellytyksenä (*v48, v49, v54, v55, v56, v58, v60, v62*). Tämä johtuu osin oppilaiden erilaisesta suhtautumisesta haastavaan tehtävään. Oppilaat, joilla on hyvä itseluottamus, suorittavat ongelmanratkaisutehtäviä itsevarmasti ja rauhallisesti, kun taas heikon itseluottamuksen omaavat oppilaat alkavat kyseenalaistaa omia kykyjään jo heti ongelman saatuaan. Käsitys itsestä vaikuttaa myös siihen, tarttuvatko oppilaat innostuneesti haasteisiin vai yrittävätkö he välttää niitä.

Oppimiseen olennaisesti vaikuttava tekijä on oppilaan motivaatio oppia. Tämän vuoksi opettaja joutuu ensin selvittämään, miten hän voi vaikuttaa pedagogisilla toimillaan siihen, että oppilas ymmärtää opiskelun merkityksen ja motivoituu siihen. Ahon (1997, 27 - 28) mukaan tähän osaltaan vaikuttaa oppilaan arvio omista mahdollisuuksista selviytyä annetuista oppimistehtävistä, arvio menestymisestä ja epäonnistumisesta. Menestyminen on yhteydessä motivaatioon ja päinvastoin. Sharan ja Sahlberg (2002, 398 - 399) ovat Ahon kanssa samaa mieltä siitä, että motivaatio on hyvän oppimisen edellytys missä tahansa opiskelutilanteessa. Lisäksi pienryhmien tarkoituksenmukaisen käytön on todettu lisänneen oppilaiden motivaatiota ja mielenkiintoa matematiikkaa kohtaan sekä vaikuttavan myönteisesti oppilaiden innostumiseen, oppilaiden mahdollisuuksien paranemiseen, omiin kykyihinsä uskomiin sekä tiimissä työskentelemistä koskevien asenteiden kehittymiseen.

Monipuolisten yhteistoiminnallisen oppimisen menetelmien käyttäminen sekä opettajankoulutuksessa että kouluopetuksessa toisi todennäköisesti lisää mahdollisuuksia oppimisen ja koulutuksen laadun parantamiseen. Sharan ja Sahlberg (2002, 403) toivovat, että opettajankoulutuksessa käytettävien menetelmien tutkimukseen kiinnitettäisiin tulevaisuudessa aikaisempaa enemmän huomiota.

## 2.5 Viestinnän merkitys

Kieli on ennen kaikkea sosiaalisen kanssakäymisen sekä ilmaisemisen ja ymmärtämisen väline. Vygotskyn (1982, 18 - 19) mukaan järjestelmälliselle käsittämiseksi ja määrätietoiselle ajatusten ja elämysten vaihdolle perustuva kommunikaatio edellyttää välttämättä tietyn *välinejärjestelmän*. Sen prototyyppinä on aina ollut ja tulee aina olemaan *inhimillinen kieli*, joka syntyy kanssakäymisen tarpeesta työskentelyprosessissa.

Sosiaalisella vuorovaikutuksella on tärkeä rooli oppimisessa, koska tämän vuorovaikutuksen puitteissa rakentuu merkitysten maailma. Rauste-von Wright ja von Wrightin (1996, 128) mukaan opettamisen hahmottaminen vuorovaikutusprosessiksi on ikivanha periaate, joka nousee tärkeään asemaan konstruktivistisessä oppimiskäsityksessä (vrt. Forrest 1991, 451). Sosiaalisessa kontekstissa – esimerkiksi keskusteluissa ja ryhmätoiminnassa – yksilön ajatteluprosessit tulevat myös

”näkyviin” niin hänelle itselleen kuin muillekin, mikä luo hänelle uusia mahdollisuuksia reflektoida niitä sekä itsekseen että vastavuoroisesti muiden kanssa (ks. Kumpulainen 2002, 254). Esimerkiksi Sahlberg ja Leppilampi (1994, 59) viittaavat Vygotskyyin ja Galperiin todettaan, että oppilaan puhetta oppimisen yhteydessä voidaan tarkastella periaatteessa kahdesta eri näkökulmasta: oppilaan omana hiljaisena puheena tai ääneen puhumisena, jolloin oppilas oman puheen avulla jäsentää ja rakentaa omaa tietämistään ja kehittää metakognitiivisia taitojaan. Omaa oppimista ja ymmärtämistä voidaan huomattavasti parantaa selittämällä opittavaa asiaa toisille. Tällöin joudutaan todella pohtimaan tärkeimpiä kysymyksiä ja sitä, mitä ja miten itse asiassa tiedämme. Opettaminen on monesti paras tapa oppia itse.

Yhteistoiminnallisessa oppimisessa oppilaiden keskinäinen puhuminen nähdään rakentavana voimana, jonka aikana opittavat asiat täsmentyvät (v69) ja pysyvät paremmin muistissa. Sahlbergin ja Leppilammen (1994, 51 - 52) mukaan lukuisissa tutkimuksissa on todettu, että puhuminen vaikuttaa positiivisesti oppimisen laatuun ja määrään (ks. Sharan & Sharan 1992, 23; Sharan & Shachar 1988, 12 - 14). Selittämisen avulla oppilas testaa oman ymmärtämisensä laatua ja käsitystensä oikeellisuutta (v50, v51). Toisaalta erilaisten näkökulmien tarkastelu ja vertailu voi edesauttaa uskomusten ja käsitteiden uudelleen muokkausta (Kumpulainen 2002, 254). Keskustelun aikana omat subjektiiviset käsitykset muotoutuvat vähitellen objektiivisemmiksi ja samalla käsite löytää paikkansa oppilaan tietorakenteessa. Puhuminen on konkreetti keino rakentaa objektiivista ymmärtämistä. Mielekkään oppimisen (ks. alaviite luku 2.1) perusidea on opittavien asioiden liittäminen aikaisempiin tietoihin ja taitoihin. Keskustelu pienissä ryhmissä toisten oppilaiden kanssa on oiva keino edesauttaa mielekäästä oppimista. Tavoitteiden sisäistäminen ja ymmärtäminen tapahtuu parhaiten puhumisen avulla.

Puhuminen oppilaiden keskinäisenä vuorovaikutuksena muodostaa yhden oppimisen tärkeistä prosesseista. Tässä yhteydessä Sahlberg ja Leppilampi (1994) näkevät oppilaiden puhumisella kolme peruseritystä. Aktiivisuuden lisääntyminen näkyy sekä oppilaan sisäisenä aktiivisuutena että ryhmän sosiaalisen toiminnan rikastumisena. Konfliktteja (v9) muodostuu erilaisten ennakkokäsitysten ja arvojen johdosta, mikä luo tilanteen tarkastella opittavia asioita uudella tavalla ja etsiä tilanteeseen sopivia ratkaisuja. Kolmanneksi puhuminen ja

keskusteleminen ovat välineitä muuttaa käsitteellistä tietoa (käsitteitä) oppijan kannalta subjektiivisista käsityksistä objektiivisiksi.

Myös Haapasalo (2004a, 97 - 99) korostaa puheviestinnän<sup>10</sup> merkitystä ryhmän toiminnan ja tiedon konstruointiprosessien näkökulmasta. Hän tarkastelee tutkijoiden ja tutkijatiimien välistä refleктоivaa viestintää Piercen totuusteorian näkökulmasta (ks. luku 2.6; luku 3.4). Lehtisen (1997, 18) mielestä tyypillisimmillään suurten tieteellisten ideoiden kehittäminen on perustunut vilkkaaseen sosiaaliseen vuorovaikutukseen. Läpimurrot ovat perustuneet tiedeyhteisössä käytyyn keskusteluun, joka on johtanut abstraktien tieteellisten ideoiden kehittelyyn sekä myöhemmin niiden loogiseen ja empiiriseen koetteluun.

## 2.6 Sosiokonstruktivistinen opiskelu ristiriitojen kautta

On luultavasti väistämätöntä, että yhteistyö tuo mukanaan ristiriitoja<sup>11</sup>. Kun erilaiset yksilöt ja ryhmät toimivat yhdessä, heidän keskinäinen riippuvuutensa luo pohjan ristiriidoille. Johnsonin ja Johnsonin (2002b, 119) mukaan yhteistoiminnalliseen hankkeeseen osallistujat ovat usein eri mieltä ja väittelevät keskenään (*v50, v51*). Mitä enemmän osallistujat välittävät yhteisistä tavoitteistaan ja mitä enemmän he välittävät toisistaan, sitä useammin he ovat eri mieltä ja sitä kiivaampia heidän väittelynsä voivat olla. Jos yhteistyöstä ei synny ristiriitoja, tämä voi olla merkki tehtävää tai toisia jäseniä kohtaan tunnetusta välinpitämättömyydestä.

<sup>10</sup> Halusin tutkimukseeni mukaan puheviestinnän asiantuntijan, jotta voin tutkia, millaisia reflektiivisiä prosesseja puheviestinnän lisääminen tuottaa, mitä se vaatii ryhmältä ja asiantuntijalta, sekä miten se kehittää ja rikastuttaa ryhmien sisäistä kommunikaatiota.

<sup>11</sup> Sahlberg ja Leppilampi (1994, 133) määrittelevät ristiriidan tilanteeksi, jossa henkilön näkemykset, tiedot, mielipiteet tai hänen tekemät johtopäätöksensä eivät ole sopusoinnussa jonkun muun vastaavien kanssa. Ristiriita pyritään selvittämään yleensä kielellisen viestinnän eli väittelyn avulla. Ristiriita tarkoittaa nimenomaan konfliktia henkilöiden ajatusten kesken kognitiivisella tasolla, ei itse henkilöiden kesken. Ristiriita, konflikti tai ongelma voi liittyä ihmisten väliseen vuorovaikutukseen, jolloin puhutaan sosiaalisesta ristiriidasta.

Yhteistoiminnassa tapahtuvaa oppimista voidaan lähestyä ja selittää useammasta oppimisteoreettisesta näkökulmasta (esim. Kumpulainen 2002, 253 - 254). Näkemys oppimisesta sosiaalisena prosessina on keskeisesti esillä Piaget'n<sup>12</sup> konstruktivistisessä traditiossa. Se painottaa sosio-kognitiivisten konfliktien<sup>13</sup> merkitystä kognitiivisen kehittymisen lähteenä. Sosiaalisessa vuorovaikutuksessa yksilö kokee ristiriidan oman käsityksensä ja muiden esittämien näkemysten välillä (v8, v9). Hänen kognitiivinen struktuurinsa yrittää löytää tulkintaan sopivan mentaalimallin. Ellei tällaista löydy, syntyy *loogis-kognitiivinen ristiriita*<sup>14</sup> (v9), joka tarkoittaa joitakin seuraavista (Haapasalo 2004a, 103):

- ristiriita käytettävissä olevien strategioiden ja ongelman vaatimusten välillä
- erilaisten (esimerkiksi kilpailevien) skeemojen valinnasta aiheutuva ristiriita
- ristiriita ongelman ratkaisun ja sen epäkäytännöllisyyden välillä
- ristiriita ratkaisun ja sen perustelun puuttumisen takia.

Tämä ristiriita on jotenkin ratkaistava, joten ongelmanratkaisuprosessin seurauksena oletetaan osallistujien kognitiivisten rakenteiden muuttuvan (Lehtinen 1997, 18 – 19; ks. Haapasalo 2004a, 102 - 104; Piaget 1973, 36 - 42; Piaget & Inhelder 1977, 15, 21, 72, 94 - 95; Galperin 1979, 91, 116; Saari 2000, 12; Tynjälän 1999, 154; Kumpulainen 2002, 254). Oppiminen selittyy konfliktin ratkaisussa suoritetun syvällisen pohdinnan tuloksena. Kognitiivinen konflikti syntyy otollisesti vertaisryhmässä<sup>15</sup>, jolloin osallistujilla on mahdollisuus vaihtaa näkemyksiään tasa-arvoisessa ilmapiirissä (esim. Muhonen 2002).

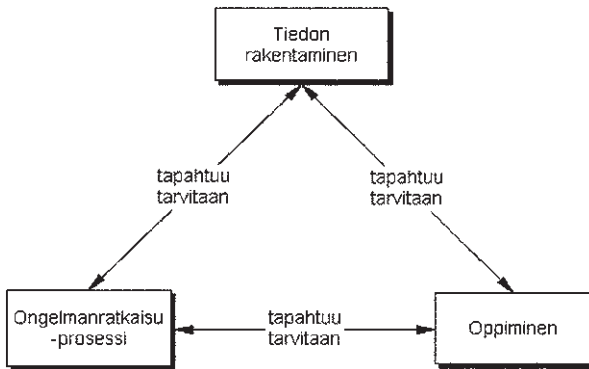
<sup>12</sup> Piaget oletti, että keskeinen mekanismi oppimisessa on kognitiiviseen tasapainotilaan pyrkiminen, kognitiivisten konfliktien ratkaiseminen (Tynjälä 1999, 154).

<sup>13</sup> Sosiokognitiivisen konfliktin käsite korostaa sosiaalisen vuorovaikutuksen merkitystä kognitiivisen konfliktin aikaansaamisessa (Tynjälä 1999, 154).

<sup>14</sup> Joskus puhutaan myös käsitteellisestä tai tiedollisesta ristiriidasta (conceptual conflict), jolla tarkoitetaan sitä, että henkilön käsittelemä tieto ja hänen aikaisemmat tietonsa eivät ole sopusoinnussa. Tämä tarkoittaa samaa kuin loogis-kognitiivinen ristiriita. Jotta ristiriita koettaisiin häiritseväksi, ristiriitaiset arviot on nähtävä yleisemmän käsitteen erikoistapauksina, mikä ei ole mahdollista järjestelmän ulkopuolelta (Vygotsky 1982, 203).

<sup>15</sup> Vertaisryhmä voidaan määritellä ryhmäksi, joka koostuu tiedollisilta ja sosiaalisilta taidoiltaan suhteellisen samankaltaisista jäsenistä (Kumpulainen 2002, 255).

Loogis-kognitiivisen ristiriidan syntyminen on ongelmaakeskeisyyskäsitteen perusta. Tästä syystä käsitteitä konstruktivistinen oppiminen ja ongelmaakeskeinen oppiminen voidaan Haapasalon (2004a, 103) mukaan tarkastella tietyllä tavalla toistensa synonyymeinä. Loogis-kognitiivisen ristiriidan poistamiseksi tarvitaan – ja usein tapahtuukin – jokin kehitys tai muutos yksilön tiedollisessa rakenteessa. Aikaisemmat rakenteet ja skeemat eivät välttämättä häviä, vaan niistä muodostuu koordinoitumpia ja kehittyneempiä struktuureja. Tällöin tietotaitosysteemi saavuttaa tavoitteita, joihin ei olisi ollut mahdollista päästä erillisten skeemojen ja rakenteiden avulla. Juuri tämä on *ongelmaakeskeisen konstruktio prosessin ydin*. Oppiminen on itse asiassa tietoisuuden konstruoitumista toimintojen sisäistyessä. Tällöin tieto on dynaaminen, alati muuttuva prosessi, jossa tulkitaan ulkoista todellisuutta. Edellisten perusteella muodostuu eräänlainen kolmio, jonka kärkipisteet ovat tiedon rakentaminen, oppiminen ja ongelmanratkaisuprosessi (kuvio 1).

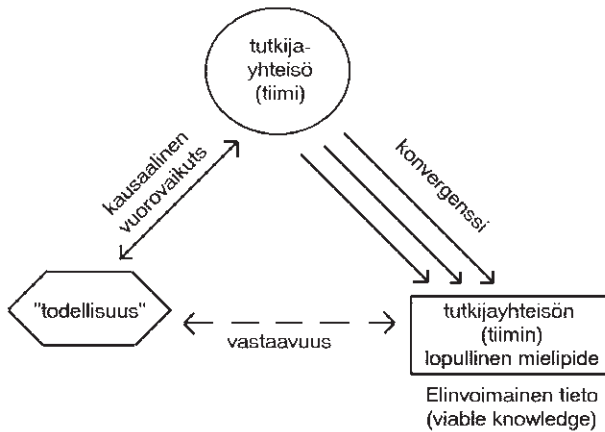


**Kuvio 1.** Tiedon rakentamisen, ongelmanratkaisuprosessin ja oppimisen muodostama kolmio (vrt. Hakkarainen ym. 1999, 200; Eskelinen 2000, 56).

Tiedon rakentaminen tapahtuu (tarvitaan) ongelmanratkaisuprosesseissa, joiden aikana tapahtuu (tarvitaan) oppimista. Oppimisessa tapahtuu (tarvitaan) tiedon rakentamista. Tiedon rakentamiseen tarvitaan (tapahtuu) oppimista ja oppimisessa tarvitaan (tapahtuu) ongelmanratkaisuprosesseja. Ongelmanratkaisuprosesseja tarvitaan (tapahtuu) tiedon rakentamisessa.



Ihminen on kokonaisuus, jossa voidaan erottaa ajattelu, tunteet ja toiminta. Åhlbergin (2002, 301 - 302) mielestä yksi korkealaatuisen oppimisen aspekti on se, että oppijan ajattelu, tunteet ja toiminta eheytyvät, mikä johtaa hänen voimiensa lisääntymiseen. Tämä puolestaan merkitsee lisääntynyttä kykyä ratkaista omia ja yhteisön ongelmia<sup>16</sup>. Ongelmakeskeisyyden loogis-kognitiivisena perustana olevat ristiriidat saavat sosiokonstruktivistisen kehityksensä Piercen totuusteoriassa (kuvio 2). Se osoittaa, ettei tutkimus ole pelkkää yhteisön jäsenten välistä kommunikointia, vaan kausaalista vuorovaikutusta tutkittavan ilmiön kanssa. Haapasalon (2004a, 50) mielestä kuvio 2 sopiikin sekä tieteen tekemisen että kollaboratiivisen opiskelun lähtökohdaksi ja on tässä yhteydessä koko empirisen tutkimukseni peruskivi. Kuvion ”tiimi” tarkoittaa siis tutkimuksessa olevia opiskelijaryhmiä, ”todellisuus” tehtävää (liite 5) ja ”lopullinen mielipide” arvosteltua hypermediapohjaista opetusohjelmaa.



**Kuvio 2.** Piercen totuusteoria (Haapasalo 2004a, 50).

<sup>16</sup> Jotta tietty tilanne olisi määrättyllä hetkellä tietyllä henkilölle ongelma, sen on aiheutettava tässä yksilössä juuri sillä hetkellä tietoista, päämäärähakuista (ajattelu) toimintaa, joka tähtää tavoiteltavaan tulokseen ilman välittömästi havaittavia keinoja. (Haapasalo 2004a, 17)

Kun ymmärrämme heuristiset prosessit ajattelua liikkeelle panevina ja ylläpitävinä prosesseina, ongelma on tilanne, joka aikaansaa heuristisia prosesseja ja kääntäen (Haapasalo 2004a, 26).

Oppiminen on parhaimmillaan tutkimusprosessi, joka synnyttää sekä uutta ymmärrystä että uutta tietoa. Hakkaraisen, Longan ja Lipposen (1999, 201) mielestä tätä voidaan auttaa organisoimalla oppimisyhteisön toiminta sellaiseksi, että jäljitellään tieteellisille tutkimusryhmille tyypillisiä tiedonrakentelemisen käytäntöjä: ajatusten ulkoista esittämistä, sosiaalista vuorovaikutusta ja älyllisen toiminnan työnjakoa.

Nykyisessä tieteenfilosofassa korostetaan voimakkaasti ongelmien ja kysymysten roolia tieteellisessä tutkimusprosessissa. Hakkaraisen, Longan ja Lipposen (1999, 208) mielestä ongelmien analysointi antaa (meille) paremman kuvan tieteellisen tutkimuksen dynaamisesta kehityksestä kuin tieteellisten teorioiden analysoiminen. Tästä näkökulmasta tieteellinen tutkimus ja yleensäkin keksimisprosessi ovat ennen kaikkea ongelmanratkaisuprosesseja. Tieteelliset teoriat voidaan ymmärtää ongelmien ratkaisuina, eikä niitä voi omaksua, jos ei ymmärrä niiden pohjana olevia ongelmia. Hyvät tieteelliset teoriat tarjoavat hyväksyttävissä olevia ratkaisuja merkityksellisiin ongelmiin. Tieteellinen edistys perustuu sellaisten teorioiden valintaan, joiden avulla ongelmia voidaan ratkaista tehokkaimmin.

Vygotskyn<sup>17</sup> (1982, 61 - 62) mielestä ainoastaan ajatuksen törmäminen vieraaseen ajatukseen herättää meissä epäilyksen ja perustelun tarpeen. Todentamistarve saa alkunsa sosiaalisesta tarpeesta omaksua toisten ihmisten ajattelua, kommunikoida heille omat ajatuksemme, saada heidät vakuuttumaan niistä. Sosiokulttuurisesta<sup>18</sup> näkökulmasta katsottuna keskusteluprosessissa ei vain välitetä tietoa, jota (ainakin joillakin) keskusteluun osallistuvilla jo on, vaan myös luodaan kokonaan uutta tietoa ja uusia merkityksiä sosiaalisella tasolla. (Lehtinen 1997, 19).

<sup>17</sup> Historiallisena yksityiskohtana L. S. Vygotsky kehitti näkemyksiään 1920- ja 30-lukujen Neuvostoliitossa. Hän toimi olosuhteissa, jossa tutkijan oli vaikea vapaasti kehittää näkemyksiään ihmisen oppimisesta ja kehityksestä. Yhteiskuntaa hallitsi materialistinen ja marxistinen maailmankuva, jonka valta-asemaa pidettiin yllä raaoilla poliittisilla puhdistuksilla ja uskonnon vainolla. Niinpä kaikki vallitsevaa ajatustapaa vastustavat näkemykset oli ilmaista varovaisesti ja hienovaraisesti. Vygotskyn tekstit ovat suggestiivisia ja monimerkityksisiä. Tuohon aikaan Neuvostoliitossa virallisesti hyväksytty näkemys oppimisesta oli yksi behaviorismin muunnelma, jota kutsuttiin refleksiologiaksi. Vygotsky kehitti näkemyksensä kritiikkinä sekä behaviorismia että oppimisen teorian rationaalisia suuntauksia vastaan, joita nykyajattelussa edustaa esimerkiksi kognitivismi. Hänen mukaansa oppimista ei voi nähdä irrallaan kulttuurihistoriallisesta taustastaan. (Puolimatka 2002a, 91)

<sup>18</sup> Suuntauksen isänä voidaan pitää Vygotskya. Muita keskeisiä teoreetikoita ovat esimerkiksi toiminnan teoriaa edustavat A. N. Leontjev ja Y. Engeström, kulttuuripsykologiaa edustavat J. Bruner ja M. Cole sekä ns. tilannesidonnaisen oppimisen teoreetikot, kuten J. Lave ja E. Wegner sekä L. B. Resnick. (Tynjälä 1999, 44)

Oppimista edistävän konfliktitilanteen rakentumisen ehtona on, että oppilaat tiedostavat konfliktitilanteen ja sitoutuvat sen ratkaisemiseen (Kumpulainen 2002, 254). Ristiriitoja voidaan rakentavasti käsitellä vain yhteistoiminnallisessa ympäristössä. Johnson ja Johnson (2002b, 119) muistuttavat, että mikäli osallistujat kilpailevat keskenään, he pyrkivät voittamaan vastustajansa pikemminkin kuin ratkaisemaan ristiriidan rakentavalla tavalla. Vasta kun osallistujat ovat selkiyttäneet yhteiset tavoitteensa ja pitkän aikavälin suhteensa, he voivat hakea rakentavaa ratkaisua ristiriitoihin. Niinpä jos ristiriidat on tarkoitus selvittää kunnolla, on luotava yhteistyön ilmapiiri, ja pitkän aikavälin työskentelysuhdetta on pidettävä tärkeämpänä kuin käsillä olevaa ongelmaa. Johnsonin ja Johnsonin (2002b, 120) mukaan monet ihmiset tuntevat olonsa hyvin epämukaviksi ristiriitatilanteissa. Monissa kouluissa ja luokissa ristiriitoja peitellään ja vältellään siinä uskossa, että ristiriitojen puuttuminen on hyvä asia. Ristiriitoja välttelevät kasvattajat ovat unohtaneet sen, mitä Deweykin yritti selittää:

*Ristiriita on ajattelun pistiäinen. Se saa meidät havainnoimaan ja muistamaan. Se saa meidät keksimään. Se ravistaa meidät lammasmaisesta passiivisuudesta ja panee meidät huomaamaan ja kehittelemään asioita - ristiriita on pohdinnan ja kekseliäisyyden ehdoton edellytys. (Johnson & Johnson 2002b, 120)*

Yhteistoiminnallisuuden tärkein merkitys on opiskelijan tiedonmuodostuksen vahvistamisessa ja tiedollisten ristiriitojen synnyttämisessä (v8, v9) hänen ollessaan vuorovaikutuksessa toisten samassa tilanteessa olevien kanssa. Leppilammen ja Piekkarin (1999, 8) mielestä ongelmatilanteet luovat uutta tietoa ja tietämystä (v6, v7). Voisikin sanoa, että kouluttajan tärkeimpiä tehtäviä on *aikaansaada ristiriita oppijassa* (v8, v13). Ristiriita käynnistää pohtimisen, ihmettelyn ja keskustelun toisten kanssa (Sahlberg & Leppilampi 1994, 92). Sosiaalinen vuorovaikutus voi usein auttaa opiskelijaa tunnistamaan *epäpäteviä ja ristiriitaisia merkityksiä* (v8). Kuitenkin opiskelijan motivaatio havaita ja työstää näitä ristiriitaisuuksia vaihtelee (Pietilä 2002, 9; Kumpulainen 2002, 254). Ristiriidan positiivisten puolien löytämiseen kouluyhteisöllä on vielä matkaa. Esimerkiksi Huusko (1999, iv) toteaa, että opettajakunta ylläpitää tyytyväisyyden ja yhteisöllisyyden tunnetta ennaltaehkäisemällä ja torjumalla mahdolliset ristiriitatilanteet. Käytännössä ennaltaehkäisy tarkoittaa yksittäisen opettajan kohdalla oman mielipiteen julkittuomisen välttelyä - itsesensuuria.

## 2.7 Hypermedia oppimisen välineenä

### 2.7.1 Tietokoneiden pedagoginen käyttö

Tietokoneiden opetuskäytöstä on käyty vilkasta keskustelua noin 20 vuotta. Nykyisin ollaan yleisesti sitä mieltä, että tietokoneiden on toimittava oppimisen apuna ja oppijoiden ajattelun, vuorovaikutuksen ja toiminnan virittäjinä, ei tiedon siirtäjinä (*v12, v16*) tai opettajina (*v14*) sinänsä (vrt. esim. Nurmi ja Jaakkola 2002, 118). Tietokoneiden on siis tuettava mielekästä<sup>19</sup> oppimista ja saatava oppijat ajattelemaan (*v13*): ”learning with technology, not from it!” Tietokoneet voivat tällöin toimia oppimisympäristössä muun muassa seuraavissa rooleissa (vrt. Koivisto ym. 1999, 42):

- Monimuotoisina informaatioresursseina
  - Apuvälineinä osaamisen konstruoinnissa; esimerkiksi oppijat WWW- sivujen tai multimedian tekijöinä tai tiedonrakentelu verkkoympäristöissä
  - Autenttisten ympäristöjen rakentajina
  - Sosiaalisen vuorovaikutuksen innoittajina ja fokusioijina; keino yhteisen viitekehyksen luomiseen yhteistyön ja vuorovaikutuksen tueksi
  - Oppijan älyllisinä partnereina (cognitive tools); oppijan ajattelu ja reflektoinnin innoittaminen ja tukeminen.
- Usein nämä teknologian erilaiset roolit yhdistyvät *oppimisympäristön* (ks. Nevgi & Tirri 2003, 15 - 19) kokonaisuudessa.

<sup>19</sup> Nurmi & Jaakkola (2002, 116) viittaavat Jonassenin mielekkään oppimisen malliin (ks. Jonassen 2000, 11 - 12; vrt. Nevgi & Tirri 2003, 32 - 34), jonka mukaan oppimisessa voidaan ihannetapauksessa erottaa viisi toisistaan riippuvaa osa-aluetta: aktiivisuus, konstruktiiivisuus, yhteistoiminnallisuus, tavoitteellisuus ja autenttisuus. Mallissa oppiminen nähdään aktiivisena ja tavoitteellisena prosessina, jossa oppijat muodostavat merkityksiä ja tietoja vuorovaikutuksessa toisten, ympäristön ja kulttuuristen artefaktien kanssa. Tavoitteena on, että oppimisen lähtökohtana toimisivat mahdollisimman aidot, oppijoita kiinnostavat ongelmat, joita ratkottaisiin yhdessä mahdollisimman aidoilta tuntuviissa tilanteissa oikeita välineitä ja menettelytapoja käyttäen. Oppimisessa korostuu täten oppijan omakohtainen kognitiivinen prosessointi, yhteisöllinen jaetun ymmärryksen rakentaminen sekä aidon toimintakontekstin omaksuminen. Eräs olennainen osa mielekästä oppimista on korkeatasoinen ajattelu (higher order thinking), jossa yhdistyvät opittavalle aiheisällölle tyypillinen (sisältöspesifinen), luova ja kriittinen ajattelu.

Koulu toimii esimerkiksi Koiviston ym. (1999, 42) mielestä hyvin selkeiden opetus sisältöjen välittämisessä. Nykyisin kuitenkin katsotaan, että ”valmiin tiedon” omaksuminen ei enää riitä. Oppijoiden tulevaisuudessa tarvitsemat valmiudet eivät liity rutiininomaiseen ongelmanratkaisuun, vaan pikemminkin monimutkaisten, huonosti määriteltyjen ongelmien ratkaisemiseen - ei pelkästään yksin vaan myös yhteistyössä muiden kanssa toimien. Tietotekniikkaa voidaan hyödyntää myös käytettäessä todellisia monimutkaisia ongelmia opetuksen sisältönä. Tällöin käytetään työmenetelminä muun muassa ongelmanratkaisua, tutkivaa oppimista, projektityöskentelyä ja yhteisöllistä oppimista.

## 2.7.2 Välineorientoituneesta näkökulmasta luopuminen

Tietotekniikan opetus käyttöä voidaan lähestyä teknisestä *välineorientoituneesta* näkökulmasta tai laajemmasta *teknologiaa lasten oppimiseen integroivasta* näkökulmasta. Siekkisen (2003a) mukaan välineorientoituneessa lähestymistavassa tietotekniikan käytössä painottuvat käytännön toimintataidot, kuten erilaisten ohjelmien käyttötapojen ja tekniikoiden oppiminen ja soveltaminen. Niin ikään oppimisen kohteena voi olla itse tietokone, tietokoneeseen liittyvät välineet ja ohjelmat, ts. lapsia harjaannutetaan suoriutumaan ja hallitsemaan mekaaniset erityistaidot. Tästä näkökulmasta katsottuna huolenaiheena on se, että välineet ja tekniikka sinällään tulevat ensisijaisiksi oppimisen kohteiksi. Toinen huolenaihe on se, että lapsia suunnataan toimimaan ns. *eksperimentaalisen motivaation* mukaisesti, jossa lapsi toimii ilman syvällisempää ajattelua.

Teknologiaa integroivassa näkökulmassa pyritään laajempaan opetukselliseen ja kasvatukselliseen arvoon, jossa lasten kognition kehittäminen erilaisten tiedonalojen, kuten luonto- ja ympäristötiedon, matematiikan sekä äidinkielen suunnassa on olennaisempaa ja opetuksellisesti suuremmissa arvossa. Tiedonalojen oman käsitteellisen ajattelun lisäksi näkökulmassa painottuu myös yleisesti lasten ongelmanratkaisu-, kommunikaatio- ja ryhmätyötaitot integroituneena lasten kehitystasoon soveltuvissa toimintatavoissa. Välineeseen painottumisen sijasta opetuksessa ja oppimisessa tulee korostaa enemmän ns. *reflektiivistä motivaatiota*, jossa kehitetään lapsen omaa luovaa ongelmanratkaisukykyä. Tällöin omien tutkimistehtävien ja oppimishaas-

teiden asettaminen, niihin liittyvien tietojen koonti, soveltaminen ja soveltuvuuden arvioiminen ovat keskeisimmässä asemassa. Oppimisen mekaaniset ja muut erityistaidot, kuten esimerkiksi tietokoneen osat, hiiren käyttö, jne., opitaan hallitsemaan oppimisprojektien yhteydessä toiminnallisina taitoina sen sijaan, että ko. erityiset taidot olisivat ensisijaisia oppimisen kohteita.

Aktiivisen oppimisen näkökulmasta tietokoneet ovat ympäristöjä, joissa 'learning by doing' tarkoittaa fyysisten aktiviteettien lisäksi lapsen sisäisiä prosesseja kuten muutoksien havainnointia, vertailuja, tiedon jäsentämistä sekä kykyä ajatella symbolisesti, ts. lapsen oman tiedon luomista ja käyttöä. Tästä näkökulmasta katsottuna tietokoneet voivat toimia opetuksen välineinä muun muassa tutkittaessa erilaisen ekologisten ympäristöjen prosesseja (esim. Kidware Millennium Akvaario -ohjelma, ks. Siekkinen 2003b, 62). Siekkisen esittämä *teknologiaa lasten oppimiseen integroiva* näkökulma antaa oivallisen pohjan vielä avoimmemmalle mallille käyttää teknologiaa aktiivisesti opiskelun välineenä. Erityisesti hypermedialla on mitä moninaisimpia käyttömahdollisuuksia (vrt. esim. Koivisto ym. 1999, 44; Meisalo ym. 2000; Tella ym. 2001).

### 2.7.3 Hypermedia ongelmanratkaisun välineenä

Erilaiset hypermedia-, simulaatio-, virtuaalitodellisuus- ja avoimet oppimisympäristöt ovat hyödyllisiä oppijalle konstruktivismin näkökulmasta, koska ne sallivat informaation tutkimisen. Alessin ja Trollipin (2001, 35 - 36) mielestä oppimisen kannalta tärkeäksi tulevat sellaiset tietokoneohjelmat, joiden avulla oppija voi suunnitella (design) ja rakentaa omaa tietoaan. Lähestyn ensiksi hypermedian käyttöä aktiivisen oppimisen ja hypertekstin teorian näkökulmasta. Tämän jälkeen siirryn konstruktivistisempaan hypermedian käyttöön, jota edustaa opiskeleminen luomalla hypermediaa. Tieto- ja oppimiskäsityksen näkökulmasta tämän luvun alkuosan tarkastelu keskittyy taulukon 1 terminologialla ilmaistuna lähinnä ko. taulukon alimmalle riville.

**Taulukko 1.** Hyperteksti oppimisen näkökulmasta (Kämäräinen & Haapasalo 1999, 104).

Luonnehdinta	Käyttäjän ja laatijan näkökulma	Tietokäsitys	Oppimiskäsitys
Elektroninen sivunkääntäjä	Materiaalin saanti	Objektivistinen	Behavioristinen
Lisäominaisuuksin rikastettu hyperdokumentti	Joustava haku, kysymykset, ongelmanratkaisu	Objektivistinen	Behavioristinen Kognitiivinen
Oman hypertekstin laatimismahdollisuudet	Hyperdokumentin laatimisen työvälineet	Konstruktivistinen	Kognitiivinen

*Kompleksinen ongelmanratkaisu* liittyy tavallisesti semanttisesti rikkaisiin tilanteisiin. Niistä suoriutuminen edellyttää henkilöltä monimutkaisen, käsitteellisen ja relationalisen asianomaisen tietoalueen tietämyksen soveltamista. Enkenbergin ym. (1995, 3) mielestä tulos riippuu paljolti henkilöiden taidoista konstruoida semanttisesti mielekkäitä edustuksia (representaatioita) tilanteesta. Semanttisesti rikkaisiin tilanteisiin yhdistyvät monimutkaiset kielelliset ja symboliset representaatiot sekä välttämättömyys nähdä niissä säännönmukaisuutta. Monimutkaisen ongelmatilanteen ratkaiseminen tai siitä selviytyminen edellyttää henkilöltä taitoa hahmottaa tilanteen perusstruktuuri. Usein ratkaisun kehittämisen perusedellytyksenä on, että henkilö kykenee tarkastelemaan kohdetta monen eri oppiaineen/tietoalueen perspektiivistä. Heidän mielestään monimutkaiselle ongelmanratkaisuprosessille on tyypillistä muun muassa seuraavat piirteet:

- Ongelmatilanne ei näy läpi ts. sitä voidaan tarkastella havainnoin vain muutaman muuttujan pohjalta.
- Ratkaisuprosessille on tyypillistä monien keskenään ristiriidassa olevien päämäärien muodostuminen.
- Tilanteen kompleksisuus johtaa vaikeuksiin kontrolloida muuttujia ja ratkaisuprosessia.
- Muuttujien keskinäisten riippuvuussuhteiden monimutkaisuudesta seuraa vaikeus nähdä etukäteen valittujen ratkaisupolkujen seurauksia.

Hypermediaohjelman tuottamisprosessi on kompleksinen tehtävä (Liu 2003, 25; Häkkinen 1996, 37 - 39). Yhteistoiminnallisesti opiskeltavan tehtävän yksi tärkeä ominaisuus onkin juuri se, että tehtävä on niin vaativa, että sen suorittamiseksi tarvitaan useamman oppilaan yhteistyötä. Kohosen (2002, 353) näkemyksenä tällöin voidaan paremmin hyödyntää toimivaan ryhädynamiikkaan liittyvää yhteistyön synergistä mahdollisuutta. Esimerkkejä ratkaisultaan avoimista tehtävistä ovat sellaiset oppimisprojektit, joissa dialektisiin ongelmiin (Haapasalo 2004a, 41) ei ole olemassa yhtä ainoaa ratkaisua, vaan useita eri tavoin suoritettuja ja erilaisia painotuksia sisältäviä tuotoksia. Hypermediapohjaisen opetusohjelman rakentaminen soveltuu hyvin edellä esitettyihin näkökulmiin (vrt. Häkkinen 1996, 48). Avoimen ja moniulotteisen tehtävän on myös raportoitu tiivistävän pienryhmän jäsenten halukkuutta yhteistyöhön, koska oppimistilanne nostaa jokaisen osallistujan asiantuntemuksen keskeiselle sijalle. Tällä on huomattu olevan merkitystä myös oppilaiden sosiaalisten suhteiden positiiviselle kehitykselle (Kumpulainen 2002, 259). Kollaboraatio ja ryhmän vuorovaikutus hypermedian design-prosessissa tarjoaa konkreetin ja mielekkään kontekstin kognitiivisten taitojen kehittymiselle sosiaalisen neuvottelun kautta (Liu 2003, 26).

Hypermedian sovelluskehittimet antavat nuorille suunnittelijoille (designers) mahdollisuuden luoda omia multimediaesityksiä ja interaktiivisia kokemuksia (vrt. taulukko 1). Sovelluskehittimien avulla lasten mahdollisuudet eivät rajoitu valmiisiin, toisten suunnittelemiin multimediaohjelmiin, joita esimerkiksi aikaisemmin mainitsemani Kidware Millennium edustaa. Druin ja Solomon (1996, 120 - 145) sovelsivat Learning by Design -toimintamallia (esim. Lehrer 1994) toisen luokan oppilaiden (second grade students) oppimiseen. Aluksi oppilaat tutkivat paikallisia eläimiä lukemalla lehtiä, tutkimalla kirjoja sekä katselemalla ympärilleen. Tämän jälkeen kukin oppilasryhmä valitsi yhden eläimen, johon he tutustuivat kirjoittamalla siitä tutkimusraportin. Seuraavaksi luokka keskusteli siitä kuinka he opettaisivat toisille oppilaille hankkimansa tiedot (informaation) tutkituista eläimistä. Tämän keskustelun tuloksena jokainen ryhmä rakensi keräämänsä informaation avulla multimediaesityksen. Seuraavan yli kolmen viikon ajan, kolmesta neljään tuntia viikossa, oppilaat ja opettaja työskentelivät yhdessä muokaten keräämänsä informaatiota HyperStudio-sovelluskehittimen avulla. He suunnittelivat näyttöjä, lisäsivät interaktiivisia painikkeita, liittivät ääniä ja kuvailevia tekstejä. Näin toisen luokan oppilaat rakensivat multimediasiapjektin, joka kertoi heidän tutkimuksensa



kohteena olevasta eläimestä. Lopuksi he esittelivät valmiit projektit vanhemmille koulun avointen ovien päivänä.

Edellä mainitun käytännön työskentelyn kautta lapsen suhde informaatioon muuttui. Informaatiosta tuli jotain, jota opittiin ja käytettiin jotain tarvetta (syytä) varten eikä vain kokeen takia. Samalla tietokoneesta tuli työkalu tai esittävä media, jonka avulla lapset voivat tutkia omia käsityksiään ja tutkimuskohdetta valitsemansa reitin kautta. Valitettavan usein multimedian tekovälineestä tulee kuitenkin koulu- luokassa oppimisen kohde<sup>20</sup>, eikä väline, jonka avulla luodaan ja opitaan uusia asioita. Jo opettajankoulutuksessa pitäisikin määrätietoisesti pyrkiä toteuttamaan teknologiaa oppimiseen integroivaa näkökulmaa. Näin on mahdollista kouluttaa opettajia, joille on luonnollista käyttää hypermedian tekovälineitä oppimisen apuvälineinä.

Tämän tutkimuksen osalta HyperStudio-sovelluskehitin (*v30*) on tärkeä, sillä opiskelijoiden työskentelyprosessi rakentuu sen ympärille. Se on oppimisen ja yhteisen tiedonrakentelun kannalta hyvin perusteltu ympäristö (vrt. taulukko 1), sillä esimerkiksi Koiviston ym. (1999, 40) mielestä hypermediasovelluksia käyttämällä ei opi yhtä tehokkaasti kuin niitä tekemällä. Jonassenin (2000) mielestä ne, jotka oppivat eniten oppimateriaaleista ovat niiden kehittäjät, eivät käyttäjät. Meisalon ym. (2000, 117) mukaan digitaalinen oppimateriaali lienee omimmillaan oppimisen edistäjänä silloin, kun opiskelija rakentaa sillä itse esitystä työstämästään asiasisällöstä. Druinin ja Solomonin (1996) näkemyksenä ohjelman suunnittelija (tekijä, designer) oppii paljon vaikkapa purjehduksesta tai tieteellisestä merkkijärjestelmästä rakentamalla aiheesta CD-ROM -ohjelman. Häkkisen (1996, 48) mielestä ohjelman designer oppii sovelluksen sisällön.

Tutkimusten mukaan (Liu 2003, 32) hypermedian design-prosessi tukee oppilaiden kognitiivisten taitojen (suunnittelu, informaation etsiminen, ideoiden yhdistely) kehittymistä ja kollaboraatiota. Myös prosessin vaikutuksesta oppilaiden luovaan ajatteluun on positiivisia tutkimustuloksia (Liu 2003, 34).

<sup>20</sup> Nevgt & Tirri (2003) katsovat, että teknologia toimii opiskeluprosessin tukena tarjoten oppijalle mahdollisuuden käyttää sitä opiskelun ja oppimisen välineenä. Oppimista edistää teknologian käyttö opiskelussa, mutta teknologian tulee olla vain tukena, ei oppimisen kohteena ja huomion viejänä. Tietotekniikka tarjoaa opiskelijalle kognitiivisia oppimisen työkaluja, joita Jonassen (2000, 3) nimittää mielen työkaluiksi (mindtools).

## 2.8 Oppiminen design-tapahtumana

Tutkimukseni aihepiiriin teoreettinen tarkastelu pohjautuu Lehrerin ja hänen kollegojensa tekemälle työlle (Lehrer 1993; Lehrer ym. 1994; Liu 2003). Ferretti ja Okolo (1996) ovat tarkastelleen prosessia yhteis-toiminnallisen oppimisen viitekehyksessä. Suomessa suunnittelemlalla oppimista ovat tarkastelleet muun muassa Enkenberg (2000), Pulkkinen ym. (2000) ja Eskelinen (2003; 2004). Lehrer ym. (1994, 228 - 231) näkevät hypermedian design-prosessin käsitteenä, johon sisältyvät kognitiiviset prosessit voidaan luokitella neljään eri kategoriaan: suunnitteluun, muuntamiseen, arviointiin ja korjaamiseen. Liu (2003, 28) on kehittänyt Lehrerin teoriaa suhteessa hypermedian rakentamisen ammattimaisiin käytänteisiin. Hänen design-malliinsa sisältyy seuraavat vaiheet: suunnittelu, design, tuottaminen sekä arviointi ja korjaaminen. Lehrerin (1993; 1994) tutkimuksiin osallistui kahdeksas- ja yhdeksäsluokkalaisia oppilaita. Liu (2003) raportoi tutkimuksista, joihin osallistui alakoulun, yläkoulun sekä lukion oppilaita. Lehrerin (1994) raportin mukaan design-prosessi auttoi oppilaita sisäistämään monia design-taitoja. Prosessi lisäsi älyllisiä saavutuksia ja sitoutuneisuutta, mielenkiintoa, suunnittelua, kollaboraatiota ja yksilöitymistä. Liun (2003, 26) mukaan hypermediaohjelmien design-prosessi voi helpottaa opiskelijoita kehittämään kompleksisempia tietoedustuksia sekä auttaa ajattelun taitojen kehittymisessä (vrt. Ferretti & Okolo 1996, 450). Liun (2003, 29) raportin mukaan prosessilla on positiivinen vaikutus oppimismotivaatioon. Se rohkaisee luovuuteen ja tehostaa kognitiivisten taitojen kehittymistä. Lisäksi prosessi auttaa ohjelman sisältöön ja tietokoneen käyttöön liittyvien tietojen oppimista.

Prosessi eroaa melkoisesti perinteisestä asetelmasta. Se on perinteistä vähemmän strukturoitu ja huonommin määritelty sekä välillä jopa ”kaoottinen” (Liu 2003, 37; Ferretti & Okolo 1996, 457). Opettajalta prosessi vaatii avointa mieltä, joustavuutta ja jopa ”uhkarohkeutta”. Tämän vuoksi prosessiin on hyvä tutustua opettajankoulutuksessa. Ajatus oppia hypermediaohjelmia suunnittelemlalla perustuu osaksi Deweyn käyttämään progressiiviseen koulutukseen, osaksi Perkinsin (1986) näkemykseen tiedosta suunnitteluna. Deweyllähän oppiminen tapahtui todellisen elämän aidoissa tilanteissa esiin tulleiden ongelmallanteiden ratkaisemiseksi (ks. luvut 2.3, 3.4). Tässä oppimisprosessissa tiedon tarkoitus ja tiedon rakenne yhdistyi eheäksi kokonaisuudeksi (Lehrer ym. 1994, 227).

*Knowledge as design* -käsitteen design-elementillä on neljä ulottuvuutta: tarkoitus, rakenne, tyyppillinen esimerkki ja perustelu (Perkins 1986, 5). Tiedonkäsityksen mukaan tieto konstruoidaan käytäntöihin yhdistyneenä; tällöin teoria suuntautuu käytäntöä kohti pyrkien selittämään sitä. Tieto on strukturoitua, ja tarkoitus kietoutuu yhteen rakenteen kanssa – rakenne palvelee tarkoitusta. Se, mitä tiedämme, muodostuu malleista ja tapauksista. Tieto sisältää aina myös välineitä tiedon kehittämiseen, arvioimiseen ja perustelemiseen. Design-tietokäsityksestä seuraa, että tieto ei enää ole informaatiota ja opetus sen välittämistä. Design yhdistää luontevasti opettamisen ammattilaisten kulttuuriin ja sen edustajiin. Näkökulma korostaa myös kriittistä suhtautumista tietoon. Kaikki designit eivät nimittäin palvele tarkoitusta. Yhtenä seurauksena tiedonkäsityksestä on myös, että ongelman määrittely korostuu opetuksessa. Enkelbergin (2000, 21) mukaan designissä ongelmaa on vaikea määrittää, koska se on prosessi. Haapasalo (2004a, 110 - 113) analysoi näitä prosesseja yksityiskohtaisemmin.

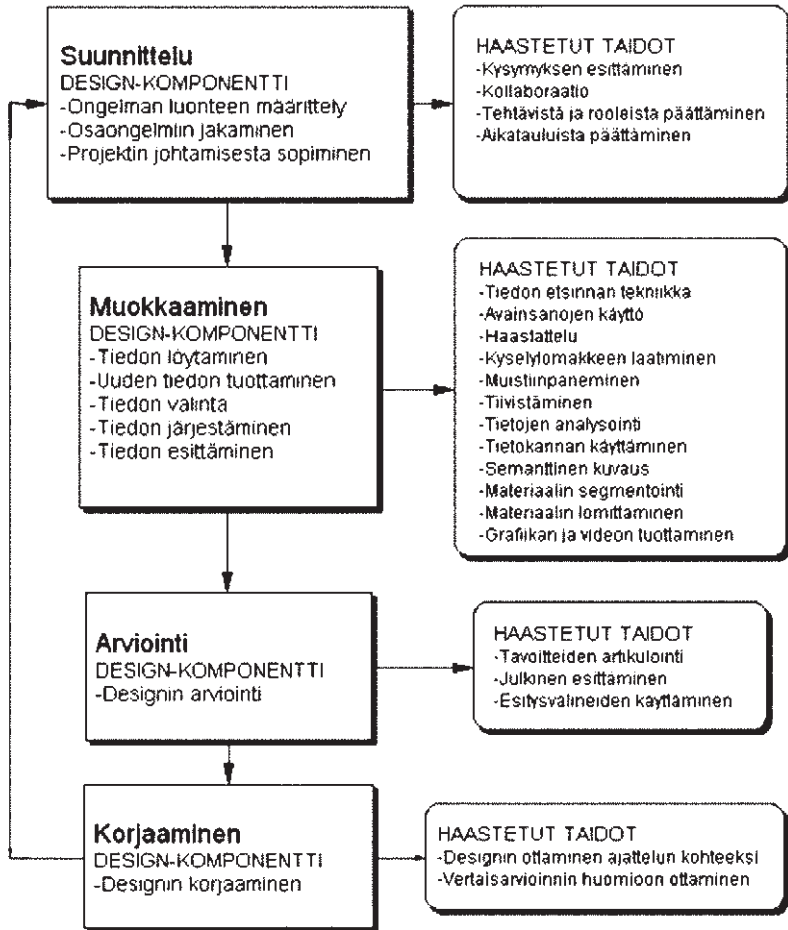
Perkinsin 'tieto on designiä' -lähestymistapa sijoittuu lähelle projektioppimista, vaikkakin ensiksi mainittu on hieman autenttisempi ja se painottaa enemmän opiskelijoiden omaa tiedon muodostamista (Lehrer ym. 1994, 228). Toisaalta lähestymistapa voidaan nähdä yhtenä projektioppimisen muotona (Liu 2003, 24; Ferretti & Okolo 1996, 450). Suunnittelemalla oppimisen prosessille on ominaista teknologia-perustaisten tietoartefaktien (esim. hypermediaohjelma) suunnitteluun sisältyvät älylliset prosessit ja aktiviteetit. Tällainen toimintatapa asettaa opiskelijan selkeästi suunnittelijan rooliin, jolloin oppilaan rooli tiedon passiivisena vastaanottajana vähenee. Tällainen rooli oli itse asiassa Perkinsin (1986, xv - xvi) tiedonkäsityksen taustalla. Hän havaitsi, että liian usein opiskelija jää passiiviseksi tiedon vastaanottajaksi ilman, että hän kykenee aktiivisesti soveltamaan tietoa. Opiskelija varastoi tietoa muistiin ja noutaa tietoa muistista, mutta ei tiedä, miten käyttää tätä tietoa. Tämä on lopputulos prosessista, jossa tosiasiat myydään oppijoille sovittuina asioina, faktoina, ilman kontekstia, ilman kriittistä perspektiiviä, ilman luovaa sovellusta. Perkins tunnistaa tämän ongelman alkulähteen: opiskelijan kouluttaminen aitoon ymmärtämiseen, kriittiseen ja luovaan ajatteluun on vaikea ja jollain tavalla tekninen hanke (enterprise). Se haastaa opettamisen ja oppimisen teorioita ja työkaluja ongelman ratkaisemiseksi. Kokoan seuraavaksi Enkelbergin (2000, 21 - 24) näkemyksiä suunnittelemalla oppimisen prosesseista ja työskentelyn hyödyistä.

Suunnittelemalla oppimiselle on ominaista opiskelijoiden ja opettajan yhdessä tapahtuva työskentely esimerkiksi tietokoneohjelmien tai hypermediaympäristöjen tuottamiseksi. Opiskelijat työskentelevät tavallisesti pienryhmissä. He joutuvat pitkälti itse päättämään, mitä on opittava, jotta tavoite voitaisiin saavuttaa. Tästä seuraa, että opiskeluun sisältyy paljon kokeilua, lukemista ja asian tutkimista. Tuotteen rakentamisen yhteydessä opitaan ratkomaan ristiriitatilanteita (v8, v9, v13). Jos suunnitelma epäonnistuu tai toimii tavalla, joka ei ollut tarkoitus, joudutaan pohtimaan, mitä puuttuu, mikä on kesken ja mihin kaivataan tarkennusta tai mikä on ymmärretty väärin (v4, v6, v7). Kaiken kaikkiaan toiminnassa joudutaan jatkuvasti rekonstruoimaan, testaamaan sekä selittämään ja tarkentamaan ratkaisua. Suunnittelemalla oppimisessa toistuvia prosesseja ovat suunnittelu (planning), tiedon muokkaaminen<sup>21</sup> (transformation), relevantin tiedon ja toteutuksen kriittinen arviointi (evaluation) sekä korjaaminen<sup>22</sup> (revision) (kuvio 3). Lehrer ym. (1994, 229 - 231) selventävät hypermediaohjelman tuottamisessa kehittyviä kognitiivisia prosesseja seuraavasti.

- *Suunnitteluvaiheen sisältämiä prosesseja ovat päätöksen tekeminen ongelman luonteesta, dokumentin kokonaisrakenteen ideoiminen sekä ryhmän jäsenten rooleista ja vastuualueista päättäminen. Koska ohjelman suunnitteleminen on avoin ongelma, tässä vaiheessa suunnittelijoiden täytyy päättää, mihin kysymyksiin he haluavat vastata sekä kuinka he rajaavat tiedon etsintää oman aiheen sisällä. Hypermediaohjelma on rakenteeltaan monihaarainen ja monipuolinen dokumentti, joka rakentuu suunnittelijoiden haluamalla tavalla. Tällaisen suunnitteleminen tukee kollaboratiivista työskentelyä. Työskentelyn kautta opiskelijoiden on mahdollista nähdä tieto jakautuneena, jolloin toiset opiskelijat ovat resursseja ja tiedon lähteitä (v70, v45, v46). Yhdessä voidaan kehittää ideoita, joihin yksin ei olisi mahdollista päästä. Suunnittelu kehittää kykyä arvioida kriittisesti toisten esittämiä perusteluja (v50 - v53).*

<sup>21</sup> Pulkkinen ym. (2000, 606 - 607) käyttävät transformation vaiheesta suomennosta muuntaminen.

<sup>22</sup> Pulkkinen ym. (2000, 606 - 607) käyttävät revision vaiheesta suomennosta uudelleen muokaus (käsitekartassa).



**Kuvio 3.** Suunnitteleamalla tapahtuvan oppimisen vaihteita ja prosesseja (Enkenberg 2000; Lehrer ym. 1993; Lehrer ym. 1994).

- *Muokkausvaiheessa* informaatio kootaan ja jäsennetään tiedoksi. Tieto erottuu informaatiosta systemaattisuutensa kautta. Tieto edustaa systemaattista informaatiota – rakennetta, joka esittää yhden tai useamman aiheen (vrt. luku 4.1 konseptuaalinen tieto). Muokkausvaiheeseen liittyy monia kuviossa 3 esitettyjä kognitiivisia taitoja informaation etsimisestä tiedon esittämiseen. Tällöin pyritään yhdistämään tiedon eri esitysmuodot (representaatiot) toisiinsa (vrt. luku 4.6). Muokkausvaihe tukee johdonmukaisesti opiskelijoiden kognitiivisten taitojen kehittymistä laajalla alueella. Hypermedialla on merkittävä koulutuksellinen etulyöntiasema esittävänä mediana esimerkiksi perinteiseen tekstiin verrattuna. Design-prosessin avulla opiskelijaa rohkaistaan miettimään, kuinka esittää ohjelmaan sisältyvän asian (idean), kuinka yhdistää asian (idean) erilaiset esitysmuodot (representaatiot) toisiinsa ja kuinka yhdistää asiat (ideat) toisiin asioihin (ideoihin). Hypermediaohjelman jäsentämisen ja muokkaamisen avulla pyritään siihen, että samalla myös oppilaan mentaalinen (sisäinen) esitysmuoto aiheen pääattribuuteista jäsentyy ja aiheen eri esitysmuodot integroituvat monipuolisesti. Lehrer ym. (1994, 229) katsovat, että monipuolinen, linkitetty mentaalinen representaatio on ymmärtämisen kulmakivi (tärkein tuki). Opiskelijat, jotka muodostavat monia representaatioita käsitteestä, kykenevät soveltamaan näitä käsitteen eri representaatioita joustavasti ongelmanratkaisutilanteissa (vrt. Enkenberg 1997, 160; Novak 2002, 72; luku 2.1).
- *Arvioinnissa* hypermedia mahdollistaa useat erilaiset etene- misreitit, joten on vaikea ennakoida kaikkia käyttäjän reaktioita ilman empiiristä testaamista. Tähän vaiheeseen liittyy suunnittelijoiden kyky hankkia ja ottaa vastaan palautetta (v51, v70). Palautteen saaminen riippuu heidän taidoistaan perustella toisille ohjelman tavoitetta ja löydettyjä ratkaisuja (v50). Tässä vaiheessa tarvitaan lisäksi esiintymistaitoja ja taitoa käyttää esittämisvälineitä.

- Onnistuneen ohjelman suunnittelu vaatii useita luonnoksia ja havaittujen puuteiden *korjaamista*. Vaiheen tärkein taito on kyky ottaa hypermediadokumentti ajattelun kohteeksi. Vaihe perustuu esille tulleiden ongelmien kartoitukseen ja niiden korjaamiseen (v6). Lopputuloksen tutkiminen ja arviointi on jatkuva prosessi, joka kehittää dokumenttia edelleen.

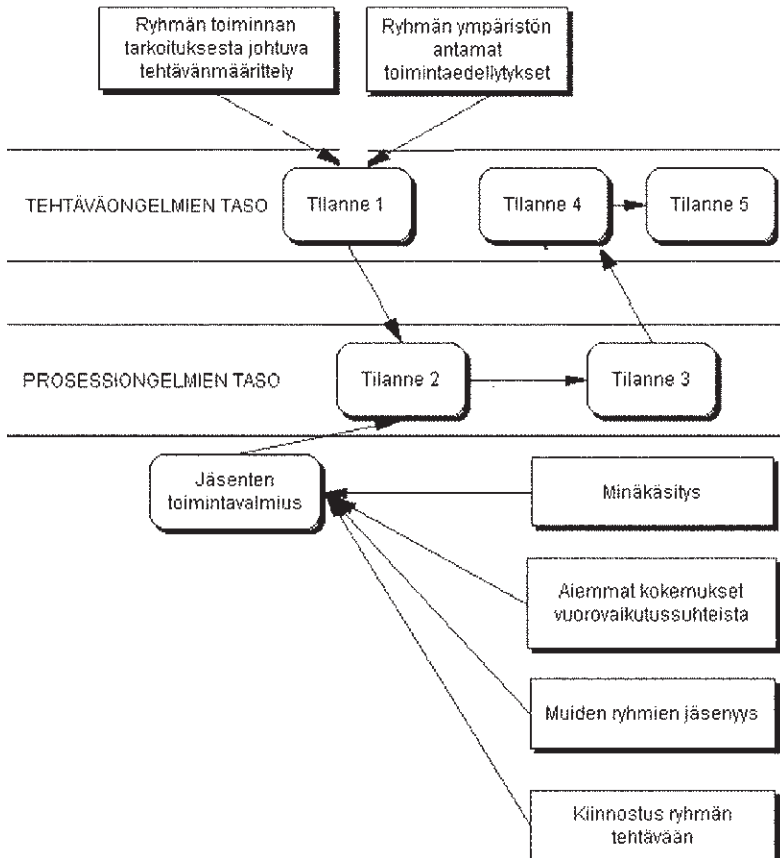
Esitely kognitiivis-konstruktivistista oppimiskäsitystä edustava opetusmalli soveltuu hyvin yhteistoiminnalliseen työskentelyyn (esim. Ferretti & Okolo 1996, 456). Prosessin aikana ryhmän jäsenten keskinäinen dynamiikka muokkaa oppimisen laatua ja tuloksia (ks. Kumpulainen 2002, 258). Tarkastelenkin seuraavaksi oppijoiden kognitiivisia, sosiaalisia ja emotionaalisia prosesseja sekä näiden vuorovaikusta.

## 2.9 Ryhmän prosessi

Seuraava tarkastelu perustuu pitkälti Jauhaisen ja Eskolan (1994) teokseen. Eri tahoilla, sekä yksilöstä itsestään että ryhmän ympäristöstä, tulevat vaikutteet muodostavat tilanteen voimien dynaamisen kentän<sup>23</sup>. Vuorovaikutustilanteista muodostuu prosessi, joka toteutuu toisaalta muutos-, toisaalta kehitysprosessina. Ryhmä joutuu *muutosprosessinsa* aikana kohtaamaan *tehtävä-* ja *prosessiongelmiä* (kuvio 4). Tehtäväongelmien tasolla pohditaan esimerkiksi ryhmälle annetun tehtävän määrittelyä sekä ympäristöstä johtuvia toimintaedellytyksiä. Prosessiongelmiä tasolla joudutaan puolestaan tarkastelemaan ryhmän ja sen jäsenten toimintavalmiuksia (muun muassa jäsenten minäkäsitykset, aiemmat kokemukset vuorovaikutussuhteista, muiden ryhmien jäsenyydet tai kiinnostus ryhmän tehtävään (Ristelä 2003, 184)).

---

<sup>23</sup> Ryhmätilanteeseen tulevat vaikutteet ovat jatkuvassa dynaamisessa riippuvuussuhteessa keskenään. Ryhmäilmiön ymmärtämiseksi sitä on tarkasteltava samanaikaisesti yksilön, ryhmän ympäristön ja ryhmädynamiikan näkökulmasta. (Jauhainen & Eskola 1994, 37).



**Kuvio 4.** Tehtäväongelmien ja prosessioingelmien taso toiminnassa (Jauhiainen & Eskola 1994, 86).

Tehtävän vaatimukset aiheuttavat jäsenissä suorituspainetta, joka saattaa aiheuttaa ristiriitoja, jännityksiä ja ahdistusta (v43). Jauhiainen ja Eskola (1994, 84 - 87) kutsuvat näitä *prosessioingelmiksi*. Syntyy osallistujien energiaa sitovia jännityksiä, jotka haittaavat rationaalista toimintaa ja tuottavat turvattomuutta. Ne näkyvät yksittäisten jäsenten toiminnassa ahdistuksen välttämiseksi. Tehtävä- ja prosessioingelmat vuorottelevat ryhmän prosessissa, kuvion 4 mukaisesti. Tilanteessa 1 ryhmän jäsenet joutuvat tehtävän asettamien vaatimusten eteen.



Jos nämä aiheuttavat heissä ahdistusta (*v43*) syntyy prosessiongelma (tilanne 2). He eivät voi siirtyä seuraavaan tehtäväongelmaan. Pääs-  
 tärkseen prosessiongelman synnyttyä palaamaan tehtäväsuoritukseen  
 heidän on diagnosoitava ja kohdattava esiin tullut ongelma (*v4*) (ti-  
 lanne 3), ennen kuin he voivat edetä tehtäväsuorituksessaan (tilanne  
 4). Tehtäväongelman syntyamiseen vaikuttavat ryhmän ulkopuoliset,  
 kuviossa mainitut tekijät. Prosessiongelmien syntyymiseen ja niiden  
 ratkaisemiseen vaikuttaa jokaisen jäsenen henkilökohtaisista tekijöistä  
 johtuva toimintavalmius.

Jäsenet pyrkivät ratkaisemaan tehtäväsuorituksen vaatimuksista  
 syntyneen stressin Jauhiaisen ja Eskolan (1994, 88) mukaan jollakin  
 seuraavista tavoista (ks. Ristelä 2003, 188):

- 1) *pakenemalla*, esimerkiksi siirtymällä toiseen keskustelun-  
 aiheeseen tai käsitteelliselle tasolle, laskemalla leikkiä tai  
 poistumalla tilanteesta (*v41*),
- 2) *taistelemalla*<sup>24</sup>, mikä ilmenee toisiin läsnä oleviin, ohjaajaan, asi-  
 aan, ympäristöön tai itseen kohdistuvana aggressiona (*v42*),
- 3) *riippuvuudella*<sup>25</sup>, kuten avun etsimisellä itsensä ulkopuolelta  
 vetoamalla esimerkiksi aikaisempiin kokoontumisiin, asian-  
 tuntijoihin (*v32d*<sup>26</sup>, *v33d*) tai resurssien puutteeseen tai
- 4) *liittymällä toisiin* esimerkiksi ottamalla toisia huomioon,  
 myöntymällä, laajentamalla asian kaikkia koskevaksi tai  
 lämmön ja ystävällisyyden osoituksilla (*v29d*).

Kukin valitsee itselleen luonteenomaisen ahdistuksen välttämistavan,  
 jonka avulla hän yrittää ratkaista tilannetta. Nämä reaktiot eivät kui-  
 tenkaan vähennä tilanteen ahdistavuutta, vaan päinvastoin lisäävät sitä  
 saadessaan aikaan epävarmuutta ja turvattomuutta. Ryhmän toiminta  
 hajoaa ja estyy prosessiongelmiin vuoksi. Prosessiongelmiä syntyy her-  
 kemmin *ryhmäistymättömissä*, toimintansa alussa olevissa ryhmissä.

<sup>24</sup> Taisteluun tai pakoon takertuminen johtaa siihen, että ryhmä jättää muut  
 toiminnot huomioimatta, tai ellei se voi tehdä sitä, tukahduttaa ne tai pakenee  
 niitä (Bion 1979, 50).

<sup>25</sup> Jos yksilö on valmis potemaan kehittymisen tuskaa ja näkemään oppimisen  
 vaivaa, hän saattaisi kasvaa ulos riippuvaisesta ryhmästä (Bion 1979, 71).

<sup>26</sup> Merkintä *v32d* tarkoittaa väittämää 32 mittauksessa 4.

Prosessio ongelmia on vaikeampi havaita ja käsitellä kuin konkreetteja tehtävöngelmia. Ne vaativat tilanteessa tapahtuvan tutkimista ja käsittelemistä. Vasta tämän jälkeen päästään etenemään jälleen tehtävöngelmien tasolla. Bion (1979, 124) näkee ryhmän prosessin alituisena puolustautumisena ahdistusta vastaan (v43) (vrt. Srivastva & Barrett 1988, 33). Mitä enemmän ryhmän jäsenet tulevat tietoisiksi toiminnastaan ja siitä, miten se saattaa toistuvasti aiheuttaa prosessio ongelmia, sitä paremmin he pystyvät suoriutumaan yhteisestä tehtävästään (Jauhiainen & Eskola 1994, 88 - 89).

*Kehitysprosessissa* ryhmäkokonaisuus ryhmäistyy eli saavuttaa toiminnan tarkoituksen vaatiman kiinteyden ja toimintakyvyn, ja yksittäiset jäsenet löytävät sijansa kokonaisuudessa. Toiminnan tarkoituksenmukaisuus on ainoa kriteeri, jonka avulla kehittymistä voidaan arvioida. Ryhmän kehitysprosessi on yksittäisen jäsenen kannalta hyväksyttävän ja ryhmäkokonaisuuden kannalta toimivan jäsenyyden kehittämistä. Kehittymisvaiheet hajanaisesta ryhmästä toimivaksi ovat selvimmän nähtävissä tavoitteellisessa ryhmässä. Ryhmän kehittyminen edellyttää toisistaan ja tavoitteistaan tietoisia ryhmän jäseniä (v39), heidän vuorovaikutuksensa jatkuvuutta (v45, v46) ja siihen sitoutumista (v40, v44). Tavoitteellisen ryhmän kehityksessä asiataavoite tuo ryhmään suorituspainetta (v34d, v35d, v36d, v37d, v38d, v39d). Prosessin aikana erehdytään usein käsittelemään vain asiatasoa ja tehtävöngelmia (v28d) ja sivuuttamaan tunnetaso. Kuitenkin tehtäväsuoritukseen saattaa liittyä hyvinkin voimakas tunnelataus, joka on myönteinen voimavara, mutta voi purkamattomana aiheuttaa vaikeuksia. Koko kehitysprosessin ajan asia- ja tunnetason tapahtumia tulisi työstää toisiinsa liittyneinä.

Ryhmän kehitysprosessi *voidaan jakaa ajallisesti eteneviksi vaiheiksi*<sup>27</sup>. Jauhiaisen ja Eskolan (1994, 93 - 94) mukaan kirjallisuudessa yleisimmin käytetty kehityksen vaiheistus on Tuckmanin (vrt. Srivastva & Barrett 1988, 32 - 33) esittämä jako *muotoutumis-, kuohunta-, normienluomis- sekä toimintavaiheeseen* – ”forming, storming, norming and performing”:

<sup>27</sup> Koppinen & Pollari (1993, 33 - 35) esittävät mainitun neljän vaiheen lisäksi viidentenä vaiheena hajoamisvaiheen.

- 1) *Muotoutumisvaihe*. Yleensä ryhmän aloittamisvaiheessa ihmiset ovat ahdistuneita (v43), koska tilanne on outo. Tällöin he pyrkivät orientoitumaan tilanteeseen, selvittämään tehtävän luonnetta ja sen edellyttämiä sääntöjä ja löytämään hyväksyttävän toimintatavan. He ovat tavallista riippuvaisempia ohjaajasta, jolta odottavat ahdistavan tilanteen ratkaisemista.
- 2) *Kuohuntavaihe*. Jäsenet testaavat toisiaan ja ohjaajaa. He uskaltavat jo ilmaista entistä henkilökohtaisempia kannanottoja, senkin uhalla, että ne synnyttävät erimielisyyttä. Muodostuu alaryhmiä ja niiden keskinäisiä ristiriitoja (v9). Selvittämättömät suhteet aiheuttavat jännitystä ja epävarmuus aggressiivisuutta (v42), joka johtaa välien selvittelyyn. Jännityksiä syntyy jäsenten kesken, ohjaajan ja jäsenen välillä sekä jäsenen suhtautumisessa tehtävään.
- 3) *Normien luomisvaihe*. Kun jännitykset on tiedostettu, ristiriidat kohdattu ja käsitelty, ilmapiiri alkaa selkiytyä. Osallistujat alkavat luoda yhteisiä toimintanormeja ja kykenevät asettamaan ryhmälle tavoitteita (v39).
- 4) *Toteuttamisvaihe*. Osallistujat ovat oppineet ratkaisemaan ryhmän sisäiset ongelmat, ja keskinäiset suhteet tukevat tehtävän suorittamista (v66, v67, v70, v71). Roolit ovat joustavia ja ryhmän toimintaan liittyviä. Jäsenet pystyvät ottamaan vastuuta tehtävästään ja suoriutumaan siitä rakentavasti (v68, v69). He ovat varsin itsenäisiä suhteessa ryhmän ympäristöön.

Forrestin (1991, 265 - 267) esittämän ryhmän kehitysprosessin vaiheistus antaa Jauhiaisen ja Eskolan (1994, 94) mukaan yhden selityksen sille, mitkä tekijät vaikuttavat vaiheesta toiseen siirtymiseen. Hän osoittaa kehityksessä kolme vaihetta, jotka syntyvät jäsenten mielikuvien synnyttämistä odotuksista:

- 1) Alkuvaihetta leimaa ohjaajakeskeisyys. Jäsenet odottavat hänen pelastavan tilanteen auktoriteettinsa avulla. Kun odotus havaitaan turhaksi, mielikuva epäonnistuneesta johtajasta herättää aggressioita ohjaajaa (v42) kohtaan ja kaaoksen ja katastrofin pelkoa, syntipukki-ilmioitä ja muita ongelmia.

- 2) Keskivaihe on yksilökeskeinen. Jäsenet alkavat etsiä toista mahdollisuutta, kun ohjaaja ei vastannut odotuksiin. Ryhmä jakautuu moniin vastapoleihin. Ohjaaja syrjäytetään ”johtajana”, ja osallistujat oivaltavat, että toiminta etenee vain heidän itsensä varassa. Toisaalta pelätään eksyksiin joutumista ilman vahvaa johtajaa, mikä pakottaa etsimään yhteisyyttä. Prosessin kannalta ratkaiseva vaihe on se, jossa ryhmän jäsenet sanovat ääneen ohjaajalle tyytymättömyytensä ja epäluottamuksensa häneen ja samalla riippuvuutensa hänestä. Tunteiden esiin tuleminen auttaa opiskelijaa samaistumaan toisiinsa ryhmän jäsenenä, mikä johtaa vähitellen vastuulliseen toimintaan, jos ohjaaja suostuu käsittelemään asian.
- 3) Vasta tämän jälkeen saavutetaan työskentelyvaihe, jolloin osallistujat ahdistumatta hyväksyvät yksilöllisyytensä (v66) ja antavat toisilleen liikkumatilaa (v67). Kun he tässä vaiheessa ottavat päätöksenteon vastuulle (v68), he alkavat oivaltaa mielikuviaan ja kykenevät erittelemään ja vähentämään niiden vaikutuksia.

Ryhmäistyessään jäsenet ilmaisevat haluavansa vaikuttaa toisiinsa ja auttaa toisiaan kasvamaan. Jotta ryhmä voi kehittyä toimivaksi, jäsenten on ensin työstettävä ristiriitainen suhteensa johtajuuteen. Tämä sisältää vastuun määrittelyn, eli jokaisen on hyväksyttävä oma osuutensa johtajuudesta (v68). Vaikka ryhmäistyminen etenee, rajoja itsensä ja muiden välille asetetaan yhä uudelleen ja pyritään säilyttämään yksilöllisyys<sup>28</sup>. Kehitys merkitsee siis identiteetin ja autonomian vahvistumista ja sitä kautta erilaisten keskinäisten suhteiden rakentumista. Näitä hallitsevat ymmärtäminen (v70), arvostus (v67) ja avoin kommunikaatio (v71). (Jauhiainen & Eskola 1994, 96 - 97)

Tehtäväsuorituksen tehokkuus riippuu ryhmän koossa pysymisestä ja kiinteydestä eli tunnetavoitteen saavuttamisesta. Kiinteyden puolestaan riippuu osaltaan keskinäisistä suhteista, osaltaan siitä, kuinka tyytyväi-

<sup>28</sup> Yksilöllinen kasvu ja itsenäistyminen kulkevat rinta rinnan sosiaalisen kasvun ja kehittymisen kanssa. Voidakseen tuoda rakentavan panoksen omaan yhteisönsä oppija tarvitsee subjektiivisesti koettua henkistä ja älyllistä itsenäisyyttä. Menestysellinen toiminta ryhmässä tukee tällaista yksilöllistä itsenäisyyttä (Leppilampi & Piekari 1999, 12).

siä jäsenet ovat ryhmän tehtäväsuoritukseen. Yhteistyön edellyttämä yhteisymmärrys ei perustu ensisijassa osapuolten kykyyn herkästi ottaa huomioon toistensa tunteita sellaisinaan vaan *kykyyn arvioida tehtävän ja tilanteen vaatimuksia*. Ryhmän yhteisen tavoitteen muodostaminen ja toiminnan arviointi ovat jatkuva ja dynaaminen prosessi. Tavoitteiden sisältö vaihtuu ja niiden intensiteetti muuttuu joka kerran, kun yksi saavutetaan ja uusi asetetaan. Tavoitteen asettaminen ja arviointi aktivoivat ryhmää. Prosessi motivoi jokaista jäsentä osallistumaan keskusteluun, mikä virittää vuorovaikutusta ja lisää yhteenkuuluvuuden tunnetta. Yhteisiä tavoitteita asettaessaan ryhmä joutuu tekemään sitovia valintoja ja harjaantumaan päätöksenteossa. Yhteinen tavoitteenasettelu ja arviointi kohteistavat ja siten tehostavat ryhmän toimintaa. Tietoisuus kaksoistavoitteesta<sup>29</sup> ja sen saavuttamisen arviointi edistävät ryhmän prosessia.

Henkilökohtaiset liittymismotiivit tuottavat ryhmään kilpailua, joka heikentää sen toimintakykyä. Yhteistoiminnalliset ryhmät on havaittu tehokkaammiksi ja ilmapiiriltään ystävällisemmiksi kuin sisäisesti kilpailevat. Yhteistoiminnallisen ryhmän jäsenet ovat motivoituneita suorittamaan tehtävänsä loppuun ja ottamaan vastuuta myös toisistaan. Työnjako on parempi kuin kilpailevassa ryhmässä, ja jäsenten suoritukset pystytään koordinoimaan (v39). Yhteistoiminnallinen ryhmä ideoi (v69) ja kommentoi vilkkaasti, toisia kuunnellaan (v70) ja heidän ehdotuksiinsa vastataan (v52).

---

<sup>29</sup> Ryhmän kaksoistavoite tarkoittaa, että toimintansa tarkoitusta toteuttaessaan ryhmällä on kaksi tavoitetta: tehokkuudesta ja kiinteydestä huolehtiminen (Jauhainen & Eskola 1994, 99).

## 3 TIETO- JA OPPIMISTEORIAA

Käsittelen tässä luvussa oppimisen teoreettisia kysymyksiä. Puolimatka (2002a, 12) jäsentää aiheeseen liittyviä teoreettisia ulottuvuuksia seuraavasti: ”Jokainen opettaja joutuu ottamaan kantaa teoreettisiin kysymyksiin pyrkiessään tiedostamaan opetuksensa lähtökohtia. Opettaminen sisältää varsinaisen didaktisen teorian ohella kannanoton erilaisiin oppimisteorioihin, tietoteoriaan, käsitykseen todellisuuden luonteesta, ihmiskäsitykseen, arvoteoriaan, etiikkaan ja uskontoteoriaan.” Nämä kannantotot ovat opetuksessa kätkeytyneinä, vaikka niistä ei oltaisi tietoisia. Keskityn tarkastelussani tietoteorian ja oppimisteorian ulottuvuuksiin, sillä tämä rajausta tukee mielestäni tutkimuksen kohteena olevan ilmiön ymmärtämistä. Esimerkiksi Novak (2002, 115) pitää tieto-opin ymmärtämistä olennaisena sen tiedon luonteen ymmärtämisessä, jota me koetamme opettaa ja oppia. Hänen mukaansa opettajien, oppilaiden ja johtajien on välttämätöntä saavuttaa metatietoa (metaknowledge), toisin sanoen tietoa tiedosta<sup>30</sup>.

### 3.1 Tietoa vai uskomuksia?

Tieto- ja oppimisteoriat ovat läheisesti yhteydessä toisiinsa. Esimerkiksi Tynjälä (1999, 23) lähtee käsittelemään näiden yhteyttä seuraavalla kysymyksenasettelulla: ”Kun tarkastelemme oppimista, meidän on ensin paneuduttava tiedon olemukseen. Mitä tieto on ja miten hankitaan tietoa? Nämä ovat tietoteoreettisia eli *epistemologisia* kysymyksiä, jotka vaikuttavat oppimiskäsitysten taustalla”. Myös Puolimatkan (2002a,

<sup>30</sup> Novakin (2002, 19) kasvatuksen viisi perustekijää ovat: (a) oppija, (b) opettaja, (c) tieto, (d) konteksti ja (e) arviointi. Hänen kasvatuksen teorianensa on lyhyesti ilmaistuna (Novak 2002, 24): ”Mielekäs oppiminen on perusta ajattelun, tunteiden ja toiminnan rakentavalle eheytymiselle, joka johtaa voimien lisääntymiseen (empowerment), sitoutumiseen ja vastuunottoon”. Ålhberg (2002, 300) erottaa kasvatustieteellisen, erityisesti didaktisen tutkimuksen perusteella kuusi perustekijää, jotka on aina otettava huomioon kasvatuksessa: (a) opettaja/opettajat, (b) oppilas/oppilaat, (c) opetus vuorovaikutuksena ja kommunikaationa, (d) tavoiteltu oppiminen sekä oppilaissa että opettajassa, (e) konteksti ja (f) evaluaatio.

11 - 12) mukaan oppimisen käsite on läheisesti sidoksissa tietoteoriaan. Aidon opetuksen tarkoituksena on auttaa oppilasta tietämään tai ymmärtämään uutta tietoa. Tämä herättää kysymyksen tiedon luonteesta: Mitä on tieto? Millä tavalla tietoa voidaan hankkia ja tiedon saamista edistää? Tietoteoreettiset näkemyserot heijastuvat opetusta koskevaan ajatteluun. Melko yksimielisiä ollaan vielä siitä, että asian muistaminen ja oikean vastauksen antaminen ei merkitse, että oppilas tietää kyseisen asian. *Tietäminen* edellyttää ymmärtämistä, jonkinlaista sisäistä oivallusta tai näkemystä asian luonteesta. Lisäksi tietäminen edellyttää kykyä arvioida käsityksen pätevyyttä, pohtia itsenäisesti sen puolesta ja sitä vastaan esitettyjä perusteluja. Erimielisyydet syvenevät siinä vaiheessa, kun aletaan tarkemmin määritellä, mitä tällainen ymmärtäminen edellyttää ja miten sitä voidaan opetuksella edistää. *Tietämys* on perinteinen nimitys käytettävissä olevien hyväksytyjen tietojen kokonaisuudelle, ts. tietojen kokonaisuuden määrää ja laajuutta ilmaiseva termi (Niiniluoto 1997a, 61).

*Propositionaalisen* tiedon käsitteen mukaan tieto edellyttää kieltä, jonka merkkien avulla voidaan muotoilla maailmaa koskevia *väitelauseita*. Kyseessä on näin oltava sellainen indeksejä, ikoneja tai symboleja sisältävä kieli, jonka merkkijonot voidaan tulkita maailmassa vallitsevia *asiaintiloja*<sup>31</sup> ilmaiseviksi väitteiksi. Näin ollen tietoa voidaan ilmaista monissa eri muodoissa – muun muassa hätämerkkien, signaalien, kuvien, piirrosten, äänien, puheen ja kirjoituksen avulla. (Niiniluoto 1997a, 54). Yhtäällä Novak (2002, 31 - 32) määrittelee tiedon perusosiksi faktat, käsitteet, propositiot ja periaatteet. Termi fakta osoittaa pätevää havaintoa. Käsite on Novakin määritelmän mukaan ”havaittu säännönmukaisuus tapahtumissa, olioissa tai muistiinpanoissa, joita on tehty tapahtumista tai olioista, joihin on liitetty nimilappu”. Propositio<sup>32</sup> on väitelause (vrt. Ählberg 2002, 304). Periaatteet (principles) ovat

<sup>31</sup> Sanojen avulla voidaan muodostaa väitelauseita, jotka ilmaisevat mahdollisia asiantiloja (esimerkiksi ’Helsingissä sataa vettä 1.11.1987’). Maailmaa koskeva väite on tosi, jos se ilmaisee tosiasian eli todella vallitsevan asiantilan, muutoin väite on epätosi. Siten totuus on myös kielen esittävään tehtävään liittyvä semanttinen käsite. (Niiniluoto 1997a, 25)

<sup>32</sup> Propositioon kuuluu vähintään kaksi sanaa, jotka yhdessä muodostavat väitteen ilmiöstä, oliosta tai ideasta. Propositiot voivat olla päteviä, (esimerkiksi: taivas on sininen), epäpäteviä (esimerkiksi: Pariisi on Englannin pääkaupunki) tai järjettömiä (esimerkiksi: ovi katseli) (Novak 2002, 51).

käsitteiden välisiä suhteita. Periaatteet kertovat meille, miten ilmiöt<sup>33</sup> ja oliot toimivat ja millaisia ne ovat rakenteeltaan. Esimerkiksi fysiikassa on periaate, jonka mukaan *voima* on *massa* kertaa *kiihtyvyys* ( $f = ma$ ). Tämä periaate sisältää käsitteet *voima*, *massa* ja *kiihtyvyys*. Toisaalla Novakin (2002, 98) näkemyksen mukaan kaikki tieto muodostuu käsitteistä ja propositioista, mukaan lukien käsitteet ja propositiot, jotka koskevat oppimisstrategioita ja -menetelmiä sekä tutkimusmenetelmiä. Ne sisältävät myös näihin käsitteisiin ja propositioihin liittyvän kokemuksen tunneperäisen ulottuvuuden; tosin esimerkiksi Kankkunen (1999, 17) pitää Novakin käsitystä ilmeisen virheellisenä. Esimerkiksi Niiniluoto (1997a, 65) erottaa tiedon osalta ei-kielellisen taidon ja osaamisen ja propositionaalisen tiedon. Lisäksi Niiniluoto (1997a, 51) esittää, että ihmisellä on kyky omaksua oman kasvuympäristön kieli (esim. suomi, kiina), mukaan lukien sanasto ja kielioppi, vaikka kukaan ei muotoile hänelle taivutusmuotoja ja lauseiden rakennetta koskevia sääntöjä. Kielen oppineella lapsella on kieliopin säännöistä näin *piilevää tietoa* (engl. *tacit knowledge*): hän toimii niiden mukaisesti, mutta ei kykene muotoilemaan ja ilmaisemaan niiden sisältöä. Piilevä tieto on näin ollen ei-kielellistä vastakohtana kielelliselle tai propositionaaliselle tiedolle, joka on ilmaistu väitelauseiden muodossa.

Tiedon mahdollisten kantajien perustyyppi on *indikatiivisessa*<sup>34</sup> *muodossa* oleva *väitelause*, jolla on *semanttista informaation sisältöä* - ts. lause, joka sulkee pois joitakin mahdollisia asiatioita ja sallii muut asiatioita. Tällaisella lauseella on siten myös *totuusarvo*: tosi, jos se vastaa tosiasioita eli ilmaisee maailmassa vallitsevan asiointilan, ja epätosi,

<sup>33</sup> Novakin (2002, 31) käsityksen mukaan maailmankaikkeus koostuu olioista ja ilmiöistä. Oliot koostuvat atomeista ja molekyyleistä, kun taas ilmiöt ovat olioiden ja energian muutoksia. Ihmisellä on eliömaailmassa ainutlaatuinen kyky havaita säännönmukaisuuksia olioissa ja ilmiöissä ja koodata näitä säännönmukaisuuksia symbolisesti. Nämä ilmiöiden ja olioiden symbolit ovat tavallisesti sanoja; esimerkiksi englannin kielessä on noin 460 000 sanaa, mutta ne voivat olla myös merkkejä kuten +, -, jne. Symbolit edustavat käsitteitä, jotka Novak määrittelee ilmiöiden tai olioiden säännönmukaisuuksiksi tai tapahtumien ja olioiden muistiinpanoiksi, joihin viitataan symbolilla.

<sup>34</sup> Muotonsa puolesta indikatiivilauseiden ilmaisema tieto voidaan luokitella erillisiin tyyppeihin, joista tärkeimmät ovat singulaarinen (yksittäisiä asioita, tosiseikkoja ja tapahtumia koskeva tieto) ja yleinen tieto (muodostuu väitteistä, jotka koskevat yleisiä tosiseikkoja, säännönmukaisuuksia ja syysuhteita). (Niiniluoto 1997a, 55)



jos se on tosiasioiden vastainen. Jos lause sallii kaikki asiointilat, se on *tautologia* eli *loogisesti tosi* (esim. nyt sataa tai ei sada<sup>35</sup>); jos lause kieltää kaikki asiointilat, se on *ristiriita* eli *loogisesti epätosi* (esim. ’nyt sataa ja ei sada’); muut väitelauseet ovat *faktuaalisia*<sup>35</sup> eli *tosiasiaväittämiä*.

Tieto-opin keskeinen ongelma on Niiniluodon (1997a, 57) mukaan siinä, mitä lisäehtoja kognitiivisesti mielekkään, totuusarvon omaavan väitelauseeseen on täytettävä, että sitä voisi kutsua tiedoksi. *Klassisen määritelmän* mukaan *tieto* on *hyvin perusteltu tosi uskomus*. Määritelmän ehto (i) *hyvin perusteltu*, erottaa tiedon pelkästä *luulosta*, ehto (ii) *tosi*, erottaa tiedon *erehdyksestä* ja ehto (iii) *uskomus*, erottaa tiedon hypoteettisesta *arvauksesta*.

Niiniluoto (1997a, 58) analysoi klassista määritelmää seuraavasti. ”Ehdoista ehkä vähiten merkityksellön on (iii); se liittyy traditionaaliseen ajatukseen, että tieto tai tietäminen on ihmisen mielen tila, ts. maailmaan 2 kuuluva asia. Myös muut ontologiset<sup>36</sup> ratkaisut ovat mahdollisia<sup>37</sup>. Analyysinsä perusteella Niiniluoto päätyy tiedon klassisen määritelmän tiivistykseen: tieto on väitelauseiden sisältämää semanttista informaatiota, joka täyttää perusteluehdon (i) ja totuusehdon (ii).

<sup>35</sup> Niiniluoto (1997a, 54 - 55) huomauttaa, että faktuaaliset lauseet voivat esittää väitteitä fyysisestä maailmasta 1 (’Maa on planeetta’, ’Ruoho on vihreää’), mentaaliseen maailmasta 2 (Veteen pistetty keppi näyttää taipuneelta’, ’Pidän jäätelöstä’) ja maailmasta 3 (’89 on alkuluku’, ’Sibelius sävelsi 7:nen sinfonian’). Niiniluodon (1997a, 44) mukaan ontologiassa voidaan erottaa kolme todellisuuden piiriä: maailma 1 (ajassa ja avaruudessa esiintyvät fysikaaliset objektit, tapahtumat ja prosessit, aine ja energia, epäorgaaninen ja orgaaninen luonto), maailma 2 (yksilöllisen tajunnan tilat, mentaaliset tapahtumat, psyyke) ja maailma 3 (ihmisen sosiaalisen toiminnan kautta syntyneet kulttuuriesineet, artefaktit ja abstraktiot, kulttuuri ja yhteiskunta). Esimerkiksi tähdet, kivet ja ihmisen ruumis kuuluvat maailmaan 1; ihmisen ja eläinten aistimukset, elämykset ja ajatukset maailmaan 2; taideteokset, tieteelliset teoriat, yhdistykset, luvut ja käsitteet maailmaan 3.

<sup>36</sup> Ontologia on filosofian osa-alue, joka pyrkii selvittämään, mitä on olemassa: ovatko esimerkiksi havaitsemamme esineet todella olemassa vai ovatko ne olemassa pelkästään ihmisen mielessä. (Puolimatka 2002a, 377)

<sup>37</sup> Joidenkin filosofien mukaan tietoa ovat maailmaan 1 kuuluvat lauseet fysikaalisina merkkijonoina. Jotkut taas katsovat tiedon olevan maailmaan 3 kuuluva propositionaalinen olio. Lauseet ilmaisevat ja mentaaliset tilat sisältävät tietoa. Esimerkiksi Popper esittää, että ”objektiivinen” tieto maailmassa 3 – maailman 2 ”subjektiivisen” tiedon vastakohtana – ei tarvitse ”epistemologista” subjektia (Niiniluoto 1997a).

Novakin (2002, 122) mukaan tieto poikkeaa informaatiosta siinä, että se koskee käsityksiä (beliefs) ja sitoumuksia (commitments). Tieto on tietynlainen asennoitumisen, perspektiivin ja aikomuksen funktio. Toiseksi tieto, toisin kuin informaatio, koskee toimintaa (action). Kyseessä on aina tieto johonkin päämäärään nähden. Ja kolmanneksi tiedossa, kuten informaatiossakin, on kyse merkityksestä (meaning). Se on tilannesidonnaista ja suhteellista. Novak (2002, 125 - 127) toteaa, että informaatiolta saattaa puuttua rakenne, mutta kaikella tiedolla on silti rakenne. Mitä tulee tiedon luomiseen, tietomme rakenteen laatu on ratkaisevan tärkeä. Esimerkiksi Tella ym. (2001, 44) viittaavat informaatiolla suhteellisen jäsentymättömään, eri viestimien kautta saatavaan dataan, jolle ihminen antaa tietyn merkityksen tai tulkinnan. Informaatio voi edustaa tosiasioita, ideoita ja todellisuuden elementtejä, jotka halutaan välittää vastaanottajalle, mutta se ei sinänsä sisällä käyttömuotoa. Yleisemmin tarkasteltuna informaatiota on kaikki se, mikä ihmiseen välittyy aistien kautta. Tiedolla puolestaan viitataan johonkin ihmisen aivoissaan informaatiosta työstämään konstruktion, johon sisältyy arvoja, tulkintoja ja merkityksiä. Informaation tulkitaan muuttuvaksi tiedoksi vasta, kun se on yhdistetty laajempiin asiakokonaisuuksiin tai tietorakenteisiin. Niiniluoto (1997a, 18 - 66) esittää käsittehierarkian, jossa informaatio<sup>38</sup> on laajempi yläkäsite, tieto<sup>39</sup> taas suppeampi erityistapaus, johon liittyy jonkinlainen menestyksen, totuuden mukaisuuden ja perusteltavuuden lisäehto.

Yksilön *uskomukset* (beliefs) edustavat jonkinlaista hiljaista tietoa. Ne ovat luonteeltaan varsin pysyviä (Hakkarainen ym. 1999, 32; Kupari 1999, iv). Pehkonen ja Pietilä (2002, 41) määrittelevät *uskomukset*

<sup>38</sup> Niiniluoto erottaa informaation osalta ei-kielellisen informaation (fysikaalisen ja mentaalisen maailman järjestyneisyys), informaatiota kantavat merkit tai merkijonot (data) sekä kielellisen informaation kolme tasoa: syntaktisen (merkkien suhteellinen esiintymisharvuus), semanttisen (väitelauseiden ilmaisuvoima) ja pragmaattisen (merkityksellisyys kielen käyttäjälle).

<sup>39</sup> Tiedon osalta Niiniluoto erottaa ei-kielellisen taidon ja osaamisen (joka ihmisen lihaksiin, aivoihin tai artefaktien rakenteeseen varastoituna on fysikaalisen informaation alalaji) ja toisaalta propositionaalisen tiedon (joka on osaluokka maailmaan 3 sijoittuvasta, väitelauseiden ilmaisemasta semanttisesta informaatiosta). Propositionaalisen tiedon tyyppiä ovat välineellinen taitotieto, kuvaileva (singulaarinen tai yleinen), selittävä ja arvioiva tieto.

subjektiivisena, kokemukseen perustuvana, usein implisiittisenä tietona ja tuntemuksena jostakin asiasta tai asiantilasta. *Käsitykset* ovat tietoisia uskomuksia (emt., 41), ne ovat yksilön itsensä perustelemia ja hyväksymiä. Uskomukset eroavat tieteellisestä tiedosta (objektiivisestä tiedosta), joka voidaan ilmaista loogisin lausein ja josta voidaan keskustella. Kupari (1999, 7 - 9) esittää neljä uskomuksia luonnehtivaa ominaisuutta, jotka myös erottavat uskomukset tiedosta: *olemassaoloa koskeva oletamus*<sup>40</sup>, *vaihtoehtoisuus*<sup>41</sup>, *affektiivinen ja arvioiva painotus*<sup>42</sup> sekä *episodinainen rakenne*<sup>43</sup>.

Uskomussysteemien rakenne eroaa tietosysteemien rakenteesta. *Uskomusjärjestelmällä* (belief system) tarkoitetaan Kuparin (1999, 9) mukaan sellaista kokonaisuutta, jossa yksilön kaikki fyysistä ja sosiaalista todellisuutta koskevat uskomukset ovat organisoituneet jollakin psykologisella mutta ei välttämättä loogisella tavalla. Uskomusjärjestelmät sallivat keskenään kilpailevien uskomusten olemassaolon, joten jopa keskenään ristiriitaiset uskomukset voivat yhtäaikaaisesti olla vallitsevia ja elinvoimaisia (Kupari 1999, iii). Tietosysteemeissä yksilö pyrkii kohti logiikkaa, koska loogisuus on yksi tiedon perusominaisuuksista. Sen sijaan uskomussysteemeissä ei ole ulkoisen logiikan vaatimusta: yksilö pyrkii olemaan looginen, mutta tavallisesti tulos on lähinnä kvasiloooginen, ts. hän määrää itse logiikkansa säännöt ja asettaa omat

<sup>40</sup> Uskomusjärjestelmiin sisältyy yleensä oletus siitä, onko erilaisia 'asioita' ja 'ilmiöitä' olemassa vai ei.

<sup>41</sup> Uskomusten vaihtoehtoisuus ilmenee siten, että ne sisältävät usein kuvauksia 'vaihtoehtoisista maailmoista' ja 'vaihtoehtoisista todellisuuksista'. Itse asiassa uskomukset toimivat tällöin keinona tavoitteita ja oppimistehtäviä asetettaessa, kun taas tietorakenteet tulevat kuvaan sitten kun sekä tavoitteet ja suunnat niiden saavuttamiseksi on selkeästi määriteltä.

<sup>42</sup> Uskomuksille on ominaista myös niiden arvioiva luonne, ja uskomusjärjestelmien voidaan sanoa rakentuvan voimakkaammin affektiivisista ja arvioivista osatekijöistä kuin tietojärjestelmien.

<sup>43</sup> Uskomusjärjestelmät ovat rakentuneet pääosin episodisesti. Hieman yleistäen voidaan sanoa, että tieto on varastoitunut muistiin ensisijaisesti semanttisesti (merkityspohjaisesti). Episodinainen muisti taas on rakentunut henkilökohtaisten kokemusten, episodien ja tapahtumien pohjalta. Tärkeämpi tietoa ja uskomuksia erottava piirre on se, että uskomukset saavat useimmiten subjektiivisen voimansa, auktoriteettinsa ja virallisuutensa tietyistä episodeista ja tapahtumista. Näiden kriittisten episodien merkitys tulee esille siinä, että niiden avulla voidaan selittää opettajien uskomusrakenteiden kehittymistä, mikä puolestaan on tärkeä kysymys opettajankoulutuksen kannalta.

aksioomansa. Pehkonen & Pietilä (2002, 45 - 48) erottavat uskomusrakenteet tietorakenteista viiden dimension avulla. Nämä dimensiot ovat kvasiloogisuus<sup>44</sup>, psykologinen keskeisyys<sup>45</sup>, klusterirakenne<sup>46</sup>, varmuustaso ja affektiivinen väritys. Uskomuksia ryhmitellään usein, jotta tutkimuksessa käsillä olevia ilmiöitä päästäisiin analysoimaan tarkemmin: esimerkiksi uskomukset *matematiikan luonteesta* (v19, v20), uskomukset *matematiikan oppimisesta ja opettamisesta* (v34 - v36) sekä uskomukset *itsestä matematiikan oppijana* (v48 - v49, v56 - v58). Pehkosen & Pietilän (2002, 41) mielestä tällainen jako on kuitenkin keinotekoinen, koska monet uskomukset kuuluvat useampaan kuin yhteen näistä ryhmistä. Kaikesta huolimatta tällainen karkeakin uskomusten ryhmittely auttaa strukturoimaan ilmiön kuvausta. Jos sovellan mainittua jaottelua tietoon ja oppimiseen, niin ryhmiksi muodostuvat uskomukset tiedon luonteesta (v10 - v11, v19 - v20), uskomukset oppimisesta ja opettamisesta (v1 - v9) sekä uskomukset itsestä oppijana (v60 - v63). Mikäli luokittelua sovelletaan opetusteknologiaan, se voi olla esimerkiksi seuraavanlainen: uskomukset opetusteknologiasta, uskomukset teknologian mahdollisuuksista opetuksessa ja oppimisessa (v12 - v14, v16 - v18, v31 - v32, v34 - v36) sekä uskomukset itsestä opetusteknologian käyttäjänä (v21 - v30, v33, v55).

Epistemologiset uskomukset koskettavat inhimillisen tiedon luonnetta, ts. esimerkiksi tiedon varmuutta, alkuperää, perusteltavuutta, hankkimista ja rakennetta (Duell & Schommer-Aikins 2001, 491). Monet, usein tiedostamattomat uskomukset ja käsitykset tiedon ja tietämisen luonteesta aktivoituvat erityisesti silloin, kun on kyse tiedon arvioimisesta tai uuden oppimisesta (Sormunen 2004a, 193). Epistemiä uskomuksia voidaan jäsentää esimerkiksi akselilla objektivismi – konstruktivismi (esim. Roth & Roychoudhury 1994, 25). Siirryn seuraavaksi tarkastelemaan objektivistista tietokäsitystä.

<sup>44</sup> Uskomusten väliset suhteet eivät ole loogisia, koska uskomukset järjestäytyvät sen mukaan, miten uskomuksenhaltija itse näkee niiden yhteydet.

<sup>45</sup> Jotkut uskomukset ovat yksilölle tärkeämpiä kuin toiset. Voidaan ajatella, että uskomussysteemi rakentuu sisäkkäisistä ympyröistä. Ympyrän keskellä olevat uskomukset ovat psykologisesti voimakkaampia ja niitä on vaikein muuttaa. Uloimmilla kehillä on vähiten tärkeitä uskomuksia, ja ne muuttuvat helpoiten.

<sup>46</sup> Uskomukset muodostavat klustereita (ryppäitä), jotka eivät välttämättä ole yhteydessä keskenään tai ovat vain löyhästi yhteydessä toisiinsa. Tällainen klusterirakenne antaa yksilölle mahdollisuuden pitää samanaikaisesti keskenään ristiriitaisia uskomuksia uskomussysteemissään.

## 3.2 Objektivistinen tietokäsitys

On tarkoituksenmukaista osata erottaa toisistaan objektiivinen tieto ja subjektiivinen tieto. Pehkosen ja Pietilän (2002, 42) mukaan edellinen tarkoittaa matematiikassa yleisesti hyväksytyä matematiikan struktuuria, joka koostuu kaikkien matemaatikkojen työstä yli 2000 vuoden ajalta. Tämä matemaattinen tietorakenne on nykyään niin suuri, että se on jokaisen ihmisen omaksumiskyvyn ulkopuolella. Viimeaikaisessa psykologisessa oppimistutkimuksessa erotetaan käsitteet ”oppiminen” ja ”tiedonrakentaminen” (esim. Hakkarainen ym. 1999, 198 - 201). Näistä jälkimmäinen on hyvin osuva käsite puhuttaessa matematiikan oppimisesta. Objektiviisen tiedon ennako-oletus on, että kaikkien niiden uskomusten, jotka muodostavat sen päättelyperustan, täytyy olla loogisesti oikeutettuja ja yleisesti hyväksytyjä niin, että myös kaikki muut ilmiömaailman tosiasiat tukevat sitä. Yksilön subjektiivinen tieto on jotain ainutkertaista, joka on tavallisesti vain hänen hallussaan, koska se perustuu hänen kokemuksiinsa ja ymmärrykseensä (Pehkonen & Pietilä 2002, 42).

Ihmisten arkiajattelua samoin kuin suurta osaa tieteellistä toimintaa on ohjannut käsitys, jonka mukaan on mahdollista saavuttaa maailmasta ja sen ilmiöistä objektiivista, *tietävästä* subjektista riippumatonta tietoa (v10). Tämän vuoksi tätä näkemystä kutsutaan *objektivismiksi*. (Tynjälä 1999, 23) Objektivismin mukaan epistemologinen tieto maailmasta voidaan opettaa ja oppia absoluuttisena (Patrikainen 1999, 61). Objektivismiin liittyy *naiivi realismi*<sup>47</sup> eli ajatus siitä, että havaitsemme ja ymmärrämme ulkomaailman välittömästi ja juuri sellaisena kuin se on (v14). Tiedon katsotaan olevan *totta* silloin, kun se vastaa objektiivista todellisuutta. Tätä ajattelua kutsutaan *totuuden korrespondensiteoriaksi* (Tynjälä 1999, 23). Tämä vaatii kuitenkin tarkennusta. Totuuden

<sup>47</sup> Puolimatkan (2003, 95) mukaan naiivi realismi on teoria havaintojen ”suoruudesta” tai välittömyydestä. Siitä naiivin realismin toinen nimi, suora realismi (direct realism). Havainnoissa on kaksi tasoa: mekanistinen perustaso (objektien havainnointi) ja tulkinnan taso (tosiasioiden havainnointi). Naiivin realismin teoria koskee objektien havainnointia. Sen kanssa on yhteensopivaa, että tulkinnan tasolla havaintomme ”riippuu havainnon kohdetta koskevista uskomuksista”. Se, mitä näemme episteemisessä mielessä riippuu siitä, mitä uskomme näkevämme (Puolimatka 2002a, 101).

vastaavuusteoria on realistinen *totuusteoria*, jonka mukaan *totuus on väitteiden yhteensopivuutta todellisuuden kanssa* (Puolimatka 2002b, 467). Realismista<sup>48</sup> on olemassa monia eri muunnelmia sen mukaan, mistä todellisuuden osa-alueesta on kyse. Tietoteorian tasolla realistiseen näkökulmaan sisältyy tietynlainen absoluuttisuus sikäli, että pätevän tiedon kriteereitä pidetään objektiivisina (vaikkakin korjautuvina ja tarkentuvina): johdonmukaisuus, selitysvomaisuus, riittävän perusteen periaate, puolueettomuus, käsitysten tasapuolinen kohtelu (Puolimatka 2003, 95). *Tieteellisen realismin* mukaan tosien tieteellisten teorioiden olettamat tekijät kuten elektronit, voimakentät ja kvarkit ovat todella olemassa. Tiedon objektiivisuus on Haapasalon (2004a, 47) mukaan tieteenfilosofian ydinkysymys, johon löytyy useita vastauksia riippuen mistä näkökulmasta sitä tarkastellaan. Hänen mukaansa tieteellinen realismi vaatii aina, että ainakin monet tieteellisillä teorioilla selitettävissä olevat entiteetit (asioiden olettamukset) ovat olemassa. Jyrkimmillään tieteellinen realismi väittää, että vain parhaiten selitettävissä tieteellisessä teoriassa ei-havaittava maailma on todellinen.

*Empirismillä* tarkoitetaan käsitystä, että tieto on kokemuseräistä, aistihavaintoihin perustuvaa (von Wright & von Wright 1996, 104). Filosofiset empiristit, joiden mukaan tieto on peräisin kokemuksesta, olettavat tavallisesti, että kokemuksen perustavat ainesosat, aistivaikutelmat, mukautuvat ulkopuolisen todellisuuden vaikutuksesta. Tältä pohjalta ihminen rakentaa monimutkaisempia tiedollisia rakennelmia. Empiristit ovat perinteellisesti pitäneet virhelähteistä puhdistettua aistihavaintoa varman tiedon lähteenä ja perusteena. (Niiniluoto 1997a, 58) Empiristis-objektivistisen tietonäkemyksen mukaan *tos*i on siis uskomus, joka on osoitettu vastaavan objektiivista todellisuutta, ja tämä osoitetaan havaintojen ja empiirisen tutkimuksen kautta. Tiedonkäsitys korostaa todellisuuden *erillisyyttä* havainnoitsijasta (Tynjälä 1999, 24). Niiniluodon (1997a, 58) mukaan uuden ajan empiristit ovat kuitenkin joutuneet myöntämään, että – ehkä lukuun ottamatta välitöntä havaintoa koskevia lauseita (’Näen nyt punaista’) – havaintotieto on aina enemmän ja vähemmän epävarmaa. Tiedon klassisen määritelmän

<sup>48</sup> Puolimatkan (2002a, 15) mukaan sanan perusmerkitys on ontologiassa, jonka yhteydessä se tarkoittaa käsitystä siitä, että todellisuus on riippumaton ihmismielestä. Todellisuuden oliot ja esineet ovat olemassa riippumatta siitä, havaitseeko niitä kukaan.

(ks. luku 3.1) hyvät perusteet tarkoittavat sitä, että käytössä oleva havaintoaineisto tukee tiedon vaatimuksin esitetyn väitteen totuutta eli tekee sen episteemisessä mielessä ”todennäköiseksi”.

Täysin vastakohtainen näkemys empirismille on käsitys, jonka mukaan ihminen ei ymmärrä todellisuutta suoraan havaintojensa pohjalta, vaan tiedon ensisijainen lähde on järki ja ajattelu. Tätä epistemologiaa kutsutaan *rationalismiksi*. Empirismi ja rationalismi eroavat siinä, mitä tiedonhankinnan lähdettä niissä korostetaan, ”ulkoista” vai ”sisäistä”. Rationalismin mukaan aistihavainnot sinänsä eivät tuota tietoa, vaan tieto syntyy vasta *ajattelun pohjalta* (Tynjälä 1999, 24). Samalla tähdennetään ”ennalta olemassa olevan”, ”esiohjelmoidun” tiedon merkitystä (Rauste & von Wright 1996, 104). Rationalistit ovat väittäneet, että ihminen voi järkensä tai ”älyllisen intuiotionsa” avulla saavuttaa varmaa tietoa matemaattisista totuuksista (Platon) ja luonnontieteen yleisimmistä periaatteista (Descartes) (Niiniluoto 1997a, 58).

Matematiikan tiedon luonne on yli kahden vuosituhannen ajan askarruttanut matemaatikkoja ja filosofeja. Onko matematiikan tiedon maailma (luvut, joukot, jne.) *olemassa tietäjästä riippumattomana*, jolloin kaikki uusi tieto vain löydetään (v19), vai onko matematiikan tieto pelkästään ihmisten aktiviteetin tulosta, *konstruoitua* (v20)? Entä millä kriteereillä voimme väittää matematiikan tietoa todeksi: vastaavuudella reaali maailman kanssa vai yhdenmukaisuudella muun matemaattisen tiedon kanssa (Leino 1997, 42)? 1920-luvulla Wienin piiriin loogiset empiristit yhdistivät tosiasiatiedon havaintopohjaiseen analyysiin Fregeltä ja Russelilta opitun selityksen sille, miksi *looginen ja matemaattinen tieto* on absoluuttisen varmaa. Tällainen tieto on joko *tautologista* eli loogisesti totta tai *analyttistä*, so. lauseissa esiintyvien käsitteiden määritelmiin perustuvaa. Esimerkiksi lauseen ’ $2 + 3 = 5$ ’ totuus perustuu siihen, miten matemaatikko määrittelee luvut 2, 3 ja 5 sekä yhteenlaskun; kun nämä määritelmät on annettu, väite seuraa logiikasta ilman tosiasiaolettamuksia. Kummassakin tapauksessa tällainen tieto on *apriorista* (kokemuksesta riippumaton), eikä *aposteriorista* (kokemuksesta riippuvaa) – se on varmaa siksi, ettei se sano mitään maailmasta. (Niiniluoto 1997a, 58 - 59)

Tynjälän (1999, 28) mukaan tietoteoriat eivät itsessään ole oppimisteorioita, vaan ne ovat filosofisia näkemyksiä, joita voidaan usein tunnistaa oppimisteorioiden ja oppimiskäsitysten taustalta joko eksplisiittisesti ilmaistuna tai implisiittisinä oletuksina. *Oppimiskäsitykseen* kuuluu epis-

temologisten perusoletusten lisäksi myös pedagogisia näkemyksiä siitä, miten oppiminen tapahtuu ja miten sitä voidaan parhaiden edistää. Haapasalo (2004c) korostaa sitä, että meidän tulisi ottaa opetuksessa ja kasvatuksessa huomioon ne motiivit ja elinvoimaisiksi osoittautuneet strategiat, jotka ovat kehittäneet matematiikkaa ja ihmisten ajattelua jo noin 5000 vuoden ajan (vrt. Zimmerman 2003).

### 3.3 Behavioristinen oppimiskäsitys

Seuraavassa esittämäni koonta perustuu pitkälti Tynjälän (1999, 29 - 31), Rauste-von Wrightin & von Wrightin (1996, 15 - 111) sekä Patrikaisen (1999, 29) esittämiin näkemyksiin.

Behavioristinen oppimiskäsitys pohjautuu objektivistiseen ja empiristiseen ajatteluun. Suhde ihmisen psyyken ja ulkopuolisen todellisuuden välillä on dualistinen: maailma ja ihmismieli ovat *toisistaan erillisiä* entiteettejä. Tietoa maailmasta saadaan kokemusten ja aistihavaintojen kautta. Behaviorismin mukaan ihmisen mielen sisällöistä ja tietoisuudesta ei ole mahdollista saada objektiivista tietoa, ja tämän vuoksi tutkimuksen on keskityttävä nimenomaan *ulkoisesti* havaittavan käyttäytymisen tarkkailuun.

Oppiminen nähdään behaviorismissa ärsyke-reaktiokytkentöjen muodostumisena, ja sitä voidaan säädellä vahvistamisella. Jos tiettyä toivotun kaltaista reaktiota halutaan vahvistaa, annetaan palkkio, tai jos ei-toivottua reaktiota pyritään heikentämään, annetaan rangaistus. Vahvistamisella on täten oppimisen kannalta keskeinen merkitys. Behaviorismin mukaan tieto on sellaisenaan tai ”pieniin osiin paloitteluna” siirrettävissä oppijan tajuntaan. Opittava aines tai taito jaetaan sopiviin, hierarkkisesti laajeneviin osiin, joista kunkin osaaminen voidaan kontrolloida ja vaatia osattavaksi ennen seuraavien osien aloittamista. Leinon (1997, 40) mukaan tällaiset kumulatiiviset oppirakennelmat on löydettävissä lähes kaikista oppikirjoista (*v3*), ja niiden mukainen opetus on normaalitoimintaa lähes kaikessa matematiikan opetuksessa varhaiskasvatuksesta yliopisto-opetukseen.

Opetettava tieto käsitetään tavallisesti oppijan ulkopuoliseksi asiaksi ja ongelmattomaksi (*v10*). Tämä ”ongelmattomuus” liittyy pitkälti käsitykseen oppimisesta tiedon siirtämisenä. Tieto hahmotetaan jonkinlaiseksi valmiina olemassa olevaksi (*v10*) - esimerkiksi kirjaan



”präntätyksi” tai opettajan jo hallitsemaksi (*v14*). Oppimisprosesseissa tieto sitten siirtyy oppilaan päähän paremmalla tai huonommalla menestyksellä (*v1, v2*). Sitä mukaa kuin uusia tietoja siirtyy oppilaille, ne kasautuvat vähitellen kokonaisuuksiksi.

Behavioristisen oppimisenäkemyksen mukaan oppiminen on siis ulkoisesti säädeltävää käyttäytymisen muuttamista, uusien ärsyke-reaktiokytkentöjen muodostumista. Opetus järjestetään seuraavien vaiheiden mukaisesti (Tynjälä 1999, 30):

- 1) Asetetaan käyttäytymistavoitteet.
- 2) Jaetaan oppimateriaali osakomponentteihin.
- 3) Määritetään sopivat käyttäytymisen vahvistajat.
- 4) Opetus toteutetaan edeten vaihe vaiheelta.
- 5) Arvioidaan tulokset.

Oppimistulosten arviointi on tällöin määrällistä: oppijan katsotaan oppineen sitä paremmin, mitä enemmän hän pystyy opetetusta tiedosta toistamaan kokeessa tai tentissä. Silloin, kun opetustapahtuma ymmärretään tiedon siirtämiseksi, oppiminen ymmärretään vastaavasti eräänlaiseksi tiedon kopioinniksi. Opettajan tai oppimateriaalin tehtävänä on tällöin välittää tieto mahdollisimman selkeästi, jotta oppija voisi omaksua sen juuri siinä muodossa kuin se on esitetty (*v1, v2, v3, v14, v10*).

Behavioristisen opetuksen seurauksena tiedolle ei muodostu monipuolisia kytkentöjä tai opiskelijan tiedoilla voi olla hyvin rajoitetut yhteydet muihin opiskelijan aikaisemmin kohtaamiin tilanteisiin. Leinon (1992, 1) mukaan opiskelijat imevät informaatiota ja varastoivat sen helposti haettaviksi sirpaleiksi tuloksena toistetuista käytännöistä ja vahvistuksista. Tieto ei organisoidu ja yhdisty oppijan luonnolliseen kieleen ja kokemuksiin, vaan se on eristettynä muistissa.

Myös yliopisto-opetuksen perinteisiä muotoja on kritisoitu muun muassa siitä, että ne tuottavat elotonta tietoa, joka on käyttökelpoista opintojen yhteydessä kuten tenteissä, mutta jota ei pystytä käyttämään todellisessa elämässä. Pulkkinen ym. (2000, 599) puhuvat liikkumatomasta tiedosta (inert knowledge), joka edistää opintomenestystä, mutta jota opiskelijat eivät kykene siirtämään työelämän kompleksisiin olosuhteisiin ja ongelmatilanteisiin. Enkenbergin (2002, 160) mukaan ratkaisun kehittäminen eteen tulevassa ongelmatilanteessa edellyttää, että oppilas kykenee spontaanisti palauttamaan mieleen tilanteeseen

relevantin tiedon ja vaadittavan toimintastrategian. Tämä on mahdollista, jos opittu on hyvin jäsentynyt. Hyvä indeksoituminen tekee mahdolliseksi soveltamisen - opitun siirtämisen tilanteesta toiseen (vrt. Rauste-von Wright & von Wright 1996, 37).

### 3.4 Dynaaminen tietokäsitys

*Pragmatistiseen* tietoteoreettiseen näkemykseen liittyy läheisesti episteen totuusteoria. Sen mukaan totuus on määriteltävä inhimillisen tiedon ja sen mahdollisuuksien pohjalta (Puolimatka 2002b, 468). Ihminen nähdään aktiivisena ja tarkoitushakuisena olentona, jonka tiedonmuodostuksessa juuri oma toiminta<sup>49</sup> on tärkeää (*vII*). Esimerkiksi Deweyllä todellisuus näyttäytyy dynaamisena luonnon ja sitä koskevan kokemuksen välisenä ykseytenä. Hän vastustaa tieteellisen tiedon erottamista käytännöllisestä toiminnasta ja katsoo sen jättävän ihmiselle vain katselijan roolin (spectator theory of knowledge). Hän korostaa aktiivista sosiaalista toimintaa, joka lähtee todellisista ongelmista ja etenee hypoteesien ja niiden testaamisen kautta. Tällaisessa eksperimentaalisissa, kuten hän itse nimittää teoriaansa, *totuus* määräytyy menestyksellisten tutkimusten tuloksena. (Haapasalo 2004a, 50.)

Myös muut pragmaatikot<sup>50</sup> pitävät ihmistä aktiivisena ja uteli-aana toimijana ja oppimista perusluonteeltaan ongelmanratkaisuna.

<sup>49</sup> Hakkaraisen, Longan & Lipposen (1999, 205 - 206) mukaan tekemällä oppiminen johtaa vain harvoin olennaisiin muutoksiin oppimistuloksissa tai oppilaiden ajattelun ja asiantuntijuuden kehitymisessä. Nykyisten, tekemällä oppimista korostavien pedagogisten käytäntöjen taustalla on kolme virhepäätelmää. Ensinnäkin oletetaan, että kun lapsilla on hauskaa, niin he oppivat. Oppimisen kannalta olennaista on kuitenkin oppilaiden rohkaiseminen omaan älylliseen ponnisteluun. Toiseksi oletetaan, että lapset ovat kiinnostuneita vain konkreettisista ja tutuista asioista. Kolmanneksi uskotaan perusteettomasti, että työskentely konkreettisten ja välittömästi havaittavien asioiden kanssa johtaa käsitteellisen ymmärryksen syvenemiseen. Tekemällä oppiminen tuottaa parhaita tuloksia silloin, kun siihen tietoisesti liitetään opiskelijoiden käsitteellisen ymmärryksen kehittymistä tukevia oppimismuotoja, kuten opiskeltavien ilmiöiden selittämistä.

<sup>50</sup> Käytännön opetustyössä näyttää usein käyneen niin, että esimerkiksi konstruktivistinen opetussuunnitelma elää omaa elämäänsä teoriarakennelmineen. Opetukseen siirretään 'uudistuksen' tuoma helpoin osa: materiaalin vaihto ja tekniset oppimisympäristön säätelykeinot (Kankkunen 1999, 6).

Uudet tilanteet virittävät aiemmin opittuun perustuvia odotuksia ja hypoteeseja, joita ”testataan”. Omaa toimintaa ja sen odotuksia koskevan *reflektoinnin* pohjalta oppija rekonstruoi aiempia käsityksiään ja tietojaan: tämä rekonstruointiprosessi on oppimisen ydin. Rauste von Wright ja von Wrightin (1996, 117) mielestä edelliseen liittyy kolme seikkaa, jotka yleensä mainitaan myös Deweystä puhuttaessa. Ensiksi opetus on ankkuroitava oppijan arkitodellisuuteen: elämä on sarja haasteita ja haasteisiin vastataan vain, jos ne koetaan tärkeiksi, omaan elämään liittyviksi. Toiseksi, parhaiten opitaan ongelmista (v7), jotka heräävät (tai onnistutaan herättämään) oppijalle itselleen ja jotka hän itse ratkaisee (v4) (discovery-learning -periaate). Kolmanneksi: oppijan aktiivisuudella, etenkin aktiivisella tiedon haulla, on keskeinen merkitys. Aktiivisuudella ei kuitenkaan ole pedagogista itseisarvoa: olennaista on, *mitä* tehdään ja miten toiminta valjastetaan osaksi suunnitelmallista kokonaisprosessia.

Pragmatismiin mukaan voidaan hylätä klassisen totuuden käsite lauseen ja todellisuuden välisenä vastaavuutena, joka voi vallita riippumatta *meidän* asiaa koskevasta tiedosta (v10). *Totuudelle* ei ole muita perusteita kuin tiedon klassisen määritelmän ehto ”hyvät perusteet”, jolla pragmatistin mukaan tarkoitetaan *hyödyllisyyttä* tai *menestyksellisyttä* toiminnassa. Niiniluodon (1997a, 59) tiivistämänä tietoa tässä uudessa mielessä edustavat siten ne uskomukset ja käsitykset, joilla on ”pragmaattista merkitystä” elämämme kannalta. Puolimatka (2002a, 61) nimeää mainitun menetelmän *praktiseksi totuusteoriaksi*, jota esimerkiksi James ja Dewey kannattivat. Deweyn praktisen totuusteorian mukaan totuus on käsitysten käyttökelpoisuutta ja hyödyllisyyttä. Todet käsitykset ovat sellaisia, että niiden avulla on mahdollista ”aktiivisesti uudelleen järjestää ympäristö niin, että poistetaan jokin häiriö tai hämmennys”. Jamesin totuusteorian mukaan käsitys on tosi, jos se voidaan perustella, oikeuttaa tai todistaa oikeaksi. Jamesin pragmatistisen tulkinnan mukaan totta on se, mikä on välineellisesti arvokasta. Totuus merkitsee samaa kuin toimivuus ja menestyksellisyys (Kankkunen 1999, 43). Niiniluodon (1997b, 111) mukaan tulkinnassa korotetaan virheellisesti yksi totuuden indikaattori totuuden määritelmän asemaan. Tämä on perusteetonta sikäli, että myös virheellisten ja epätosien uskomusten varassa toimiminen voi eräissä tapauksessa olla menestyksellistä. Tällaisen pragmatismian ansiona on tiedon ja menestyksellisen toiminnan välisen tärkeän yhteyden esiintuominen ja painottaminen. Tästä

huolimatta Niiniluodon (1997a, 59) mukaan on kuitenkin paremmin perusteltua selittää joidenkin uskomusten menestyksellisyttä niiden todenmukaisuuden avulla kuin määritellä totuutta menestyksen avulla. Puolimatkan (2002a, 61) mukaan Dewey'n määritelmän ongelmana on, että käytännön hyötyä voidaan saavuttaa myös sellaisten käsityksien avulla, jotka ovat epätosia<sup>51</sup>. Pelkkä käytännöllinen hyödyllisyys tai toimivuus ei siis kelpaa totuuden määritelmäksi, vaikka käytännössä onkin hyödyllistä tietää totuus. Toisaalta Jamesin määritelmän ongelmana on, että ihmisen kyky perustella käsityksiään on rajallista ja perustelut saattavat joskus yksipuolisuutensa takia johtaa harhaan. Käytettävissä olevan rajallisen informaation valossa saattaa olla perusteltua uskoa epätosi käsitys todeksi<sup>52</sup>.

Myös Peirce vastusti Jamesin pragmatismien totuustulkintaa, jossa idean totuus riippuu sen käteisarvosta. Kankkusen (1999, 12, 5) mielestä Piercen mukaan tulkittu pragmatiikka pitää tiedettä ylipäätään totuuden tavoittelemisen keinona ja tieteen saavutusten soveltavaa koettelua tiedettä ravitsevana välttämättömyytenä. Puolimatkan (2002a, 62) mukaan Peirce määrittelee totuuden asiantuntijoiden yksimielisyydeksi, joka saavutetaan tutkimusprosessin edistyessä ja käsitysten lähetessä toisiaan: ”Totuudella tarkoitamme mielipidettä, jonka hyväksyvät lopulta kaikki asiaa tutkivat”. Haapasalo (2004a, 49) siteeraa Niiniluotoa (1987, 46) tiivistäessään *Peircen totuusteorian*<sup>53</sup>:

*Mielipide, jonka kohtalona on lopulta tulla kaikkien tutkijoiden yksimielisesti hyväksymäksi, on se, mitä tarkoitamme totuudella, ja tämän mielipiteen esittämä objekti on todellisuus.*

<sup>51</sup> Jos vakavasti sairas uskoo, että hänen sairautensa ei ole vakavaa, hän tulee iloiselle mielelle; tämä edistää hänen toipumistaan edellyttäen, että muut huolehtivat siitä, että hän saa asianmukaista hoitoa siihen vakavaan sairauteen, jota hän todella sairastaa. (Puolimatka 2002a, 61)

<sup>52</sup> Oikeudessa voidaan tuomita syytön syylliseksi, jos käytössä oleva todistusaineisto vahvasti viittaa hänen syyllisyyteensä. Täydellisemmän todistusaineiston valossa henkilö tässä tapauksessa osoittautuisi syyttömäksi. Se, mikä on perusteltua tietyin todistusaineiston valossa, ei ehkä olekaan perusteltua, jos paljastuu uutta todistusaineistoa. (Puolimatka 2002, 62)

<sup>53</sup> Tästä totuuden luonnehdinnasta ei kuitenkaan seuraa, että todellisuus olisi tutkijayhteisön luoma, sillä tieteellisen menetelmän presuppositiona on tutkijoiden mielipiteistä riippumattomien todellisten olioiden (real things) olemassaolo (Niiniluoto 1987, 46).

Peircen totuusteoria (ks. luku 2.6 kuvio 2) ei kiellä todellisuuden ole-massaoloa, sillä todellisuus, *totuus* ja objektiivisuus ilmentyvät tutkija-yhteisön uskomusten muodostumista ohjaavana voimana. Tieteellistä metodia sovellettaessa tutkijat pitkällä tähtäimellä päätyvät samaan lopputulokseen (Haapasalo 2004a, 50). Tämä pragmatistinen strategia on uudelleenmääritellä *totuus* raja-arvona, jota tiedeyhteisön mielipide lopullisesti lähestyisi, jos tutkimusta voitaisiin loputtomasti jatkaa. Niiniluodon (1997a, 60) mukaan tämän totuuden *konsensusenteorian* ominaisuutena on se, että sen mukaan teesi 'tiede lähestyy totuutta' muuttuu määritelmästä seuraavaksi analyttiseksi totuudeksi. Esimerkiksi Puolimatka (2002a, 63) pitää yksimielisyysteoriaa episteemisten teorioiden lupaavimpana muotona.

Valitsin empiirisen tutkimukseni tieteenfilosofiseksi pohjaksi *kon-tekstuaalisen realismin*, jonka mukaan terveen järjen maailma on reaallinen arkielämän konteksteissa, mutta teoreettisen tieteen kontekstissa se ainoastaan ilmentää perustavampia realiteetteja (Mäki 1987, 84). Myös Haapasalo (2004a, 48) pitää tätä koulutuksen kannalta järkevääntuntuksena kompromissina.

### 3.5 Konstruktivismi

Konstruktivismi liitetään nykyisessä kasvatustieteessä usein oppimisen teoriaan, vaikka käsitteen merkitys on vähitellen laajentunut tietoteoriaksi, opetuksen ja kasvatuksen teoriaksi ja jopa maailmankatsomukseksi (Puolimatka 2002a, 32 - 38; ks. Miettinen 2000, 276; Novak 2002, 89; Matthews 1994, 139; Leino 1993, 1; Tynjälä 1999, 38). Pyrin keskittymään seuraavassa konstruktivismia koskevassa tarkastelussa tämän tutkimuksen kannalta relevantteihin tieto- ja oppimisteorian alueisiin.

Konstruktivistinen tiedonkäsitys lähtee siitä, että jokainen meistä tekee omat tulkintansa maailmasta ja siten konstruoi omat tietämysrakenteensa (Patrikainen 1999, 61 - 62). Näkemys korostaa, ettei meillä ole mahdollisuutta tavoittaa todellisuutta suoraan aistihavaintojemme pohjalta, koska ihmismieli tulkitsee nämä havainnot mielen sisäisiin rakenteisiin pohjautuen (*v15*, vrt. *v14*) (vrt. Haapasalo 2004a, 49).

Kun Kant<sup>54</sup> piti näitä mielen sisäisiä rakenteita annettuina ja muuttumattomina, nykykonstruktivistit korostavat sitä, että ne perustuvat käsitteisiin ja käsitejärjestelmiin, jotka ovat alati kehittyviä ja vaihtelevat kielen ja kulttuurin mukaan (vrt. (Rauste-von Wright & von Wright 1996, 115). Näin ollen ihmiset, jotka elävät eri käsitejärjestelmien ja eri kulttuurien piirissä, muodostavat erilaisen kuvan maailmasta. (Tynjälä 1999, 25 - 26).

Konstruktivismiin epistemologiset (tietoteoreettiset) peruspiirteet ovat Haapasalon (2004a, 95) mukaan seuraavat:

- Yksilön, sosiaalisten tai tiedeyhteisöjenkään tieto ei voi olla ontologisesti objektiivista (*v10*), vaan
- jo ulkoisen maailman havaitseminen tapahtuu ikään kuin linssin läpi: se on aina valikoivaa ja tulkitsevaa sen viitekehysten mukaan, mikä havaittajalla on (*v15*).
- Tiedon olemukseen vaikuttavat aina se kokemusmaailma, käsitteistö ja näkökulma, joka kulloinkin tietoa synnyttää tai tarkastelee (*v11*).
- Tietoa ei koskaan ole sellaisenaan välitettävissä yksilöltä toiselle, vaan se on jokaiselle erikseen persoonallista ja toisten luoksepääsemätöntä (vrt. *v1, v2, v3*).
- Tieto on pohjimmiltaan yksilön kokemusmaailman uudelleen organisoimista (*v11*).

<sup>54</sup> Immanuel Kantin tietoteoria pyrki ratkaisemaan empirismin ja rationalismin välisen ristiriidan: empiirinen tietomme on yhdistelmä siitä, mitä saamme aistihavainnon kautta, sekä siitä, minkä tietokykymme itse lisää. Kokemusten edellytyksenä on ihmisen tietokyvyn lajityypillinen rakenne, muotti, johon havainnot valuvat. Empiirinen tieto syntyy, kun ihmisen tietokyvyn kuuluvat havainnon muodot ja ymmärryksen kategoriat yhdistyvät aistien antamiin vaikutelmiin: tosiasioilla ei ole ”muotoa”, ennen kuin ne on liitetty johonkin käsitteelliseen kehykseen. Ajattelun avulla ihminen voi analysoida tietokykynsä kategorioita, kokemustensa edellytyksiä, ja saavuttaa näin tietoa, joka ei itsessään ole kokemusperäistä. (Rauste-von Wright & von Wright 1996, 115). Ihminen vastaanottaa aistimuksia ympäristöstään, mutta havainnot itsessään jäisivät täysin merkityksettömiksi, ellei ihmisen järki jollain tavoin organisoisi näitä aistihavaintoja. Kantin mukaan tietomme on siis sekä aistihavaintojen että oman järkeilyämme yhteistä tuotosta (vrt. Haapasalo 2004a, 47). (Tynjälä 1999, 24)

Leino (1993, 4 - 5), joka näkee konstruktivismiin metateorian tai paradigmana, määrittää konstruktivismiin perustuvan seuraaviin oletuksiin (vrt. Haapasalo 2004a, 95):

- Ihminen perustaa oppimisensa aikaisempaan tietoonsa, jolla on tärkeä merkitys hänen toiminnalleen. Tiedolla on aina monimutkainen joukko viitteitä ja merkityksiä, jotka ovat tärkeitä ilmiötä tutkittaessa (*v15*).
- Oppijalla itsellään on ainakin osittainen kontrolli oppimisessa, vaikka monenlaiset normit rajoittavat tätä autonomiaa. Oletuksesta seuraa, että oppiminen ja opettaminen on ymmärrettävä tavoitteellisina prosesseina, joita ei voi tutkia tavoitteistaan irrallisina.
- Ihmiselle on lajityypillisesti kehittynyt kyky muodostaa nopeasti merkityksiä monimutkaisesta sosiaalisesta ympäristöstä ja toimia normien puitteissa.

Kilpatrickin määritelmä<sup>55</sup> konstruktivismista täydentää konstruktivismiin määritelmiä oppijan ja tietämisen näkökulmasta (Haapasalo 2004a, 95 - 96; vrt. Matthews 1994, 141):

- Oppija rakentaa aktiivisesti tiedon; sitä ei vastaanoteta ympäristöstä passiivisesti (*v11, v20*).
- Tietäminen on adaptiivinen prosessi, jossa oppijan kokemusmaailma jäsenyy.
- Tietäminen ei paljasta mielen ulkopuolella olevaa maailmaa.

Yleispiirteinä voidaan sanoa, että konstruktivismi kiistää selkeästi objektiivisen tiedon olemassaolon (vrt. *v10*) eikä näin ollen voi tyytyä kognitiivisen psykologian selityksiin tiedon olemuksesta ja muodostumisesta, saati behavioristien tapaan selittää oppiminen tiedon siirtämisenä (Haapasalo 2004a, 96). Objektiivisen tiedon hylkääminen johtaa myös oikean ja väärän tiedon suhteellistumiseen. Esimerkiksi Puolimatka (2002a, 47):

---

<sup>55</sup> Kuparin (1999, 35) mukaan suuntausta, joka hyväksyy vain ensimmäisen periaatteen sanotaan heikoksi konstruktivismiksi ja suuntausta, joka hyväksyy määritelmän kaikki periaatteet, kutsutaan radikaaliksi konstruktivismiksi.

*Konstruktivistisen näkemyksen mukaan ei ole olemassa oikeaa tai väärää tietoa, vaan ainoastaan erilaisia käsityksiä ja merkityksiä. Tieto ja tietoon suhtautuminen on aina suhteellista.*

Tästä näkökulmasta tietomme maailmasta ei voi tällöin olla absoluuttista<sup>56</sup>. Konstruktivistista tietoteoriaa on myös kritisoitu. Esimerkiksi Puolimatka (2002a, 47) katsoo, ettei konstruktivistinen perusoletus, ”oppija on aktiivinen tietoa hakiessaan” edellytä loogisesti konstruktivistista tiedonkäsitystä, vaan nämä ovat loogisesti riippumattomia toisistaan. Hän kritisoi myös sitä, että konstruktivistinen tiedonkäsitys ottaa kantaa siihen, mitä tiedolla ja totuudella tarkoitetaan ja minkälaiset ovat ihmisen mahdollisuudet saada luotettavaa tietoa<sup>57</sup>. Edellä mainitun kritiikin jälkimmäinen osa koskettaa läheisesti myös radikaalia konstruktivismia, jota tarkastelen seuraavaksi.

*Radikaalin konstruktivismiin*<sup>58</sup> edustajat eivät pidä mahdollisena, että yksilö voisi saada ulkopuolista maailmaa koskevaa objektiivista tietoa, vaan he katsovat kaiken tiedon olevan ihmismielen omaa tuotetta (Haapasalo 2004a, 97). Radikaali konstruktivismi yhdistää konstruktivistisen oppimiskäsityksen ja konstruktivistisen tietokäsityksen (ks. Puolimatka 2002a, 48 - 49). Von Glasersfeldin (1995, 73 - 74) mukaan

<sup>56</sup> Tynjälän (1999, 25 - 26) mielestä tämä ei kuitenkaan merkitse relativismia, jonka mukaan kaikki tieto olisi samanarvoista. Sen sijaan totuutena voidaan pitää käytännössä toimivaa ja elinkelpoiseksi osoittautuvaa tietoa. Näin konstruktivismiin liittyy pragmatistinen totuusteoria: tosia ovat uskomukset, jotka käytännössä osoittautuvat toimiviksi. Toinen totuudellisuuden kriteeri konstruktivismissa on ihmisten välillä vallitseva yksimielisyys, ja tätä vastaava totuusteoria on nimeltään totuuden konsensussteoria. Tietoa voidaan arvioida myös suhteessa sen sisäisiin ominaisuuksiin, eikä tieto voi olla ristiriidassa itsensä kanssa. Tällaista totuuskäsitystä nimitetään totuuden koherenssteoriaksi.

<sup>57</sup> Puolimatka (2002a, 47 - 48) valottaa tätä kysymystä pohtimalla havaintojen avulla saatavaa tietoa. Vaikka havaitseminen onkin aktiivinen prosessi, jossa havaitsija aktiivisesti hahmottaa ulkopuolista todellisuutta, tämä prosessi voi tarjota luotettavaa tietoa sikäli, kun se saattaa havainnoijan kosketuksiin todellisuuden kanssa. Havaintojen aktiivinen luonne ei välttämättä tee siitä epäluotettavaa. Havainnot eivät määräydy pelkästään havainnoijan näkökulman tai tietorakenteiden pohjalta, vaan todellisuus voi omalta osaltaan muokata havaintojen sisältöä. Vaikka oppiminen on luova prosessi, tiedon kohteena oleva maailma ei ole riippuvainen oppijasta.

<sup>58</sup> Suuntaus pohjautuu lähinnä Immanuel Kantin sekä Jean Piaget'n ajatteluun, ja sen johtavia hahmoja nykypäivinä on ollut erityisesti Ernst von Glasersfeld (Tynjälä 1999, 39).



inhimillinen tieto ei saavuta tarkkaa kuvaa tajunnan ulkopuolisesta todellisuudesta. Siten hänen mielestään on välttämätöntä luopua totuuden korrespondenssiteoriasta<sup>59</sup>:

*Radikaali konstruktivismi luotiin yrityksenä kiertää perinteisen tietoteorian paradoksi – oletus, jonka mukaan tietoa voidaan kutsua ”todeksi” ainoastaan, jos sitä voidaan pitää enemmän tai vähemmän tarkkana kuvauksena maailmasta joka on voimassa ”itsessään”, ennen yksilön kokemusta ja riippumatta siitä. (von Glasersfeld 1991b, 13)*

Radikaalin konstruktivismiin epäillään johtavan solipsismiin, maailmankuvaan, jonka mukaan todellista on vain yksilön kokemus, ja relativismiin, jonka mukaan tiedon objektiivisuudella ei ole löydettävissä yhteisesti hyväksytyjä kriteerejä (Miettinen 2000, 280). Kankkunen (1999, 12 - 13) mielestä radikaalin konstruktivismiin mukaan mikä tahansa elinkelpoiseksi osoittautunut tieteen tai arkielämän tieto ja sitä kautta rakennettu todellisuus on vain uskottava (”must believe in”) ilman platonilaista sitoutumista tiedon perusteisiin tai pyrkimystä faktatietoon. Siten konstruktivismi voidaan määritellä jopa seuraavasti: ”Konstruktivismi hyökkää immuniteettijärjestelmäämme vastaan, jonka tarkoituksena on suojella meitä tulemasta hulluiksi”. Kankkunen huomauttaa, ettei von Glasersfeld objektivistejä arvostellessaan ole huomannut johtavan objektivistin Karl Popperin useita viittauksia kaikkien teorioiden fallibalistisesta<sup>60</sup> luonteesta. Itse hän allekirjoittaa käsityksen, että ”tietysti konstruoimme kaikki käyttämämme käsitteet ja propositiot itse: ei niitä löydy valmiina luonnosta; mutta konstruoimme malleja maailmasta, emme itse maailmaa”. Tähän näkemykseen on helppo yhtyä.

Radikaali konstruktivismi sijoitetaan usein matematiikan yhteyteen (Tynjälä 1999, 39; von Glasersfeld 1991a, xiii), jossa se on herättänyt keskustelua esimerkiksi tavoitteenasettelun tai oppimisprosessin ohjauksen näkökulmasta. Intomielisimmät radikaalin konstruktivismiin edustajat eivät hyväksy konkreettisten tavoitteiden asettamista enem-

<sup>59</sup> Totuuden vastaavuusteoria on realistinen totuusteoria, jonka mukaan totuus on väitteiden yhteensopivuutta todellisuuden kanssa. Totuus määritellään suhteessa todellisuuteen, joka on riippumaton ihmisten käsityksistä tai mieltymyksistä. (Puolimatka 2002a, 59)

<sup>60</sup> Termi ’fallibalismi’, oppi ihmisen ja tieteen erehtyvyydestä, on suora lainaus Peirceltä, joskin Popper suosii testauksissa falsifointia ja Peirce induktiolla vahvistamista. (Kankkunen 1999, 13)

män kuin itse konstruktio­prosessin ohjailua. Haapasalon (2004a, 98) mielestä juuri nämä seikat ovat muodostumassa ongelmallisiksi lähde­tessä markkinoimaan sitä oppilaitostasolle. Hänen mielestään filosofia osoittautuu sopivalla tavalla tulkittuna varsin toimivaksi siit­äkin lähtökohdasta, että pedagoginen toiminta perustetaan selkeälle tavoitteenasettelulle. Kämäräinen ja Haapasalo (1999, 47) katsovat, että pedagogiselta kannalta tarkasteltuna konstruktivismiin liittyy sekä radikaali että sosiaalinen luonne. Mitä lopulta itse konstruointi­prosessissa tapahtuu, on enemmänkin lokaali ”tässä ja nyt -tapahtuma”. Haapasalo (2004a, 100 – 102) sovittaa heikon ja radikaalin konstruk­tiivismin näennäisen ristiriidan ottamalla käyttöön termin *lokaali konstruktiivismi*<sup>61</sup>. Oppilaan konstruktio­prosessi on useimmiten globaalissa

<sup>61</sup> Haapasalo (2004a, 100 - 102) määrittelee lokaalin konstruktivismiin käsitteen yksilön tasolla sekä sosiaalisessa konstruktio­prosessissa.

Yksilön tasolla on periaatteessa vain kaksi mahdollisuutta (sillä konstruoitu tieto on aina radikaalilla tavalla yksilölle uutta):

1. Oppilaan konstruoi­ma tieto on radikaalilla tavalla uutta myös prosessia arvioivalle.
2. Oppilaan konstruoi­ma tieto on arvioijalle (opettajalle) objektiivisesti tulkittavaa ja arvioitavissa olevaa.

Opiskelutilanteessa oppilaan konstruktio­prosessia ja sen tulosta arvioivan opet­tajan on kyettävä arvioimaan, onko oppilaan kulloinenkin suoritus radikaalia vai heikkoa konstruktio­ta. Olettakaamme, että opettaja ei osallistu koko prosessiin muuta kuin tarkkailijana ja että oppilas on saanut tiettyjen radikaalien askeleiden jälkeen konstruoiduksi tiedon, jota hän itse pitää elinvoimaisena. Nyt opettajan on arvioitava, onko tuo tieto objektiivisesti tulkittuna jotain uutta ja innovatiivista. Ellei hän kykene tähän, niin oppilaan koko konstruktio­prosessi on ollut opettajan arvioinnin suhteen radikaali. Jos taas hän kykenee tekemään arvioinnin ja tieto tulee innovatiiviseksi, tulos on sama kuin edellä. Jäljelle jää siis vain yksi vaihtoehto, joka on yleisin: oppilaan itsensä elinvoimaisena pitä­mä tieto mukautuu opettajan käsitykseen tästä tiedosta, siis mitä suurimmalla toden­näköisyydellä yleisesti objektiivisena pidettävään tietoon. Näin ollen oppilaan koko konstruktio­prosessi ei ole tuottanut mitään sen kummempaa kuin että opettaja olisi asettanut kyseisen tavoitteen (tosin oppilaalta piilossa), ja oppilas olisi saavuttanut tämän omien konstruktio­prosessien seurauksena. Kyseessä on globaalissa mielessä – siis pidemmällä aikavälillä – heikko konstruktivismi. Lokaalissa mielessä oppilas on voinut suorittaa hyvinkin monta radikaalia konstruk­tiota, jotka ovat sitten osoittautuneet ei-elinvoimaisiksi.

Sosiaalisessa konstruktio­prosessissa edellä oleva tilanne muuttuu. Haapasalon (2004a, 102) mukaan voimme olettaa, että toimivassa konstruktioyhteisössä tuotettu elinvoimainen tieto on yhteisölle itselleen radikaalilla tavalla uusi:

1. Yhteisön (tiimin) konstruoi­ma ja elinvoimaisena pitä­mä tieto on radikaalilla tavalla uutta tiimille ja sen yksittäisille jäsenille ja prosessin arvioijalle.
  2. Yhteisön (tiimin) konstruoi­ma ja elinvoimaisena pitä­mä tieto on radikaalilla tavalla uutta tiimille ja sen yksittäisille jäsenille, mutta ei prosessin arvioijalle.
- Tällöin kuvio hieman mutkistuu, kun mukaan otetaan sosiaalisen kommunii­koinnin uusi ulottuvuus. Itse lokaalin konstruktion perusidea säilyy ja lokaalien radikaalien konstruktioiden määrä entisestään lisääntyy jokaisen tällaisen yhtei­so­moduulin sisällä vallitsevan elinvoimaisen tiedon variaatioista johtuen.

mielessä heikon konstruktivismiin mukaista: oppilaan elinvoimaisena pitämä tieto mukautuu opettajan käsitykseen tästä tiedosta. Lokaalisti oppilaan konstruoima tieto voi kuitenkin olla radikaalilla tavalla uutta oppilaille itselleen (vrt. Repo 1996, 24).

### 3.6 Konstruktivismiin oppimisteoreettinen tulkinta

Konstruktivistinen tietokäsitys lähtee siitä, että jokainen meistä tekee omat tulkintansa maailmasta ja siten konstruoii omat tietämysrakenteensa. Patrikaisen (1999, 61 - 62) mukaan tiedonkäsitykseen kytkeytyy läheisesti kognitiivinen oppimiskäsitys. Kognitivismiin mukaan opetuksessa tärkeintä on auttaa opiskelijaa itse rakentamaan omat ajattelumallinsa ja strategiansa (v63, v61, v57) sekä oppia uutta tietoa. Haapasalo (2004a, 98) selkeyttää konstruktivismiin ja kognitiivisen oppimiskäsityksen suhdetta seuraavasti.

*Näyttää siltä, että opetuksen ja kasvatuksen alueella esiintyy painetta esiintyä konstruktivistina ilman, että edes perusfilosofiaa ymmärrettään. Tarkemmissa keskusteluissa käy nimittäin helposti ilmi, että tarkoitettaessa konstruktivismia monet puhuvat itse asiassa kognitiivisesta oppimiskäsityksestä. Siinäkin yksilö on aktiivinen ja valikoiva havainnoija, joka käsittelee havaintoihinsa perustuvaa tietoa ja suhteuttaa sitä aiemmin oppimaansa pyrkien samalla säätelemään toimintastrategioitaan. Tällöin kuitenkin ulkopuolista maailmaa pidetään objektiivisesti havaittavissa olevana ja hyväksytään objektiivisen tiedon olemassaolo. Näillä tunnusmerkeillä varustettu kognitiivinen oppimiskäsitys edustaa heikkoa konstruktivismia (triviaalia konstruktivismia). Termi 'heikko' viittaa siihen, että yksilön todellisille omille konstruktioille jää lopuksi kovin vähän pelivaraa. Jos oletamme tiettyjen resurssien olevan syntyperäisiä ja valtaosan tiedoista tulevan havainnoista ja kokemuksen myötä, olemme siirtyneet kohti empirismää, joka on assosiaatioteorioiden äiti ja siten konstruktivistiseen näkemykseen kovin huonosti sopiva.*

Konstruktivismiksi<sup>62</sup> kutsutun oppimisprosessin keskeisenä ideana on, että tieto ei siirry, vaan oppija ”konstruoi” sen itse: hän valikoi ja tulkitsee informaatiota, jäsentää sitä aiemman tietonsa pohjalta ja siihen nivoutuvana, ”rakentaa” kokemustensa välityksellä kuvaa maailmasta, jossa hän elää, ja itsestään tämän maailman osana. Rauste-von Wright ja von Wrightin (1996, 15) mielestä tämä konstruointi- eli oppimisprosessi on aina sidoksissa siihen tilanteeseen ja kulttuuriin, jossa se tapahtuu. Se ankkuroituu aina sosiaalisiin vuorovaikutusprosesseihin ja niiden välityksillä syntyneisiin merkitysrakenteisiin. Konstruktivistiseen oppimiskäsitykseen kuuluu oppijan aktiivinen kognitiivinen toiminta, jolla hän tulkitsee havaintojaan ja uutta tietoa aikaisemman tietonsa ja kokemustensa pohjalta (*v15*). Tällä tavalla hän jatkuvasti rakentaa kuvaansa maailmasta ja sen ilmiöistä (*v11*). Oppija on aktiivisesti merkityksiä etsivä ja niitä rakentava toimija (Tynjälä 1999, 37 - 38; vrt. Kalliala 2002, 31). Meisalon ym. (2000, 43 - 44) mielestä oppiminen tapahtuu parhaiten mielekkäitten tehtävien, autenttiseksi koettujen ongelmien ratkaisun yhteydessä (*v4*, *v6*). Tämä merkitsee sitä, että opetuksen suunnittelun lähtökohdaksi tulisi ottaa opetettavan tiedonalan rakenteen asemasta tiedon sovellusalueen vaatimukset. On huomattava, että kumpikin näistä vaihtoehdoista jättää alistaiseksi kolmannen, opettajakeskeisen opetuksen suunnittelun, jolloin kunkin opiskelijan tarpeet ja toiveet otettaisiin yksilöllisesti opetuksen suunnittelun lähtökohdaksi. Toisaalta konstruktivismissa vaadittaisiin kunkin opiskelijan tietorakenteen huomioonottamista opiskelun lähtökohtana. Näitä vaatimuksia on monissa tapauksissa varsin vaikea ottaa käytännössä samanaikaisesti huomioon.

Konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaisessa oppimisessa on keskeistä nimenomaan merkityksen rakentaminen (*v15*, *v11*), mikä edellyttää ymmärtämistä (Tynjälä 1999, 43 - 44). Kun oppija tulkitsee

<sup>62</sup> Konstruktivistisen oppimiskäsityksen syntymiseen on osaltaan vaikuttanut pragmaattinen filosofia (Peirce), funktionalistinen psykologia (James), Progras- siivinen pedagogiikka (Dewey) ja sosiaalipsykologian piirissä ns. symbolinen interaktionismi (Mead). Meadiin liitetty symbolinen interaktionismi<sup>62</sup> sijoittuu piagetilaisen konstruktivismin ja Vygotskyn kulttuurihistoriallisen teorian välille (ks. Tynjälä 1999, 50 - 52). Rauste von Wright ja von Wright (1996, 115 - 116) katsovat, että näiden ajatussuuntien kehittäjät toimivat osittain läheisessäkin yhteistyössä (etenkin Dewey ja Mead). Yhteistä heille oli toiminnan keskeisen roolin painottaminen.

uutta tietoa oman kokemuksensa ja olemassa olevien tietorakenteidensa, skeemojen, pohjalta (v15), hän tekee tähän tietoon monenlaisia muunnoksia, transformaatioita. Yksilö pitää toisia asioita olennaisempina kuin joitakin toisia ja valikoi tärkeimmät asiat edelleen muistettavaksi (vrt. Haapasalo 2004a, 98). Hän tekee tällöin päätelmiä siitä, mitkä asiat kuuluvat yhteen, ja tällä tavoin yhdistelemällä asioita toisiinsa he samalla vähentävät opiskeltavien tai muistettavien asioiden määrää. Tiedon konstruointiprosessi on siis muuntamisprosessi.

Etenkin konstruktivismiin äärisuunnasta lähtevä tulkinta johtaa helposti olettamukseen, ettei opettaja saa tehdä muuta kuin aktivoida tai vapauttaa opiskelijoita konstruoimaan. Kuitenkin konstruktivistisen näkemyksen mukaan opiskelijan aktiivisuudella ei ole pedagogista itsetarkoitusta. Rauste von Wrightiin (1997, 20) mielestä oleellista on, mitä tehdään, mitkä hyväksytään toiminnan tavoitteiksi ja miten toiminta valjastetaan osaksi suunnitelmallista kokonaisprosessia. Sekä tavoitteille että toimintastrategioillekin on aina olemassa vaihtoehtoja. Opiskelun onnistumisen kannalta on oleellisen tärkeää, että opettajan luomassa opiskeluympäristössä viriävät tarkoituksenmukaiset kysymykset, joihin vastauksia haetaan opettajan ohjauksessa oppijan oman kokeilun, ymmärtämisen ja ajattelun varassa. Rauste-von Wrightin (1997, 30) mielestä ymmärtämisen oppimisessa ovat opettajan tietoisesti opiskelijassa käynnistämät epätietoisuuden tilanteet (konfrontatio- eli ristiriitatilanteet) oleellisen tärkeitä (v9). Tällainen oppijan konstruointiprosessille annettava vastus panee opettajan seinää vasten sekä oman alansa että opetusprosessin asiantuntijana. Oppijaa on näet vielä autettava ratkaisemaan ristiriitatilanteita ja pääsemään prosessissaan eteenpäin.

Konstruktivistinen opettaja pyrkii luomaan oppimisympäristöjä, jotka herättävät oppijassa ”koulutuksen kannalta relevantteja omiksi ja tärkeiksi koettuja ongelmia” (v7), ja auttavat häntä konstruoimaan niihin vastauksia. Tämä tapahtuu käynnistämällä oppijassa ”epätietoisuuden tilanteita” tai ”ristiriitatilanteita” (v8). Puolimatkan (2002a, 244 - 245) mielestä opettajan asiantuntemus antaa hänelle mahdollisuuden arvioida kysymysten laatua. Oppilaantuntemus puolestaan auttaa häntä ymmärtämään oppilaan kiinnostuksen kohteita ja löytämään sieltä kosketuskohtia tärkeisiin ongelmiin. Opettajan tehtävänä on tukea oppilaan luontaista uteliaisuutta ja pyrkimystä itsenäisten tiedollisten käsitysten luomiseen. Hyvää oppimista tapahtuu, kun oppija saadaan käyttämään monipuolisesti aikaisempia tietorakenteitaan.

### 3.7 Matematiikka ja konstruktivismi

Zimmerman (2003) esittää huikean läpileikkauksen siitä, millaisten motiivien ja aktiviteettien kautta matematiikka on syntynyt kognitiivisesta näkökulmasta tarkasteltuna. Yleensä matemaattinen tieto on syntynyt jossain asiayhteydessä ja jonkin henkilön ajattelun kautta, joko käytännön ongelman ratkaisemiseksi tai henkilön kiinnostuksista käsin (v20). Löydöksen yleistysvaiheen asiayhteys usein unohtuu ja siitä jää jäljelle vain puhdas tulos. Kontekstivapaan matematiikan opettaminen voi johtaa kuvaan matematiikasta puhtaana teoriana, jäykkänä ja ikuisesti totena tietorakenteena, jonka olennainen osa olisi opittava sellaisenaan (v19). Leinon (1997, 46 - 49) mielestä matematiikan olemus on matematiikan löytämisprosesseissa (v20), kohteen matematisoimisessa, ei perinteisessä matematiikassa tai sen opetustavassa. Elävän, kullekin oppilaille alati muuttuvan matematiikan, joka ilmenee oppilaita kiinnostavien ongelmien etsimisessä, esittämisessä ja ratkaisemisessa, tulisi olla matematiikan opetuksen yleinen tavoite. Tällainen konstruktivismi sallii, jopa vaatii lähtökohdakseen oppilaiden käsitysten ja kiinnostusten ottamista opetuksen perustaksi, sekä aikaisemman tietopohjan kanavointia asteittain laajeneviksi tietorakenteiksi (v15). Juuri näiden laajenemisreittien suunnittelemisen myötäilemään oppilaiden mahdollisuuksia ja tarpeita on matematiikan opettajan päätehtävä (vrt. v7).

Sekä Zimmerman (2003) että Kadijevich (2004) korostavat matematiikan inhimillistä puolta: ihmisten aktiviteetteja ongelmien ratkaisemiseksi, kontekstisidonnaisuutta, jatkuvaa muuttumista, yhteyksiä muihin kulttuurisektoreihin, teknologiaan ja käytäntöön, arvosidonnaisuutta ja epätäydellisyyttä. Itse asiassa tämä on juuri matemaatikkojen perustyötä: pyrkii löytämään ratkaisuja kiinnostaviin ongelmiin (v4), jotka voivat olla lähtöisin käytännön kysymyksistä, toisista oppiaineista, aikaisemmista kiinnostuksista tai keskusteluista kollegoiden kanssa. Samalla tavoin matematiikan opetus voi korostaa ongelmakeskeisyyttä ja prosessia, lähteä opiskelijoiden kiinnostuksista ja käsityksistä, heidän ongelmistaan (v7). Tästä syystä esimerkiksi projektiopiskelu sopii erinomaisesti myös matematiikan opetukseen (Leino 1992). Leinon (1997, 48) mielestä arjesta tutut ongelmat, kuten kysymys ”miksi pöydältä pudonnut leipä osuu lattialle useimmiten voipuoli alaspäin”, ovat usein hyviä lähtökohtia matematiikan opetukselle. Ongelmien etsiminen ja kysymysten esittäminen ovat osa matemaattista toimintaa, johon

opetuksen soisi kiinnittävän enemmän huomiota (v7). Kysymyksiin vastaaminen voi tietysti jäädä avoimeksi tai rajoittua vain jonkin helpon osan käsittelemiseen oppituntien puitteissa, mutta hyvät kysymykset jäävät itämään ja tuottamaan ehkä satoa myöhemmin.

Konstruktivismi voi lähteä oppijan konstruktioiden asteittaisesta laajentamisesta ja suunnata opiskelutilanteiden automatisointeihin, ongelmanratkaisuun (v4), ratkaisustrategioiden pohdintaan (v6) ja uusien alueiden käsittelyyn. Leinon mielestä matematiikka on työväline ja asennoitumistapa ongelmien jäsentämiseen ja ratkaisemiseen (v48). Matematiikan osaaminen on ongelmatilanteiden löytämistä, pukemista sopiviksi kysymyksiksi ja kysymysten ratkaisemista yksin tai yhdessä muun ryhmän kanssa (v49). Myös oppilaan uskomukset ja käsitys matemaattisesta tiedosta ovat tärkeitä ja keskeisiä matematiikan opetuksessa (v15). Haapasalo (2004a, 134 - 135) katsoo, että konstruktivistisen näkemyksen mukaan matematiikka ymmärretään ajatteluprosessien kehittämisenä ja yhteyksien, sääntöjen ja toimintakaavojen rakentumisena oppilaiden ja opiskelijoiden todellisista kokemuksista käsin. Tällöin se on ymmärrettävä verkkomaisena ja lähes kaikkialle ulottuvana järjestelmänä, jossa voidaan erottaa useita eri tasoja alkaen jokapäiväisten tilanteiden suunnittelusta päätyen puhtaaseen matematiikkaan, jota esim. yliopistoissa tutkitaan. Haapasalo (2004a, 135) suosittelee, että painopistettä tulisi siirtää radikaalisti kohti luovempia, oppilaan aktiivisuutta korostavia ja etsiviä, tutkivia opiskeluympäristöjä, joissa oppilaat voivat toimia sosiaalisemmin ja määrätä itse etenemisensä. Hän korostaa seuraavia näkökohtia hieman samaan tapaan kuin NCTM (1989):

- sisältö on tärkeämpää kuin formalismi
- ajatteluprosessit ovat yhtä tärkeitä kuin tulokset
- suorituksen tasoa mittaa ideoiden laatu eikä virheiden puute
- esitystavassa on otettava huomioon oppilaan kehitystaso
- esityksen ymmärrettävyys on tärkeämpi kuin symboliikka
- on huomioitava matematiikan leikinomainen ja esteettinen näkökulma
- on nähtävä yhteydet muihin aineisiin ja elämänalueisiin
- on edistettävä myös joustavaa ja luovaa ajattelua
- on huomioitava logiikan merkitys matematiikan rakentamisessa.

## 4. KONSEPTUAALINEN JA PROSEDURAALINEN TIETO DESIGN-PROSESSISSA

Kun opiskelijat joutuvat laatimaan hypermediapohjaisen oppimateriaalin matematiikan laajasta käsitekentästä, design-prosessiin liittyy matematiikan, hypertextin sekä teknologian tietotaidon kannalta haasteellista problematiikkaa, joka voidaan esittää Haapasalon (2003) muotoilemana perusdilemmana: Pitääkö ymmärtää voidakseen tehdä, vaiko päinvastoin? Koska edellinen viittaa konseptuaaliseen ja jälkimmäinen proseduraaliseen tietoon, työni viitekehysten kannalta olennaista on pohtia näiden tiedonlajien olemusta. Matematiikan opetus- ja oppimisprosessien tutkimusta käsittelevä kirjallisuus tarjoaa tähän hyvät lähtökohdat, mutta valitettavasti useimmat perinteiset jaottelut<sup>63</sup> johtavat polarisaatioon, jonka mukaisesti proseduraalisella tiedolla on dynaaminen ja konseptuaalisella tiedolla staattinen luonne. Tällainen tulkinta sopii huonosti ajanmukaiseen tieto- ja oppimiskäsitykseen ja siten myös tutkimukseni koasetelmaan, missä konseptuaalisen ja proseduraalisen tiedon jaottelun tarve ei liity yksinomaan matematiikkaan. Koska Haapasalo & Kadijevich (2000) ovat tehneet erilaisista karakterisoinneista kattavan analyysin ja ottaneet omassa yleistetyssä, matematiikasta riippumattomassa määritelmässään huomioon konstruktivistisen filosofian perusedellytykset tiedon dynaamiselle luonteelle sekä semanttisille merkityksille oppijan kannalta, sovelnan työssäni heidän tekemäänsä karakterisointia, joka sopii myös peruslähtökohdiltaan hypertextin olemukseen. Lisäksi heidän esittämänsä koulutuksellisen ja kehityksellisen lähestymistavan määrittely antaa työni viitekehysenä olevalle MODEM –teorialle (luku 4.6) laajempaa perspektiiviä ja mahdollistaa edellä mainittujen pedagogisten lähestymistapojen tarkemman analyysin.

---

<sup>63</sup> Perinteisessä ajattelutavassa matemaatikassa jako proseduraalisen tiedon ja konseptuaalisen tiedon välillä tehdään usein 'algoritminen esityksen' ja 'ymmärtämisen' perusteella (Nesher 1986, 2).



## 4.1 Konseptuaalinen tieto

*Käsitteellinen tieto eli konseptuaalinen<sup>64</sup> tieto on perinteisesti liitetty staattisiin asiatietoihin (kuten 'ymmärtäminen' ja 'tietäminen miksi' (vrt. Rittle-Johnson ym. 2001, 346)). Haapasalo ja Kadijevich (2000) tuovat siihen mm. dynaamisuuden, semanttisuuden sekä metakognitiivisen ajattelun ulottuvuuksia seuraavalla modernilla määritelmällään:*

*Konseptuaalinen tieto on semanttinen verkko, jonka solmujen ja linkkien tulkitsemiseen ja rakentamiseen yksilö kykenee osallistumaan, tiedostaen ja ymmärtäen toimintansa perusteet sekä logiikan. Solmut ja linkit voivat olla esimerkiksi käsitteitä tai niiden attribuutteja, proseduureja, toimintoja, näkökulmia tai jopa ongelmia<sup>65</sup>.*

Solmujen ja linkkien ei välttämättä tarvitse perustua objektiiviseen tietoon, vaan ne voivat olla yksilön omia mentaalisia konstruktioita. Tämä määritelmä soveltuu myös *hypertekstin* luomiseen (ks. luku 2.8; luku 4.6). Hypertekstistä voidaan rakentaa semanttinen verkko, jonka solmut ja linkit voivat sisältää käsitteitä tai niiden attribuutteja, proseduureja, toimintoja, näkökulmia, ongelmia.

Uusia käsitteitä voidaan hankkia joko käsitteiden muodostamisen<sup>66</sup> tai niiden assimilaation kautta. Luvussa 4.6 esitän matemaattisen käsitteen muodostuksen teorian, jonka olen valinnut työni matemaattisen substanssin viitekehyykseksi. Novakin (2002, 53 - 55) mukaan assimilaatiossa uusien käsitteiden merkitykset saadaan yhdistämällä käsitteet propositioihin, jotka sisältävät ennestään tuttuja käsitteitä. Kaikkein tärkeimpien käsitteiden merkitysten rakentamisen assimilaatioprosessi ei koskaan lakkaa (vrt. Vygotsky 1982, 182). Tehokas koulutus voi huomattavasti kiihdyttää käsitteiden assimilaatiota.

<sup>64</sup> Hiebertin ja Lefevren (1986, 3) tulkinnan mukaan käsite conceptual knowledge on tietoa riippuvuuksista.

<sup>65</sup> Ratkaistu ongelma tuottaa usein jonkin uuden käsitteen tai säännön.

<sup>66</sup> Novakin (2002, 53 - 55) mukaan jo 30 kuukauden ikään mennessä useimmat lapset ovat tunnistaneeet ja oppineet nimeämään noin 200 - 300 säännönmukaisuutta. Pienelle lapselle tämä säännönmukaisuuksien tunnistaminen ja kielellisten nimien käyttö niiden osoittamiseksi on käsitteiden muodostamista.

Käsitteen muodostamisessa kielellä on ratkaiseva osuus. Tieto ei ala käsitteistä, vaan käsitteet ovat seurausta siitä, että yksilö tietää jotakin. Vasta sitten on mahdollista käsitteen esitys ja käsitteen määrittely. Tällä tarkoitetaan olennaisten tunnusmerkkien<sup>67</sup> eli relevanttien attribuuttien kiinnittämistä joko väljästi ilmoittamalla käsiteluoikkaan kuuluvia tai kuulumattomia jäseniä tai esittämällä määrittelevät ominaisuudet tai ehdot. Nämä kaksi yhdistyvät termissä *käsitestruktuuri*, jolla tarkoitetaan käsitteiden ja yhteyksien muodostamaa semanttista verkkoa (linkkejä ja solmuja). Pitkälle jalostunut *konseptuaalinen tieto* muodostuu tällaisista struktuureista (Hiebert & Lefevre 1986, 4).

Hyvin tehty *käsitekartta* (vrt. kuvio 6; liite 10) vastaa propositio propositioltä tarkalleen tekijänsä ajattelua. Åhlbergin (2002, 302 - 306) mielestä parannetussa muodossaan käsitekarttojen avulla on yksityiskohtaisemmin, tarkimmin ja siten paljastavimmin ilmaista- vissa käsitekartan tekijän ajattelu sekä hänelle itselleen että keille hän haluaakin ajattelunsa yksityiskohdat paljastaa. Käsitekartatekniikka tarjoaa voimakkaan kognitiivisen työkalun myös arviointiin. Kun opiskelija laatii joltakin tiedon alueelta käsitekartan, sekä hän itse että ohjaaja saavat tietoa hänen omaksumistaan käsitteistä ja niiden välisistä suhteista<sup>68</sup>.

Meisalon ym. (2000, 209 - 210) mukaan käsitteiden välisten linkkien suunnat ja linkkisanat osoittavat, miten opiskelija kytkee käsitteet toisiinsa. Käsitteiden määrästä ja linkkien avulla niistä muodostuvasta verkosta saadaan tietoa opiskelijan tietojen laajuudesta ja käsitejärjestelmän hierarkkisuudesta. Myös tässä tutkimuksessani opiskelijoiden käsitteellinen ymmärrys on nähtävissä heidän tekemistään käsitekartoista (liite 10) sekä näitä soveltavista rakennekaavioista (liite 12 kuvio 63).

Åhlbergin (2002, 310 - 312) mielestä käsitekarttojen avulla on kaikesta tiedostamme koottavissa kulloinkin keskeiset käsitteet ja niiden väliset olennaisimmat yhteydet havainnolliseen muotoon. Parannettujen käsitekarttojen teko pakottaa ajattelemaan tarkasti,

<sup>67</sup> Novakin (2002) terminologialla, havaittu säännönmukaisuus.

<sup>68</sup> Käsitteet eivät ole lapsen mielessä kuten herneet pussissa, vailla mitään yhteyksiä toisiinsa - muutoinhan kaikki käsitteiden keskinäisiä suhteita vaativat ajattelu- operaatiot olisivat mahdottomia, samoin kuin maailmankatsomuskin. Erillisen käsitteen olemassaolo olisi mahdotonta ilman sen suhdetta toisiin käsitteisiin - jo käsitteen luonne edellyttää käsitejärjestelmää. (Vygotksky 1982, 196)

olennaisimpaan keskittyen. Se on tässä mielessä loistava laatutyökalu tietämyksen hallintaan (knowledge management). Tämä edistää oppimaan oppimista, luovaa ajattelua ja luovaa ongelmanratkaisua. Käsitekarttojen avulla oppimisesta saadaan yhteisiä oppimis- ja tutkimisprojekteja. Oppimisesta tulee jännittävää, uutta luovaa, yksilöiden ja yhteisöjen todellisten ongelmien ratkaisemista edistävää. Edelleen käsitekartat ovat osoittautuneet voimakkaiksi yhteisen ymmärryksen edistämisen välineiksi, koska ne mitä todennäköisemmin edistävät yhteisen ymmärryksen ja toiminnan syntymistä ja samalla eheyttävät ajattelua, arvoja, tunteita ja toimintaa sekä antavat voimia ratkaista yhteisöjen ja yksilöiden ongelmia.

Haapasalon (2004a, 55 - 56) mukaan käsitteiden relevanttien tunnusmerkkien kiinnittäminen ja määritelmän muotoilu riippuvat siitä, kuka tämän tekee samoin kuin siitä, mitä tietoja hänellä ja muotoilun tulkitsijalla on käytettävissään. Tämä puolestaan riippuu opiskelutilannetta säätelevistä pedagogisista ratkaisuista. Yksittäisten ja erillisiksi jäävien käsitteiden asemasta kouluttajien ja kasvattajien tulisi suunnitella integroituja tilanteita, joissa tietoa ei irroteta mielekkäistä yhteyksistään ja näkökulmistaan. Näiden prosessien suunnittelu, toteutus ja arviointi vaatii todellista asiantuntemusta. Käsitteellisen tiedon rakentumista (eli konseptuaalisen tiedon konstruoinnista) ei myöskään voida ratkaista hypertextipohjaisilla materiaaleilla (Internet, hypermedia), mikäli solmut ja linkit määritellään staattisella tavalla materiaalin laatijan toimesta ilman, että opiskelijalle (”surffaajalle”) itselleen tarjoutuu mahdollisuuksia rakentaa omia mentaalisia esityksiä ja linkkejä edellä esitetyn dynaamisen määritelmän mielessä (v16). Seuraava yhteenveto hypertextin olemuksesta perustuu Kämäräisen ja Haapasalon (1999, 2 - 11) teokseen.

Käsitekarttaa voidaan sanoa paperille tehdyksi hypertextiksi, jossa käsitteet ja niiden väliset suhteet esitetään puu- tai verkostomaisessa muodossa. Käsitekarttaa voidaan käyttää hypertextin rakenteen esittämiseen myös tietokoneen avulla. Lisäksi tästä on hyötyä hypertextien suunnittelussa (vrt. kuvio 63) ja arvioinnissa. Hypertextit muodostuvat toisiinsa viittaavista teksteistä, joita tuotetaan ja käytetään tietokoneohjelman avulla. Tekstien väliset suhteet näkyvät viittauksina eli linkkeinä. Näitä seuraamalla käyttäjä etsii tietoa ja luo itselleen kuvan hypertextin sisällöstä ja rakenteesta. Hypertextin osat voivat olla yhteydessä toisiinsa monella tavalla yhtä aikaa, jolloin muodostuu rikas viittausten verkko.

Hypertekstin laatiminen ja käyttö on työskentelyä käsitteillä ja niiden välisillä suhteilla, joista usein muodostuu verkostomaisia rakenteita. Hyvän hypertekstin luominen edellyttää monipuolista paneutumista aiheen sisältöön ja rakenteeseen. Näin ollen hypertekstiä voidaan käyttää myös oppimisen välineenä (ks. luku 2.7.3 taulukko 1). Hyvä hyperteksti antaa monipuolisen kuvan aiheesta ja tarjoaa erilaisille lukijoille heidän tarpeitaan palvelevan näkökulman ja esitystavan. Sen tekeminen on vaikeaa, mutta kehittävää. Tellan ym. (2001, 118) mielestä rakenteen pohtiminen on osa didaktista suunnittelua, jossa opettaja hyödyntää omaa oppimis- ja tiedonkäsitystään, taitojaan jäsentää oppiainesta ja laajemminkin sitä asiakokonaisuutta, jonka opiskeluun materiaalia laaditaan.

Hyperdokumentin sisällöstä suurin osa sijaitsee solmuissa, jotka voivat sisältää tekstiä, kuvia, ääntä tai niiden yhdistelmiä. Materiaali jaetaan solmuihin siten, että kunkin solmun sisältö on sellaisenaan ymmärrettävissä ja että siinä käsitellään yleisesti ottaen yhtä asiaa yhdestä näkökulmasta. Linkki yhdistää toisiinsa kaksi solmua. Se heijastaa näiden solmujen sisältöjen suhdetta. Näin ollen myös linkki voi olla tärkeä tiedonlähde. Linkillä on suunta, jonka määrittää linkin perustana oleva suhde. Hypertekstin laatimisessa, käytössä ja näiden opiskelussa ja tutkimuksessa voidaan erottaa kolme osa-alueita: käyttö, tietosisältö ja rakenne. Ne ovat karkeasti samat kuin peruskysymykset *miksi, mitä ja miten*. Hypertekstin rakentamisen prosessi on suunnittelun, toteutuksen ja arvioinnin kokonaisuus, jossa nämä toiminnot toistuvat monessakin kerroksessa.

## 4.2 Proseduraalinen tieto

*Proseduraalinen tieto* on liitetty perinteisesti kysymykseen *miten* (esim. Novak 2002, 125). Hiebert ja Lefevre (1986, 6) määrittelevät käsitteenä *procedural knowledge* formaalin kielen ja käsitteen symboliset esitykset sekä toisaalta säännöt, toimintakaavat ja algoritmit<sup>69</sup>. Ensiksi mainittu viittaa matematiikan tapauksessa symbolien sekä niiden käyttöä koskevien sääntöjen ymmärtämiseen. Esimerkiksi  $3 + x = 7$  on asianmukaisella tavalla ilmoitettua proseduraalista tietoa, mutta  $3 + = x 7$  ei. Tähän kategoriaan kuuluvan proseduraalisen tiedon ei tarvitse olla matemaattisin symbolein esitettyä. Haapasalon (2004a, 57) mukaan se voi olla myös konkreettisten apuvälineiden, piirrosten, taulukkojen tai muiden ei-standardien symbolien avulla esitettyä. Jälkimmäinen on perättäisistä, lineaarisesti etenevistä askeleista muodostuva prosessi. Tämä tarkoittaa sitä, että tieto voidaan kuvata prosessina, joka alkaa tietystä tarkoin määritellystä alkutilanteesta. Tiettyyn vaiheeseen edettyään prosessi käyttää ikään kuin sisäänmenonaan edellistä vaihetta (vrt. Rittle-Johnson ym. 2001, 346). Koska minimivaatimukseksi riittää tunnistaa aina prosessin edellinen vaihe ja suorittaa vain yksi uusi vaihe kerrallaan, prosessia voidaan työstää lyhytkestomuistissa (ks. Haapasalo 2004a, 21 - 22, 71 - 75). Tällaiset proseduurit muodostavat hierarkkisia järjestelmiä, kuten kerto- ja jakolasku suhteessa yhteen- ja vähennyslaskuun.

Haapasalo ja Kadijevich (2000) pitävät tällaisia kirjallisuudessa esiintyneitä luonnehdintoja liian yksipuolisina ja esittävät proseduraaliselle tiedolle monipuolisemman tulkinnan, joka sopii myös työni viitekehykseen:

*Proseduraalinen tieto tarkoittaa dynaamista ja tarkoituksenmukaista sääntöjen, menetelmien tai algoritmien (toimintakaavojen) suorittamista käyttäen hyväksi tiettyjä esitystapoja. Tämä edellyttää tavallisesti näiden esitystapojen pohjana olevien tietojärjestelmän syntaksin ja esitysmuotojen ymmärtämistä, mutta ei sen sijaan välttämättä näiden ominaisuuksien tietoista ajattelemista, ainakaan mikäli suoritus on automatisoitunut.*

<sup>69</sup> Algoritmi on käsitteistä, määritelmistä ja lauseista käsin johdettu operaatioiden suoritusjono, missä jokainen suoritusaskel on tarkoin perusteltavissa. (Kämäräinen & Haapasalo 1999, 63)

Konseptuaalisen ja proseduraalisen tiedon välinen *ero* on käytännössä usein vaikeaa ja jopa epätarkoituksenmukaistakin tehdä juuri muulla perusteella kuin *luonnehtimalla suorituksen automatisoitumista*<sup>70</sup> ja sitä, kuinka tietoisesti yksilö perustelee tai joutuu perustelemaan toimintojensa vaiheet.

### 4.3 Konseptuaalisen ja proseduraalisen tiedon yhteys

Huolimatta näennäisestä helppoudesta itse terminologisella tasolla, on vaikeaa luokitella tehtävät *joko* konseptuaalisiin *tai* proseduraalisiin. On myös vaikea kehittää konseptuaalista (proseduraalista) testiä, joka on proseduraalisesti (konseptuaalisesti) vapaa, koska useimmilla tiedon ilmenemismuodoilla on sekä konseptuaaliset, että proseduraaliset luonteenpiirteet (Silver 1986, 183). Proseduraalisen- ja konseptuaalisen tiedon ero on persoona-, sisältö- ja kontekstiriippuvainen, samoin kuin käsite 'ongelma'. Koulutuksellisissa kontekstissa asiaan vaikuttaa myös pedagoginen teoria, joka ohjaa opetus/oppimisprosessia. Novakin (2002, 53 - 55) mukaan lapsi keksii yrityksen ja erehdyksen kautta sanat, joita vanhemmat henkilöt käyttävät nimeämään säännönmukaisuuksia. Lapsi rakentaa sanoille merkityksiä ja rakentaa samanaikaisesti käsitteitä. Novakin näkemyksen mukaan prosessi, jossa lapsi oppii olioiden tai ilmiöiden nimiä, on samanlainen kuin se, jota aikuinen käyttää muodostaessaan uusia käsitteitä (vrt. von Glasersfeld 1995, 13). Haapasalo (2004a, 59) kiinnittää huomiota siihen, että yleensäkin tieto kehittyy prosessipohjaisuudesta oliopohjaisuuteen ja ajattelu operationaaliseen strukturaalisuuteen. Vygotskyn tarkoittama tieteellinen tieto pohjautuu sekä proseduraalisiin että strukturaalisiin komponentteihin, ja vastaavasti Piagetin tarkoittama konseptuaalinen tieto tulee kehityshistoriallisesti proseduraalisen tiedon jälkeen. Molempien teorit tukevat Haapasalon (2004a, 59) mukaan näkemystä, jonka mukaan metakognitiivisen<sup>71</sup> ajattelun läsnäolo on edellytys

<sup>70</sup> Proseduraalinen tieto koostuu usein automaattisista ja tiedostamattomista suorituksista kun taas konseptuaalinen tieto vaatii tietoista ajattelemista (Kadijevich 2004, 17).

<sup>71</sup> Katso esimerkiksi Hakkarainen ym. (1999, 165 - 170).

konseptuaalisen tiedon muodostumiselle, ja että ainakin osittain tästä syystä proseduraalisen tiedon muodostuminen olisi ikään kuin helpompaa ja primäärimpää. Kannattaa kyseenalaistaa opetus, jossa pyrittäisiin konseptuaaliseen tietoon kiinnittämättä huomiota tiedon proseduraaliseen luonteeseen ja merkitykseen oppilaalle itselleen (vrt. Rittle-Johnson ym. 2001, 347).

Proseduraalista ja konseptuaalista tietoa ei voida mitata suoraan, joten tietotyyppien suhteiden analyysi perustuu proseduraalisissa ja konseptuaalisissa tehtävissä menestymiseen. Haapasalo ja Kadijevich (2000, 145) toteavat, etteivät tutkimukset riitä yleistettävään johtopäätökseen proseduraalisen ja konseptuaalisen tiedon suhteesta. He kiinnittävät huomiota oppimisprosessin pohjana olevaan pedagogiseen kehysteoriaan ja erottavat *koulutuksellisen* ja *kehityksellisen* lähestymistavan (ks. luvut 4.4 ja 4.5). Erityisesti opiskeluseurantaan<sup>72</sup> liittyvät muuttujat voivat joko edistää tai haitata konseptuaalisen ja proseduraalisen tiedon linkittymistä<sup>73</sup>. *Opiskeluseurannalla* he tarkoittavat oppimisprosessin suunnittelua, toteuttamista ja kontrollia, johon osallistuvat opettajan lisäksi myös opiskelijat ja opiskelijatiimit.

Tässä tutkimuksessani saatujen tulosten pohjalta todisteet konseptuaalisen ja proseduraalisen tiedon suhteesta eivät ole niin olennaisia (vrt. Silver 1986, 182 - 183) kuin etsittäessä tehokasta kollaboratiivista oppimisympäristöä. Projekti tosin tarjosi perinpohjaisessa tarkastelussa näyttöä tietotyyppien välisistä suhteista. Opiskelijat työstivät projektia olemassa olevan, käyttökelpoisen tietonsa varassa. Projektin aikana tällaisen tiedon rakenne muuttui erilaisten ongelmaratkaisuprosessien seurauksena. Näiden prosessien avulla opiskelijat löysivät akuutissa ongelmatilanteessa käyttökelpoisen menettelytavan, jonka avulla he pääsivät eteenpäin. Tässä yhteydessä mahdollisesti muodostui uusia linkkejä käsitteelliseen tietoon, joka auttoi ratkaisussa tai proseduraalisessa tiedossa. Tämä viittaa Vygotskyn (1982, 108) termiin *käsitteen syntymisen funktionaaliin edellytyksiin*.

<sup>72</sup> Katso esimerkiksi (Haapasalo 2004a, 281 - 282).

<sup>73</sup> Rittle-Johnsonin ym. (2001, 351) tutkimusasetelmassa oppilas työskenteli tietokoneella itsenäisesti. Heidän kokemustensa mukaan oppilas oppi tehtävästä enemmän silloin kun tutkija ei ollut läsnä.

## 4.4 Kehityksellinen lähestymistapa

Proseduraalinen tieto näyttäisi yleensäkin kehittyvän konseptuaalista tietoa nopeammin. Lapsi valitsee usein oikean tavan tehdä, tietämättä ja ymmärtämättä oikeastaan miksi. Vygotsky (1978, 100) puolestaan toteaa, että ihminen kykenee tekemään enemmän kuin hän ymmärtää. Näyttää siis siltä, että *proseduraalinen tieto tekee mahdolliseksi konseptuaalisen tiedon kehittymisen*. Opetuksellinen tulkinta voisi olla: käytä hyväksesi proseduraalista tietoa ja reflektoi tulosta. Haapasalo ja Kadijevich (2000, 147) kutsuvat tätä *kehitykselliseksi lähestymistavaksi (developmental approach)*, koska se heijastaa (matemaattisen) tiedon synnyn filosofiaa samoin kuin yksilön kehitystä erityisesti alkukasvatuksen matematiikassa.

Lähestymistapaa voidaan luonnehtia siten, että ”maailmanympäripurjehdus” aloitetaan myötätuuleen toiveena, että matka jatkuisi koko ajan suotuisissa tuulissa ja että samalla opittaisiin vähitellen purjeiden käyttäytyminen. Tieteellisimmin ilmaistuna: eteneminen perustetaan spontaanille proseduraaliselle tiedolle ja toivotaan tätä kautta asioiden ikään kuin lokahtavan konseptuaaliseen tietoon. (Haapasalo 2004a, 59). Tutkimuksessani kehityksellistä lähestymistapaa luonnehtii Learning by Design -viitekehys (luku 2.8), joka esiteltiin kaikille opiskelijoille kurssin luennoilla ja jolle työskentely rakentui. Tämän lähestymistavan mukaisesti opiskelijoille asetettiin aito ongelma moninaisuudessaan (vrt. Lehtinen 1997, 22) ja opiskelijat kehittivät kokonaisratkaisua ratkaisten prosessin aikana eteen tulevia osaongelmia.

## 4.5 Koulutuksellinen lähestymistapa

Toinen näkökulma on, että vasta *konseptuaalinen tieto mahdollistaa proseduraalisen tiedon kehittymisen*. Tämän opetuksellinen seuraamus on: rakenna merkitys proseduraaliselle tiedolle ennen kuin opetat sen. Haapasalo ja Kadijevich (2000, 150 - 151) kutsuvat tätä *koulutukselliseksi lähestymistavaksi (educational approach)*, koska se näyttää täyttävän tyypillisesti koulutukselta vaadittavan tiedon ymmärtämisen ja oletetun opitun tiedon siirtovaikutuksen (transfer).

Koulutukselliseen lähestymistapaan sopii purjehdusanalogia, jonka mukaisesti ensin investoidaan maantieteellisten ja ilmastollisten olosuh-



teiden selvittämiseen sekä purjehtimisen taustalla oleviin fysikaalisiin lainalaisuuksiin. Tässä investoidaan alun alkaen voimakkaammin käsitteellisen tiedon syntymiseen, pitäen kuitenkin koko ajan mukana myös proseduraalisia aspekteja (Haapasalo 2004a, 60). Tutkimuksessani Learning by Design -viitekehyksen lisäksi noin puolet kurssilaisista sai konseptuaalisen viitekehyksen luvussa 4.6 esiteltävään MODEM-lähestymistapaan, kun professori Haapasalo piti toisella harjoituskeralla aiheesta luennon. Tämä sisälsi esimerkin (luku 4.6 kuviot 8 ja 11), ohjasi lähdemateriaalin luo ja pyrki motivoimaan, jotta opiskelijat kykenisivät tuottamaan kognitiiviseen ristiriitaan perustuvaa opetusmateriaalia. Lähtökohtana ei ollut osoittaa näin pienen luentomäärän riittävyttä, vaan pikemminkin tutkia, millaisia vaikutuksia jo sillä kenties olisi. Vaikka luento keskittyi lähinnä orientaatio- ja määrittelyvaiheisiin (ks. luku 4.6), sen seurauksena opiskelijat tutustuivat oman opetusohjelman suunnitteluprosessin aikana matemaattisen käsitteen muodostumisprosessiin kokonaisuutena. Näin opiskelijoilla oli mahdollisuus soveltaa konstruktivistista käsitteenmuodostuksen teoriaa omassa opetusohjelmassaan (vrt. Kopponen 1997, 3).

Koulutuksellisen ja kehityksellisen lähestymistavan eron oppimisen ja opettamisen näkökulmasta voin hieman karrikoiden kiteyttää Niirasen ja Siekkisen (2004, 298) tulkintoja soveltaen: *Mitä lapsi tänään osaa tehdä yhdessä toisen kanssa, sen hän osaa tehdä yksin huomenna* (Vy-gostky). *Aina kun opetamme lapselle jotakin, estämme häntä keksimästä sitä itse* (Piaget). Haapasalo (2003) esittää konkreetein mallein, kuinka koulutuksellinen ja kehityksellinen lähestymistapa voidaan yhdistää elegantilla tavalla. Tämä käy ilmi seuraavasta luvusta.

## 4.6 Kehityksellisen ja koulutuksellisen lähestymistavan yhdistäminen: mittaaminen-tarkkuus-desimaaliluvut

Suunnitellessani työni matemaattisen substanssin tavoitteenasettelua jouduin pohtimaan kuinka opiskelijat voisivat lähestyä materiaalin suunnittelua eräänlaisten virtuaalisten tavoitetasojen kautta siten, että ne kertoisivat oppilaan (miksei myös opettajan) ajattelun kehittymisestä paremmin kuin jokin standardikoetehtävä tai yksittäinen kysymys. Haapasalo (2004, 292) on esittänyt fysiikan käsitteestä tällaisen prototyypin, jonka

pohjalta esitän seuraavassa tämän tutkimukseni kannalta relevantin opiskelijoiden tuotoksen (Anon 2002). Kyseessä on aineenopettajaopiskelijoiden tuotos heti heidän opintojaksonsa 'Opetuksen suunnittelu ja arviointi' alussa professori Haapasalon pitämän luentosarjan jälkeen. Tämä osoittaa opiskelijoiden kykenevän dynaamisen viitekehysten (esim. MODEM<sup>74</sup>) mukaiseen opetuksen suunnitteluun, mitä oli havaittavissa omassa tutkimuksessanikin (vrt. kuviot 10, 12 - 16). Itse asiassa opiskelijoiden design-prosessin tuloksista löytyy dynaamisiin tavoitetasoihin sopivia tuotoksia.

Mittaaminen on luonteva perusta desimaalilukujen oppimiseen, jolloin esimerkiksi käsitteet mittaaminen, arvioiminen, pyöristäminen ja laadunmuunnokset on mahdollista ymmärtää kokonaisvaltaisella tavalla. Vasta mittaamisen periaatteen ymmärtämisen jälkeen voidaan kiinnittää mittayksiköt ja määritellä kerrannaisyksiköt. Seuraavasta ilmenee, millaisten virtuaalisten tavoitetasojen kautta opiskelijat lähestyvät problematiikkaa professori Haapasalon ohjauksessa (Anon. 2002):

Dynaamiset tavoitetasot käsitteekenttään mittaaminen-tarkkuus-desimaaliluvut<sup>75</sup>

1. Taso: Ymmärrän, että on olemassa eripituisia kappaleita ja että kappaleiden pituutta voidaan mitata.
2. Taso: Ymmärrän, että on olemassa erilaisia mittoja ja että erilaisilla mitoilla saadaan erilaisia pituuksia.
3. Taso: a) Ymmärrän, että saamani mittaustuloksen täytyy olla yleisesti ymmärrettävissä.  
b) Tiedän, että pituus on perussuure ja että sen perusmittayksikkö on 1 m.

<sup>74</sup> Valitsin koulutukselliseksi lähestymistavaksi MODEM (Matematiikan Opetuksen Didaktis-Empiirisiä Malleja; Model of Construction for Didactic and Empirical Problems of Mathematics Education) -viitekehysten, koska se on laajasti tutkittu (Haapasalo 1991; 1993) ja koska malleja konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaiseen matematiikan opetukseen on harvassa (Lattu 1999, 55). Lisäksi MODEM-tutkimusten tekijä professori Haapasalo oli käytettävissä teorian luennoimiseen.

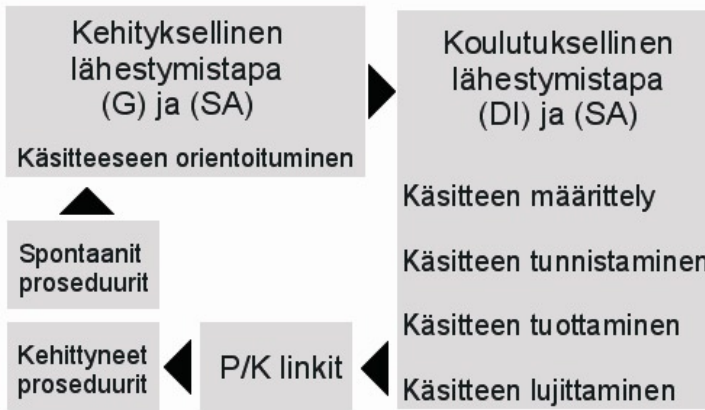
<sup>75</sup> Mittaamisessa rajoituttiin aluksi pituuden mittaamiseen, koska se oli selkeintä ja konkreettisinta.

4. Taso: a) Ymmärrän, että mitta voidaan jakaa pienempiin osiin, jolloin saadaan tarvittaessa tarkempia tuloksia.  
b) Tiedän, että metrin kymmenesosa on desimetri, sadasosa senttimetri ja tuhannesosa millimetri.  
c) Osaan myös desin, sentin ja millin symboliset merkinnät eli desimaaliluvut.
5. Taso: a) Tiedän, että mittaustuloksia voidaan esittää sanallisesti, kuvallisesti ja symbolisesti.  
b) Osaan tarvittaessa muokata mittaustuloksia esitysmuodosta toiseen.
6. Taso: Osaan mitata pituuksia ja valita kuhunkin tilanteeseen parhaiten sopivat mittausvälineet. Osaan yhdistää sopivan mittatarkkuuden sen käyttötarkoitukseen.
7. Taso: Osaan soveltaa oppimaani arkipäivän tilanteisiin. Ymmärrän, että etuliitteet desi, sentti ja milli esiintyvät myös muilla mittattavilla suureilla, esimerkiksi massalla.
8. Taso: Osaan muuttaa desimaalilukuja laadusta toiseen. Esimerkiksi osaan muuttaa milleistä senteiksi ja metreistä desimetreiksi. jne.

Tavoitetasot 1 - 4b ovat luonteeltaan kehityksellistä lähestymistapaa suosivia. Nämä liittyvät oppilaiden luonnollisiin tilanteisiin ja ne voidaan oppia oman yrityksen kautta suhteellisen helposti. Oppilas työskentelee tällöin omien spontaanien proseduurien varassa. Tavoitetasot 4c - 8 ovat luonteeltaan koulutuksellista lähestymistapaa suosivia, sillä ne vaativat systemaattisempaa kognitiivista prosessointia. Niissä jäsentymisen kohteena olevaa käsitteellistä tietoa sovelletaan erilaisissa yhteyksissä. Kuvion 6 terminologialla kehityksellinen lähestymistapa liittyy lähinnä tilanteisiin, joissa havaitaan kognitiivinen ristiriita ole-massa olevan tiedon ja tilanteen vaatimuksien välillä. Tämän ristiriidan ratkaisuprosessin seurauksena määritellään uusi käsite, ja tämän jälkeen käsitettä voidaan käyttää uusissa yhteyksissä. Samalla siirrytään käsitteen oppimisessa koulutuksellisen lähestymistavan puolelle (kuvio 5). Tämän työskentelyn aikana pyritään jäsentämään opittua käsitettä ja löytämään sille luonnollisia sovelluskohteita käyttäen käsitettä omien proseduurien sisällä. Näin syntyvien proseduraalisten ja konseptuaalisten linkkien avulla muodostuu yhä kehittyneempiä proseduureja, joiden varassa voidaan suunnata kehityksellisen lähestymistavan mukaiseen

orientoitumisprosessiin. Tässä yhteydessä havaitaan kognitiivinen riski siitä olemassa olevan tiedon ja tilanteen vaatimuksien välillä. Aivan analogisella tavalla voidaan Haapasalon (2004b, 179) mukaan edetä myös opettajankoulutuksessa, kun opiskelijoita autetaan sisäistämään tämä varsin monisäikeinen pedagoginen ajattelutapa.

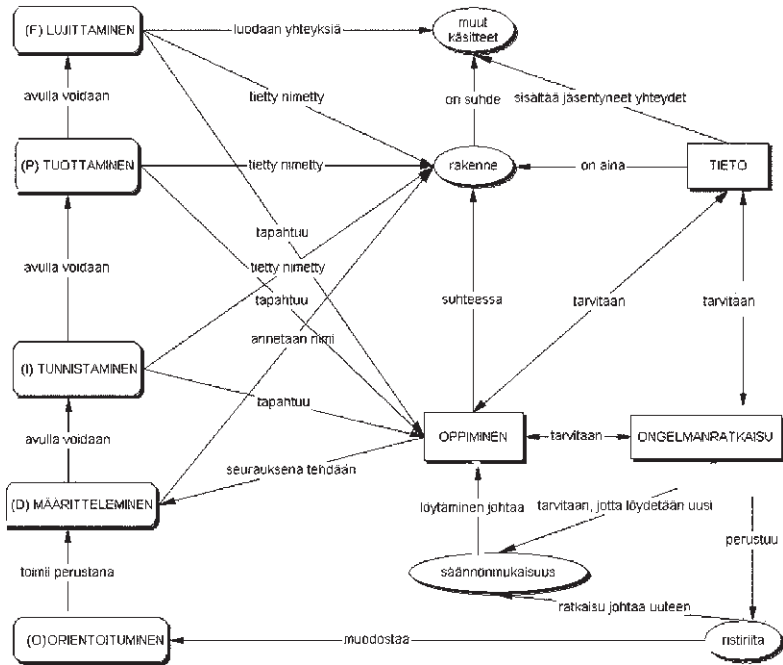
Kuviossa 5 olevat lyhenteet perustuvat Haapasalon ja Kadijevichin (2000, 145) tarkasteluun konseptuaalisen ja proseduraalisen tiedon suhteesta tutkimusten valossa. He ovat kirjallisuuden empiirisen analyysin perusteella löytäneet neljä erilaista näkökulmaa<sup>76</sup> proseduraalisen ja konseptuaalisen tiedon suhteelle.



**Kuvio 5.** MODEM-teorian mukainen käsitteenmuodostusprosessi osana kehityksellisen ja koulutuksellisen lähestymistavan integrointia (Haapasalo 2003, 12).

<sup>76</sup> Aktivoimattomuuden näkemys (Inactivation view): proseduraalisella ja konseptuaalisella tiedolla ei ole suhdetta. Samanaikaisen aktivoinnin näkemys (Simultaneous activation view, SA): Proseduraalinen tieto on välttämätön ja riittävä ehto konseptuaaliselle tiedolle. Dynaamisen vuorovaikutuksen näkemys (Dynamic interaction view, DI): käsitteellinen tieto on välttämätön mutta ei riittävä ehto proseduraaliselle tiedolle. Geneettinen näkemys (Genetic view, G): Proseduraalinen tieto on välttämätön, mutta ei riittävä ehto konseptuaaliselle tiedolle.

Esitän oman näkemykseni MODEM-viitekehyyksen mukaisen käsitteen muodostusprosessin sijoittumisesta tiedon rakentamisen, oppimisen ja ongelmanratkaisun viitekehyyksessä kuviossa 6.



**Kuvio 6.** MODEM-viitekehyyksen mukaisen käsitteenmuodostusprosessin<sup>77</sup> sijoittuminen tiedon rakentamisen, oppimisen ja ongelmanratkaisun viitekehyykseen.

<sup>77</sup> Kuviossa 6 olevat käsitteenmuodostusprosessin vaiheiden lyhenteet O, D, I, P, F tulevat saksankielestä Orientierung, Definierung, Identifizierung, Produzierung, Festigung.

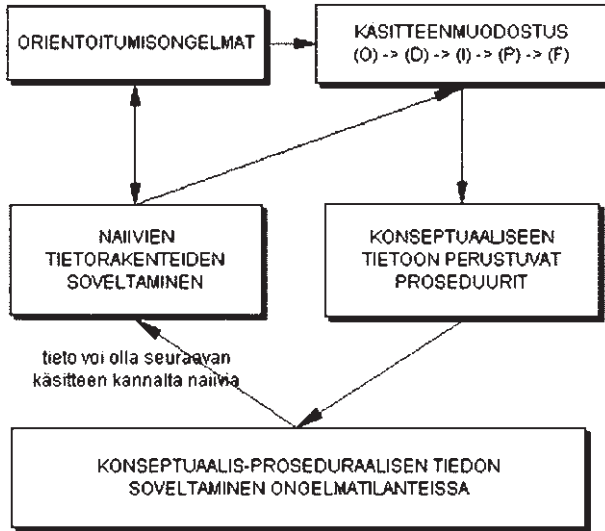
MODEM-projektin pohjana olevan *systemaattisen konstruktivismi*<sup>78</sup> lähtökohtana on tarjota oppilaille mahdollisuuksia konseptuaalisen ja proseduraalisen tiedon konstruktioihin tavalla, jossa heikon ja radikaalin konstruktivismiin vaatimukset yhdistyvät *lokaalin konstruktivismiin* välityksellä (Haapasalo 2004a, 200; ks. luku 3.5). Kyseessä on siis periaatteessa koulutuksellinen lähestymistapa, jossa investoidaan käsitteiden perinpohjaiseen ymmärrykseen. Kuitenkin kehityksellinen lähestymistapa palvelee tavoitteeseen pääsemistä erityisesti orientoitumisvaiheessa.

Kuvion 7 malli antaa oivalliset mahdollisuudet analysoida oppilaan käsitteenmuodostuksen etenemistä, sillä jokaista prosessin osavaihetta (kuvio 7) ja jokaista tiedon eri esitysmuotojen välistä muunnosta varten voidaan laatia räätälöityjä konseptuaalisia tehtäviä. Tarkastelen prosessin osavaiheiden yhteydessä yksityiskohtaisemmin desimaalilukujen oppimiseksi laadittavia tehtäviä MODEM-viitekehyksessä. Esittelen osavaiheet teoksen Haapasalo (2004a) mukaisesti kuitenkin käyttäen tarvittaessa apuna desimaalilukuihin ja mittaamiseen liittyvää tutkimusraporttia Haapasalo (1993).

---

<sup>78</sup> Nimitystä 'systemaattinen konstruktivismi' on Haapasalon (2004a, 201) mukaan perusteltua käyttää seuraavista syistä:

1. Käsitteet asetetaan sekä matematiikan tietorakenteiden että oppilaan kehityksen kannalta oikeaan järjestykseen (matemaattis-loogiset vaatimukset).
2. Käsitteenmuodostus ymmärretään prosessina, jossa oppilas muodostaa käsitteestä sekä matematiikan rakenteen että ongelmanratkaisun kannalta riittävän yksiselitteisiä ja käyttökelpoisia attribuutteja. Erityisesti kiinnitetään huomiota tiedon eri esitysmuotojen (verbaalinen, symbolinen ja kuvallinen) väliseen tasapainoon sekä käytännön tilanteisiin liittyviin tulkintoihin.



**Kuvio 7.** Tietorakenteiden syntyminen systemaattisessa konstruktivismissa (Haapasalo 2004a, 207).

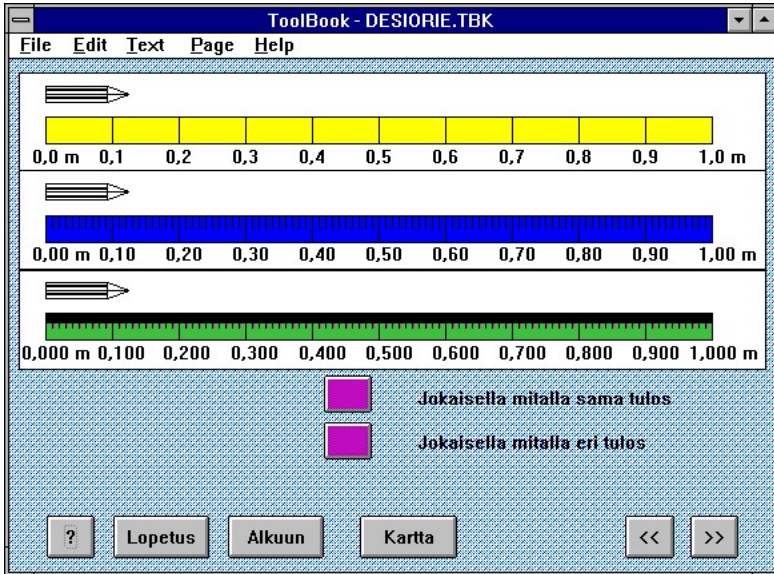
- *Orientoitumisvaiheessa* (O) oppilaalle synnytetään tahallisesti kognitiivinen konflikti eli loogis-kognitiivinen ristiriita (luku 2.6), jota ratkaistessaan hän joutuu osallistumaan aktiivisesti käsitteen relevanttien tunnusmerkkien havaitsemiseen. Tätä varten suunnitellaan ongelmatilanne, jota oppilas kykenee tulkitsemaan hyvinkin naiivien mielikuvien ja käsitystensä, mentaalimalliensa, avulla. Haapasalo (2004a, 41 - 43, 201) suosittelee dialektista ongelman muotoilua<sup>79</sup>. Dialektinen

<sup>79</sup> Dialektiset ongelmat poikkeavat muista ongelmatyypeistä oleellisesti siten, että

- jo heti ongelmanasettelusta ilmenee selkeästi, että ratkaisija voi tulkita ongelman haluamastaan perspektiivistä ja käyttää ratkaisussaan omia subjektiivisia kriteereitään
- niissä ei ole annettu lopputilaa (ja joskus alkutilannekin voi olla epä määräinen)
- lopputilanne syntyy ratkaisuprosessin aikana ratkaisijan toimesta

Nimitys dialektinen johtuu siitä, että lopputilan hahmottamisessa joudutaan kohtaamaan ilmeneviä ristiriitoja ja epämiellyttäviä tilanteita ja kenties muuttamaan toistuvasti päämääräasettelua. (Haapasalo 2004a, 41)

ongelmanmuotoilu tarkoittaa sitä, että lopputilan hahmotamisessa joudutaan kohtaamaan ilmeneviä ristiriitoja ja epämiellyttäviä tilanteita ja siten kenties muuttamaan toistuvasti päämääräasettelua. Kuviossa 8 on esitetty orientoitumisvaiheen tehtävä opetusohjelmasta *Desi* (Haapasalo 1996; vrt. dynaamiset tavoitetasot 2 ja 4a).



**Kuvio 8.** Orientoitumisvaiheen tehtävä opetusohjelmasta *Desi*.

Orientoitumisvaihetta varten opiskelijoiden tuli suunnitella ohjelman alkuun ongelmatilanne. Tämän loogis-kognitiivisen ristiriitatilanteen tarkoituksena oli herättää ohjelmaa käyttävässä oppilaassa tarve oppia mittaamisen ja tarkkuuden käsitteet. Kuviossa 9 on esitetty opiskelijoiden rakentamia orientoimisvaiheen ongelmia. Kuviossa 10 on esimerkki opiskelijoiden toteuttaman ohjelman orientaatio-osasta. Se osoittaa opiskelijoiden mitä ilmeisimmin pohtineen mittaamisen käsitteen konstruktivistista perustaa (vrt. luku 2.6; dynaamiset tavoitetasot 2 ja 3).



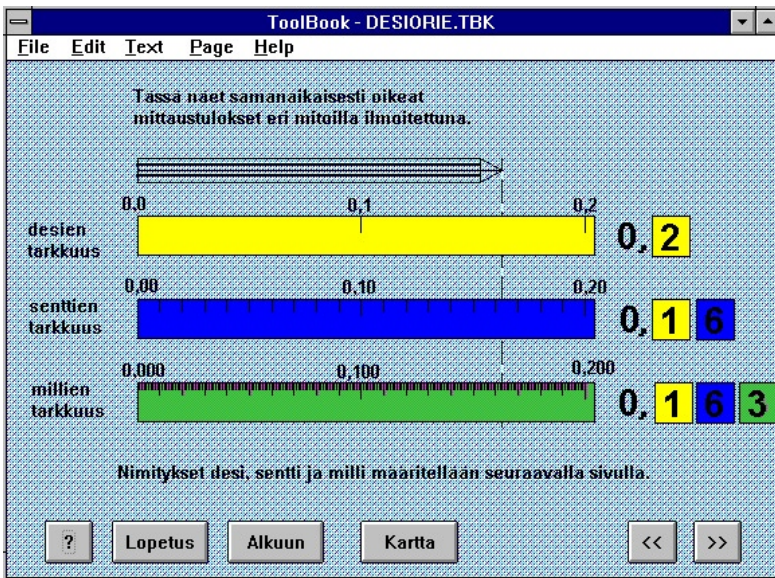


**Kuvio 9.** Opiskelijoiden ideoimia orientoimisvaiheen ongelmia (kuvaruutunäyttöjä).



**Kuvio 10.** Opiskelijoiden ideoima orientaatio-osa.

- Relevanttien tunnusmerkkien (ks. Haapasalo 2004a, 51) kiinnittäminen ja kokoaminen muodostaa käsitteen *määrittelyvaiheen (D)*. Orientoitumis- ja määrittelyvaiheen muodostamaa kokonaisuutta voimme nimittää käsitteen konstruomiseksi tai käsitteen muovaamiseksi. Se on vahvasti produktiivista aktiivisuutta (luovia työmuotoja) suosiva ja vaativa vaihe ja tapahtuu ongelmanratkaisuprosessin viitekehyksessä, luvun 2.6 kuvaaman epätasapainotilan, loogis-kognitiivisen ristiriidan, aikaansaamana. Tästä syystä prosessia kutsutaan ongelmakeskeiseksi (luku 2.6), ja vasta kun opiskelutapahtumalla on tällaiset tunnusmerkit, voimme käyttää termiä ongelmakeskeinen opetus. (Haapasalo 2004a, 204). Kuviossa 11 on esitetty määrittelyvaiheen relevanttien tunnusmerkkien kokoava näyttö opetusohjelmasta Desi.



**Kuvio 11.** Määrittelyvaiheen relevanttien tunnusmerkkien koonta opetusohjelmasta Desi.

*Määrittelyvaihetta* varten opiskelijoiden piti suunnitella tehtäviä, joissa käsitteen relevantit tunnusmerkit kiinnitetään. Kuviossa 12 on oiva esimerkki opiskelijoiden suorittamasta tarkkuus-käsitteen reflektoinnista heidän rakentaessaan määrittelyvaiheen näyttöjä (vrt. dynaamiset tavoitetasot 2 ja 4a). Kuviossa 13 on lisää opiskelijoiden ideoimia määrittelyvaiheen tehtäviä.



**Kuvio 12.** Opiskelijoiden rakentama määrittelyvaiheen tehtävä.

Mitkä luvuista voit laskea yhteen. Klikkaa oikeaa vaihtoehtoa. Ääni kertoo, oletko oikeassa.

$3,60 + 2,35$     $5,987$     $9$

$0,720 + 2,2$     $100$     $2,230$

$1,3 + 234,06$     $2,03$     $5,6$

Huomasitko jotain?

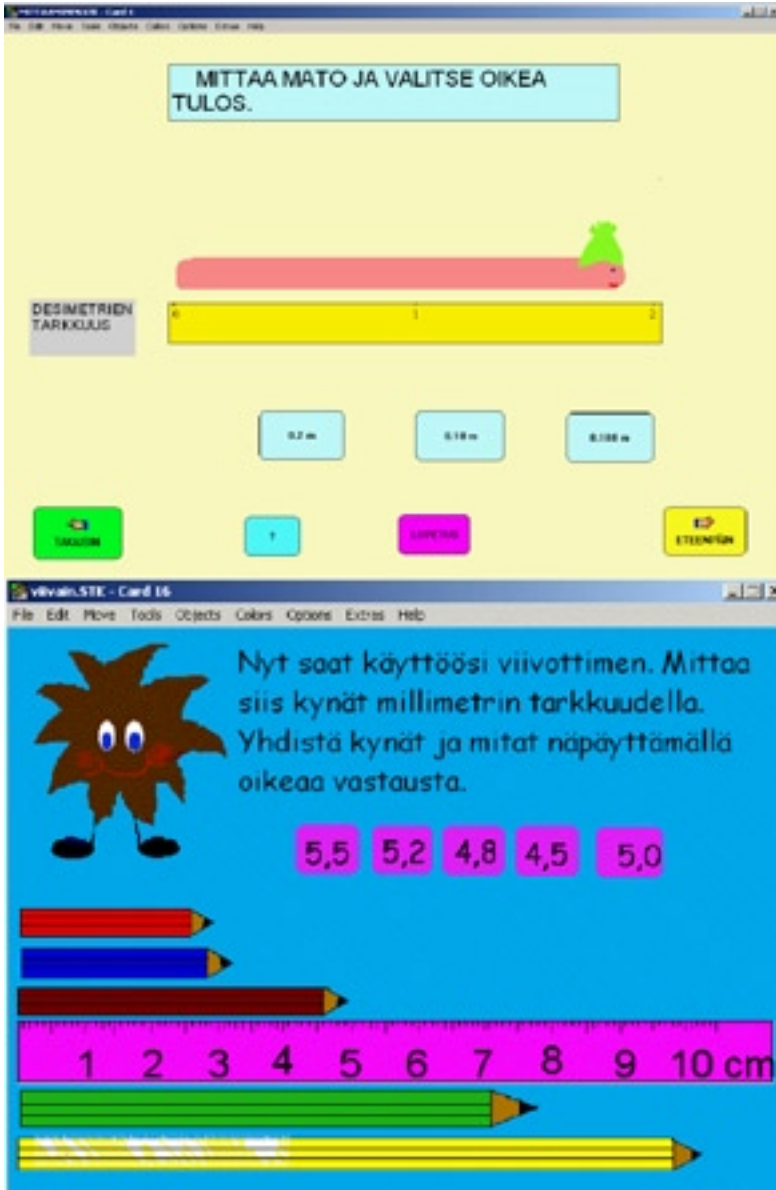
Varmasti sen, että voit laskea yhteen ainoastaan samalla tarkkuudella ilmoitettuja lukuja!!!

Kuten  $0,56+2,34=2,90$

**Kuvio 13.** Kolme erilaista opiskelijoiden ideoimaa määrittelyvaiheen tehtävää.

*Orientoitumisvaihe* onnistuu edellä kuvatussa mielessä vasta silloin, kun oppilas kykenee muodostamaan käsitteen oleelliset tunnusmerkit omilla skeemoillaan. Ideaalissa konstruktivistisessa opiskeluympäristössä toteutuu Peircen totuusteoria (ks. luvut 2.6, 3.4), jossa näiksi tunnusmerkeiksi jäävät oppilastiimien sosiaalisen kommunikoinnin tuloksena syntyneet elinvoimaiset kuvakset. Se missä määrin nämä kuvaukset vastaavat yleisesti hyväksytyjä määritelmiä, tarkoittaa viime kädessä sitä, miten opettaja on järjestänyt opiskelujakson.

- *Tunnistamisvaihe* (I) on osoittautunut kaikissa MODEM-projektin empiirisissä tutkimuksissa (esim. Haapasalo 1993) yhdeksi tärkeimmistä vaiheista käsitteen muodostuksessa. Tutkimuksessani opiskelijoiden tuli laatia tehtäviä, joilla oli ainoastaan tunnistamiseen tähtäävä funktio, eivätkä ne saaneet edellyttää monimutkaista prosessointia. Tehtävien tuli olla monipuolisia, jotta oppilas saattoi liittää semanttiseen esitykseensä niin verbaalisia (V), kuvallisia (K) kuin symbolisiakin (S) attribuutteja. Tämä edellytti tehtäviä
  - verbaalisen ja verbaalisen (IVV)
  - verbaalisen ja kuvallisen (IVK)
  - verbaalisen ja symbolisen (IVS)
  - kuvallisen ja kuvallisen (IKK)
  - kuvallisen ja symbolisen (IKS), ja
  - symbolisen ja symbolisen (ISS)
 muodon välillä alkaen yksinkertaisesta ja päättyen monimutkaiseen. Osa opiskelijoista sisällytti ohjelmaansa tunnistamisvaiheen näyttöjä. Kuviossa 14 on esitetty yksinkertaisia IKS-tyyppisiä tunnistustehtäviä ja kuviossa 15 monimutkaisia ISS-tyyppisiä tunnistamistehtäviä (vrt. dynaamiset tavoitetasot 4bc, 5ab).



**Kuvio 14.** Yksinkertaisia opiskelijoiden ideoimia IKS-tyyppisiä tunnistustehtäviä.

The image displays two screenshots of educational software. The top screenshot, titled 'mittalaskuLSTK - Card 0', shows a task where the user is given a distance of 1180,0 m and asked to find different options for free travel. A table lists the distance in various units:

metreinä	1,1800
kilometreinä	1180,0
hehtometreinä	11800
dekametreinä	118,0
desimetreinä	1,180
	11,80
	11,8

Below the table are three buttons: 'Mittaamisen periaate', 'Mittaustarkkuus', and 'Takaisin alkuun'. The bottom screenshot, titled 'mittoin etuisuuLSTK - Card 13', shows a task titled 'Siirrä mittayksiköt suuruusjärjestykseen!' (Move the units of measurement to size order!). Below the title is the instruction '(alkaen pienimmästä mittayksiköstä)' (starting from the smallest unit of measurement). A 'AVUUS!' button is present. At the bottom, there are five empty boxes for placing units, with a row of buttons below them labeled '1cm', '1km', '1dm', '1mm', and '1m'.

**Kuvio 15.** Monimutkaisia opiskelijoiden ideoimia ISS-tyyppisiä tunnistamistehtäviä.

- *Tuottaminen* (P) eroaa tunnistamisesta oleellisesti, sillä siinä oppilaan on tuotettava käsitteen jokin vaadittu esitysmuoto (esim. kuvallinen) lähtien jostain esitysmuodosta (verbaalisesta, symbolisesta tai kuvallisesta). Kolme esitysmuotoa vaativat kaikkiaan yhdeksän eri tuottamistehtävätyyppiä:
  - verbaalisesta verbaaliseen (PVV)
  - verbaalisesta kuvalliseen (PVK)
  - verbaalisesta symboliseen (PVS)
  - kuvallisesta verbaaliseen (PKV)
  - kuvallisesta kuvalliseen (PKK)
  - kuvallisesta symboliseen (PKS)
  - symbolisesta verbaaliseen (PSV)
  - symbolisesta kuvalliseen (PSK), ja
  - symbolisesta symboliseen (PSS)

Myöskään tuottamistehtävät eivät saisi edellyttää oppilaalta monimutkaisempaa tiedon prosessointia. (Haapasalo 2004a, 206). Tutkimuksessani vain harva opiskelijaryhmä ennätti sisällyttää ohjelmaan tuottamisvaiheen näyttöjä. Kuviossa 16 on esimerkki opiskelijoiden rakentamasta tehtävästä.



**Kuvio 16.** Opiskelijoiden ideoima tuottamistehtävä.

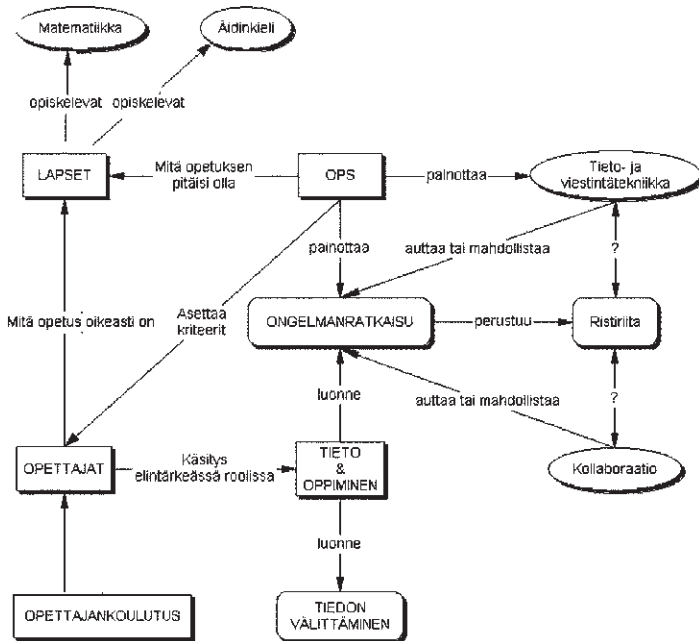


*Lujittamisvaiheessa* (F) oppilas syventää konseptuaalista tietoaan ja konstruoi siihen liittyvää proseduraalista tietoaan. Ideana on, että oppilas soveltaa desimaalilukukäsitettä mitä erilaisimmissa asiayhteyksissä, hankkii käsitteelle lisää attribuutteja sekä syventää sen matemaattista olemusta kulloinkin tarkoituksenmukaisella tavalla. Tällöin tehtävissä voidaan jo vaatia oppilaalta monimutkaisempaa tiedon prosessointia tunnistamis- ja tuottamisvaiheessa opittujen attribuuttien avulla. Desimaalilukujen tapauksessa lujittamisvaiheeseen kuuluu paitsi desimaalilukujen soveltaminen rutiinitehtävissä ja erilaisissa ongelmatilanteissa myös seuraavanlainen proseduraalinen tieto (Haapasalo 1993, 19).

- (i) desimaalilukujen suuruusvertailu ja tulkinta lukusuoralla
- (ii) desimaalilukujen pyöristäminen (tarkkuushan on ollut jo alun alkaen mukana)
- (iii) desimaalilukujen yhteen ja vähennyslaskut
- (iv) desimaalilukujen kerto- ja jakolaskut
- (v) laadut ja niiden muunnokset
- (vi) murtoluvun esittäminen desimaalilukuna (ja kääntäen, milloin se on mielekästä)
- (vii) osuuksien (esim. prosenttilaskujen) laskeminen desimaalilukujen avulla

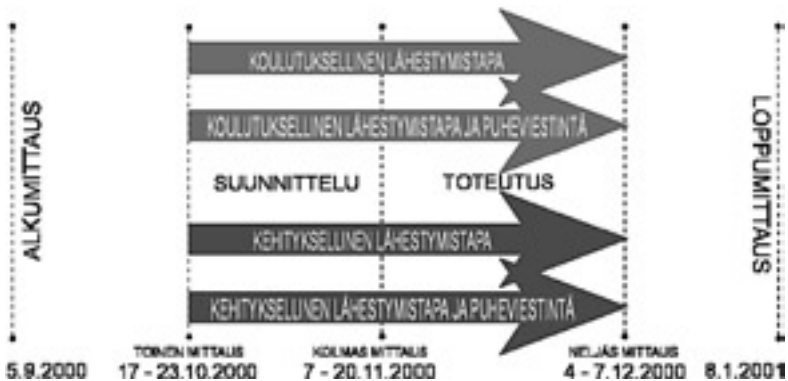
## 5 TUTKIMUSTEHTÄVÄ JA -ONGELMAT

Tutkimustehtävä nousee modernin koulutuksen kehittämisen tarpeesta. Elinikäisen oppimisen valmiuksien kehittäminen ja työelämän vaatimukset edellyttävät oppimisen näkemistä ongelmanratkaisun sisältävänä prosessina (kuviot 17). Opetuskulttuurin muokkaamisessa opettajankoulutus on tärkeässä roolissa, sillä opettajan käsitys tiedosta, opetuksesta ja oppimisesta vaikuttaa hänen opetukseensa ja opetusmenetelmien valintaan. Uuden perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden tasolla (Opetushallitus 2004) näkyy merkkejä oikeasuuntaisesta pyrkimyksestä vallitsevan koulukulttuurin muokkaamiseen kohti luonnollista, ongelmanratkaisun yhteydessä tapahtuvaa oppimista. Tosin konkreettiset käytännön ohjeet puuttuvat. Käytännön tasolla vallitseva opetuskulttuuri on varsin opettajakeskeinen (esim. Rasku-Puttonen ym. 2003, 53).



**Kuvio 17.** Tieto- ja oppimiskäsityksen suhde opetukseen.

Tutkin tieto- ja viestintäteknikkaa integroivan ongelmanratkaisutehtävän vaikutusta opiskelijoiden käsitykseen tiedosta, opetuksesta ja oppimisesta. Yksi osa opiskelijoiden tehtävää on vaativan tiedollisen rakenteen, hypermediaopetusohjelman, suunnittelu (kuvio 18). Toinen osa tehtävää on ohjelman toteutus. Näissä design-prosessin osissa opiskelijoiden jaettu asiantuntijuus ja autenttinen ongelmanratkaisu ovat tärkeässä roolissa. Tieto konstruoidaan vastauksena johonkin opiskelijalle merkitykselliseen ongelmaan. Mikäli opiskelijoiden käsitys oppimisesta ristiriitojen (ongelmien) ratkaisuna vahvistuu, se voi johtaa koulukulttuuriin, jossa oppimisen mielekkyys syntyy tiedon ja sen käyttötarkoituksen ymmärtämisen kautta. Tämä voi johtaa pois pintapuolisesta oppimisesta, joka on tulosta tiedon välittämiseen perustuvasta koulukulttuurista (ks. Väisänen 2000, 36 - 37). Esitän tutkimusmittausten sijoittumisen ohjelman tuottamisprosessiin kuviossa 18.



**Kuvio 18.** Tutkimusmittausten sijoittuminen ohjelman tuottamisprosessiin.

Tutkin myös vaativan ongelmanratkaisutehtävän vaikutusta suhteessa opiskelijoiden käsitykseen omista opetusteknologian käyttötaidoistaan. Oppivatko opiskelijat opetusteknologian käyttötaitoja ratkaisuna autenttisiin ongelmiin? Lähestymistapa oli vastakkainen traditionaaliselle koulutukselle, jossa aluksi opiskellaan tiedon ja taidot ”varastoon”, kunnes myöhemmin keksitään, mihin näitä opiskeltuja taitoja voidaan käyttää. Nyt varsinainen ”hypermedia -kurssi” jäi pois ja siirryttiin suoraan sovellusvaiheeseen. Hypermedian tekemistä opittiin tekemällä

---

hypermediaopetusohjelma opettajankoulutuksen kannalta relevantista matematiikan aiheesta.

Tutkimuksen ensimmäinen tavoite on selvittää, millaisia muutoksia kurssin aikana tapahtuu opettajaksi opiskelijoiden tieto- ja oppimisteoreettisissa käsityksissä sekä itsearvioinnissa opetusteknologisista valmiuksista heidän rakentaessaan hypermedia-opetusohjelmaa mitaamisen ja tarkkuuden käsitteelle.

Lisäksi haluan selvittää, miten työskentelyssä käytetty viitekehys vaikuttaa käsityksien muutokseen. Tarkastelen tutkimusongelmaa pääsääntöisesti alku- ja loppumittausten valossa (kuvio 18). Tutkimustuloksia voidaan käyttää opettajankoulutuksen kehittämiseen ja vastaamaan näin paremmin kulttuurimme tarpeita.

Oppimiseen liitetään usein yhteistoiminnallisuus, kollaboratiivisuus ja jaettu asiantuntijuus. Kun opetusmenetelmänä on pienryhmässä suoritettava ongelmanratkaisutehtävä, on ryhmän käyttäytyminen autenttisessa oppimistilanteessa tärkeässä roolissa. Tämän vuoksi kollaboratiivisten ryhmäilmiöiden tutkiminen on tehokkaan kollaboratiivisen opiskeluympäristön kehittämiseksi tärkeää. Koska tutkimus leventää ja syventää ymmärrystä opetukseen ja oppimiseen liittyvistä ilmiöistä, se on myös kognitiivisesti relevantti (Sierpinska 1992, 38).

Toinen tavoite on selvittää, millaisia yhteisiä piirteitä opiskelijoiden kollaboratiivisella design-prosessilla ja ryhmäilmiön teorialla on.

Lisäksi haluan selvittää, miten opiskelijoiden ryhmäprosessit erosiivat toisistaan eri viitekehyksissä. Tarkastelen tutkimusongelmaa viiden tutkimusmittauksen valossa (kuvio 18).

Kolmanneksi (lisäksi) haluan selvittää millaisia muutoksia kurssin aikana tapahtuu opettajaksi opiskelijoiden käsityksissä opetusteknologian roolista.

Edellä esitetyt tutkimuksen pääongelmat jakautuvat edelleen alaongelmiksi. Esittelen nämä mittarikonstruktioineen tutkimuksen toteutusta kuvaavassa luvussa 6.3. Kaiken kaikkiaan olen pyrkinyt siihen, että tutkimukseni olisi sekä kognitiivisesti että pragmaattisesti relevantti. Viimeksi mainitulta Sierpinska (1992, 38) edellyttää sitä, että tutkimus parantaa käytännön opetusta ja opettajankoulutusta.

---

## 6 TUTKIMUKSEN SUORITTAMINEN

### 6.1 Kurssi ja sen toteutus

#### 6.1.1 Kurssi ja kohdejoukko

Toteutin tutkimuksen empiirisen osan Joensuun yliopistossa syksyllä 2000 kurssilla 'Johdatus tietotekniikan opetuskäytön perusteisiin (3 ov)'. Kurssi kuului luokanopettajaksi opiskelevien yleisopintoihin ja se suoritettiin yleensä ensimmäisenä syksynä.

Kurssin tavoitteet ja sisältö oli määritetty kasvatustieteiden tiedekunnan opinto-oppaassa (Joensuun yliopisto 2000) seuraavasti: ”Opiskelija perehtyy tietotekniikan opetuskäytön teoreettisiin ja käytännöllisiin perusteisiin sekä toteuttamismahdollisuuksiin erilaisten sovellusten ja oppimisympäristöjen avulla. Ongelmakeskeisen oppimisen, keskusteluluentojen, harjoitusten ja harjoitustyön sekä kirjallisuuden avulla opiskelija reflektoi ja syventää aihealueen tietämystään.”

Kurssiin sisältyi keskusteluluentoja 24 tuntia ja pienryhmätyökentelynä toteutettuja harjoituksia 24 tuntia. Kurssin suorittaminen edellytti aktiivista osallistumista luennoille ja harjoituksiin, harjoitus-tehtävien ja harjoitustyön tekemistä sekä luentojen ja kurssikirjallisuuden tenttimistä. Kurssi arvosteltiin asteikolla 1 - 3.

Kurssille osallistui 84 luokanopettajaopiskelijaa, joista miehiä oli 22 ja naisia 62. Opiskelijoiden keski-ikä oli kurssin alussa 22,7 vuotta. Osallistujista 38 % oli opiskellut tietotekniikkaa ainakin yhden kurssin. Henkilökohtainen tietokone oli 60 %:lla ja omat www-sivut 6 %:lla opiskelijoista. Opiskelijoista 25 % oli opiskellut laajan matematiikan ja 63 % yleisen matematiikan oppimäärän lukiossa, 12 % opiskelijoista ei vastannut tähän kysymykseen. Opiskelijoiden taustatiedot ja heidän tietotekniikan käyttökokemuksensa kurssin alussa on koottu liitteisiin 6 ja 7. Kaikki kurssille osallistuneet opiskelijat osallistuivat myös tutkimukseeni.

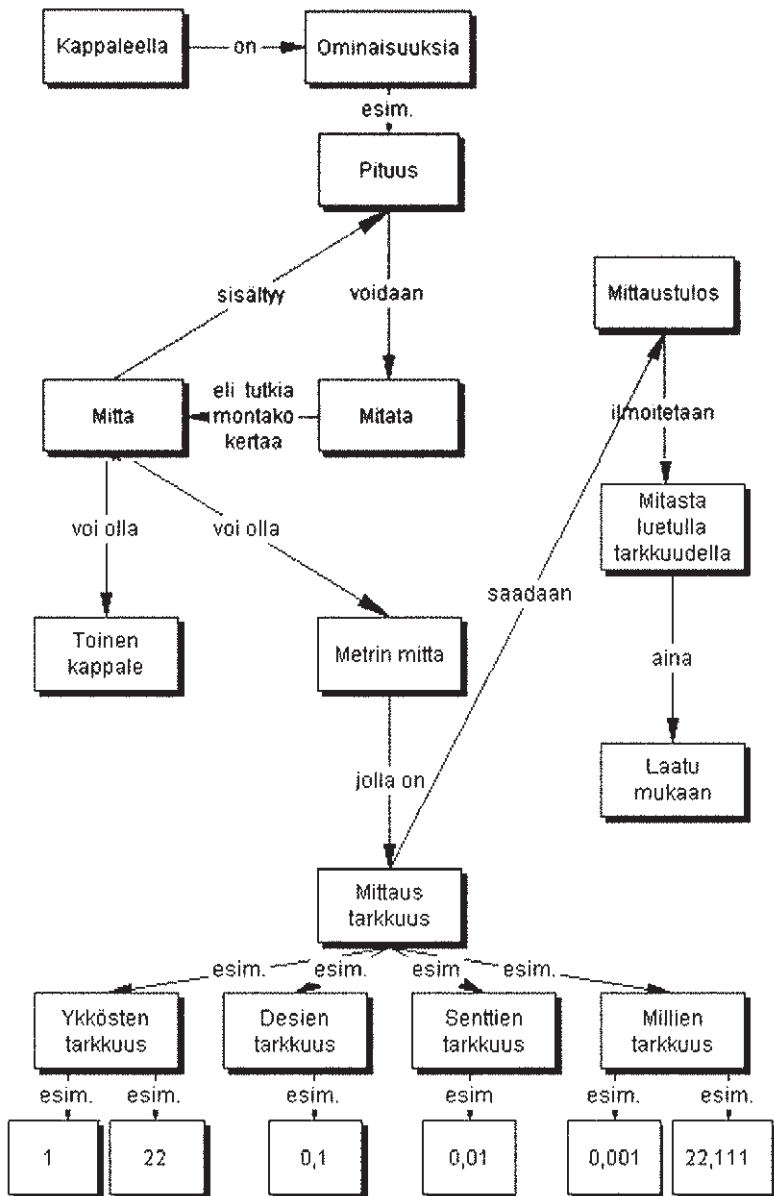
## 6.1.2 Kurssin luennot

Aikataulullisista syistä luennot ryhmittivät kahteen kokonaisuuteen. Ensimmäisessä pyrin antamaan opiskelijoille käsityksen tietotekniikan ja tietoverkkojen mahdollisuuksista oppimiselle (ks. Lehtinen 1997) sekä johdattamaan opiskelijoita hypertekstin ideologiaan. Käsittelin luennoilla kognitiivista oppimiskäsitystä, sen merkitystä hypertekstin kannalta, sekä konseptuaalisen ja proseduraalisen tiedon keskinäistä vuorovaikutusta. Tärkeässä asemassa olivat myös ongelmanratkaisu (liite 10), hypertekstin avulla opiskelu sekä tiedonhankinnan epävarmuusperiaate seuraamuksineen. Lähdeoteksena oli muun muassa Kämäräinen ja Haapasalo (1999), jonka digitaalinen versio oli kurssin verkko-oppimisympäristössä. Ensimmäinen luentokokonaisuus päättyi tenttiin (liite 10).

Toisen luentokokonaisuuden tarkoituksena oli tukea harjoitusten työskentelyä. Käsittelin kollaboratiivista oppimista tietokoneympäristössä ja esitin harjoitusten viitekehyksenä olleen yhteistoiminnalliseen työskentelyyn soveltuvan *Learning by Design* -teorian (ks. luku 2.8). Esittelin myös harjoituksissa käytettävän *Hyperstudio* -työvälineohjelman. Lisäksi luennoin opetusohjelman suunnittelun keskeisistä osista. Tältä osin lähdeoteksina olivat muun muassa Druin ja Solomon (1996), Kuittinen (1998) sekä Kristof ja Satran (1995).

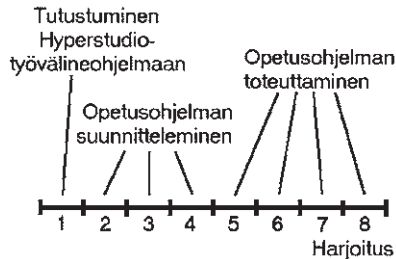
## 6.1.3 Kurssin harjoitukset

Harjoituksissa rakennetun opetusohjelman aiheena oli mittaaminen ja tarkkuus (liite 5). Tavoitteena oli, että oppilas ymmärtää *mittaamisen periaatteen, mittaustarkkuuden periaatteen, mittaustuloksen esittämisen periaatteen* ja sen *miten desimaalilukukäsité liittyy edellä mainittuun*. Aihe oli kaikille ryhmille sama. Aiheen valintaan vaikutti mittaamiseen ja desimaalilukuun liittyvien aikaisempien tutkimusten olemassaolo (ks. Haapasalo 1993). Lisäksi aihe on opiskelijoille aidosti hyödyllinen, sillä se sisältyi vuosiluokkien 1 - 6 opetussuunnitelmaan (Joensuun normaalikoulu 1999, 40 - 43). Käsitekenttä *mittaaminen-desimaaliluvut* voidaan jäsentää esimerkiksi kuvion 19 muotoiseksi.



**Kuvio 19.** Käsitekenttä mittaaminen-desimaaliluvut.

Koko työskentelyn peruslähtökohtana oli luennoilla esitetty suunnittelemalla oppimisen teoria (luku 2.8). Harjoituskerroista muodostui kolme kokonaisuutta: tutustuminen työvälineeseen, suunnitteluosa<sup>80</sup> ja toteutusosa (kuvio 20). Käytännössä suunnitteluosan ja toteutusosan raja oli joustava; osa ryhmistä siirtyi toteutukseen jo neljännessä harjoituksessa.



Kuvio 20. Harjoitusten ajan käyttö.

## 6.2 Koeasetelma

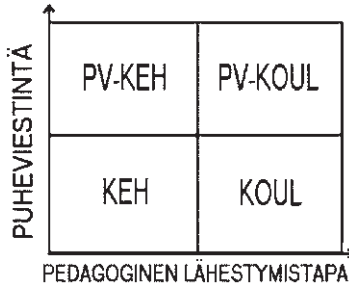
Tutkimus alkoi syksyllä 2000 kurssin ensimmäisellä luennolla, jolloin kaikki kurssille osallistujat täyttivät *alkumittauskaavakkeen* (liite 1). Toinen mittaus (liite 2) suoritettiin ensimmäisessä harjoituksessa. Sen jälkeen rakensin harjoituksiin koeasetelman (taulukko 3) siten, että pääsin tutkimaan koulutuksellisen ja kehityksellisen lähestymistavan (ks. luvut 4.4, 4.5) vaikutusta opiskelijoiden oppimisprosessiin.

Suunnittelemalla oppimisen teoria (luku 2.8) toimi kehityksellisenä lähestymistapana. MODEM-projektin (Haapasalo 1993; 1996; 2003; 2004a) koulutuksellinen lähestymistapa (ks. luku 4.6, kuvio 7)) oli luonnollinen valinta toiseksi lähestymistavaksi. Lisäksi halusin selvittää puheviestinnän (luku 2.5) tietoisien lisäämisen vaikutusta ryhmissä ta-

<sup>80</sup> Esimerkiksi Bransford ym. (1999, 194) painottavat, että teknologia ei takaa tehokasta oppimista. Teknologian epätarkoituksenmukainen käyttö voi haitata oppimista, esimerkiksi jos opiskelijat tuhlavat suurimman osan ajastaan multimedian fonttien ja värien valitsemiseen sen sijaan, että he suunnittelisivat, kirjoittaisivat ja uudelleen muokkaisivat ideoitaan.



pahtuvaan tiedonmuodostukseen. Toteutin tämän jakamalla molemmat lähestymistavat kahteen luokkaan, joista toinen sai puheviestinnän asiantuntijan apua suunnitteluvaiheeseen. Näin muodostuivat kuviossa 21 esittämäni luokat.



**Kuvio 21.** Tutkimuksen luokat.

Koulutuksellista lähestymistapaa toteuttivat koulutuksellinen (KOUL) luokka sekä puheviestinnällä rikastettu (PV-KOUL) luokka. Kehityksellistä lähestymistapaa toteuttivat puheviestinnällä rikastettu kehityksellinen (PV-KEH) luokka sekä kehityksellinen (KEH) luokka. Viimeksi mainittu luokka suunnitteli oman esityksensä itsenäisesti ilman sisällöllistä tai puheviestinnällistä tukea. Esitän opiskelijoiden lukumäärät eri viitekehysissä taulukossa 2.

**Taulukko 2.** Opiskelijoiden lukumäärät eri viitekehysissä.

Viitekehys	Ryhmä	Miehiä	Naisia	Opiskelijoita yhteensä
Kaikki	25	22	62	84
Koulutuksellinen	14	10	35	45
Kehityksellinen	11	12	27	39
KOUL	7	3	19	22
PV-KOUL	7	7	16	23
PV-KEH	4	4	12	16
KEH	7	8	15	23

Puheviestinnän luokkien harjoituksiin osallistui puheviestinnän asiantuntija. Tämä tapahtui 2. tai 3. harjoituskerralla (lähestymistavasta riippuen) sekä 4. tai 5. harjoituskerralla (lähestymistavasta riippuen). Asiantuntija seurasi ryhmien sisäistä viestintää ja puuttui tarvittaessa keskusteluun tarkoituksenaan johdattaa sitä sen hetken toiminnan kannalta tärkeille alueille. Hän myös syvensi keskustelua tarvittaessa.

Kolmas mittaus (liite 3) suoritettiin neljännessä tai viidennessä harjoituksessa ja neljäs (liite 4) viimeisessä harjoituksessa. Esitän tutkimusprosessin yksityiskohtaisemman kuvauksen liitteessä 12. Tutkimus päättyi *loppumittaukseen* tammikuussa 2001 'Teknologiaympäristö ja oppiminen (2 ov)'-kurssin alussa. Mittari loppumittauksessa oli sama kuin alkumittauksessa.

Koeasetelma oli lähinnä kvasikokeellinen<sup>81</sup> (Fraenkel & Wallen 1996, 275 - 278). Tutkimushenkilöitä ei arvottu, vaan he valitsivat luokkansa itse ennen harjoitusten alkamista. Esitän koeasetelman taulukossa 3.

**Taulukko 3.** Koeasetelma.

PV-KOUL (n = 22)	O1	X1	M	O2	X2	V	O3	X4	O4	O5
KOUL (n = 23)	O1	X1	M	O2	X2		O3	X4	O4	O5
PV-KEH (n = 16)	O1	X1	M	O2	X3	V	O3	X4	O4	O5
KEH (n = 23)	O1	X1	M	O2	X3		O3	X4	O4	O5

01 = alkumittaus	X1 = luennot, tentti,
02 = toinen mittaus	ensimmäinen harjoitus
03 = kolmas mittaus	X2 = koulutuksellinen
04 = neljäs mittaus	suunnittelu (luento,
05 = loppumittaus,	www-materiaali, kirja,
viivästetty jälkiarviointi	jyrkkyys-opetusohjelma)
M = Ryhmien muodostus	X3 = kehityksellinen suunnittelu
V = puheviestinnän asiantuntijan apu	X4 = toteutus

<sup>81</sup> Ihmistieteellinen tutkimus pääsee harvoin aitoihin koeasetelmiin, parhaimmillaankin on tyytyminen kvasi-kokeisiin (Metsämuuronen 2004, 13).

## 6.3 Tutkimusaineiston hankinta

Toteutin tutkimuksen viiden mittauksen pitkittäistutkimuksena noin neljän kuukauden aikana. Tutkimusmetodina käytin kvantitatiivista prospektiivista pitkittäis-/jälkiseurantatutkimusta<sup>82</sup> (follow-along). Aineiston tärkein hankintamuoto oli tutkimuksen alussa ja lopussa käytetty kyselylomake, josta oli poimittu prosessin etenemisen näkökulmasta tärkeitä Likert-tyyppisiä<sup>83</sup> (vrt. Metsämuuronen 2004, 9) väittämiä kolmeen muuhun kyselylomakkeeseen.

*Alku- ja loppumittarit* sisälsivät seuraavat osiot:

- Taustatietoja (liite 1 s. 1; vrt. liite 6)
- Tietotekniikan käyttökokemukset (liite 1 s. 2; vrt. liite 7)
- Likert- tyyppisiä asenneväittämiä 66 kpl tutkimuskysymyksen alueilta (liite 1 s. 3 - 5). Asenneväittämiin vastattiin asteikolla:
  - 3 = olen väittämästä täysin eri mieltä
  - 2 = olen väittämästä jokseenkin eri mieltä
  - 1 = olen väittämästä hieman eri mieltä
  - 0 = neutraali (ei puolesta ei vastaan)
  - +1 = olen väittämästä hieman samaa mieltä
  - +2 = olen väittämästä jokseenkin samaa mieltä
  - +3 = olen väittämästä täysin samaa mieltä
- Viisi avointa kysymystä (liite 1 s. 4 - 5)
- Likert- tyyppisiä väittämiä 10 kpl oppimisen kannalta tärkeistä asioista (liite 1 s. 6)

<sup>82</sup> Seurantatutkimukset (longitudinal) voidaan jakaa aikaperspektiivin suhteen poikkileikkaustutkimuksiin (cross-sectional) tai pitkittäis-/jälkiseurantatutkimuksiin. Poikkileikkaustutkimus on kertaluonteinen (hetkellinen) yhden ajankohdan kattava tutkimus. Pitkittäis-/jälkiseurantatutkimukset voivat olla joko eteneviä eli prospektiivisiä (follow-along) tai takeneviä eli retrospektiivisiä (follow-up). (Lappalainen 2001)

<sup>83</sup> Metsämuuronen (2004, 19) toteaa, että keskiarvo saa mielekkään tulkinnan Likert-asteikollisella muuttujalla. Likert-asteikollisen muuttujan perusteella muodostettu summamuuttuja voidaan katsoa jatkuvaksi ja näin ollen interval-asteikolliseksi muuttujaksi.

Muu tutkimusaineisto koostui seuraavista osista:

- Kvantitatiivinen aineisto (5 mittausta)
- Tutkijan omat muistiinpanot harjoituksista (vrt. liite 12)
- Likert- tyyppisiä väittämiä (liitteet 3 ja 4)
- Tarkentavia kysymyksiä (liitteet 3 ja 4)
- Opetusohjelmien suunnitelmat (vrt. liite 12 kuvio 63)
- Videointi (6. harjoitus)
- Valmiit opetusohjelmat (vrt. kuvat 9 - 10, 12 - 16)
- Opiskelijoiden omat prosessin reflektoinnit

Mittari rakentui pitkäjänteisen kehitystyön tuloksena ja perustui teoriasta johdettuihin väittämiin. Teoreettinen tausta antoi luotettavuutta ja selkeyttä tutkimuskysymyksiin ja auttoi käsitevalidien väittämien laadinnassa. Osa tutkimusongelmista (oppimiseen ja tietoon liittyvät sekä itsekäsitys ryhmätyöntekijänä) oli esitetty myös avoimina kysymyksinä, joilla pyrin lisäämään mittarin kohdepätevyyttä ja estämään rajoittumista monivalintakysymyksiin.

Esittelen seuraavaksi mittarin tutkimusongelmien avulla siten, että samassa yhteydessä viitataan myös vastaavaan väitteeseen, joka esiintyi tutkimusmittarissa.

### **6.3.1 Tieto- ja oppimiskäsitykset**

*Tutkimusongelma 1.* Miten hypermediaopetusohjelman suunnitteleminen ja toteutus vaikuttaa opiskelijoiden tieto- ja oppimisteoreettisiin käsityksiin? Miten työskentelyssä käytetty viitekehys vaikuttaa käsityksen muutokseen? (ks. luku 3)

1 A Objektivistiseen tietokäsitykseen liittyvä alaongelma:

Miten hypermediaopetusohjelman suunnitteleminen ja toteutus vaikuttaa opiskelijoiden tietokäsitykseen (objektivistinen näkökulma)? Miten työskentelyssä käytetty viitekehys vaikuttaa käsityksen muutokseen?

Väittämät:

- Tieto on olemassa minusta riippumatta.
- Kun opettaja tai tietokone havainnollistaa asian hyvin, kaikki näkevät sen samalla tavalla.
- Matematiikka on olemassa oleva rakennelma, ihminen voi ainoastaan opetella sen.

Ensimmäinen väittämistä on epistemologian tasolla, toinen soveltaa edellistä ja viimeinen koskee matematiikan epistemologiaa.

1 B Konstruktivistiseen tietokäsitykseen liittyvä alaongelma:

Miten hypermediaopetusohjelman suunnittelemisen ja toteutus vaikuttaa opiskelijoiden tietokäsitykseen (konstruktivistinen näkökulma)? Miten työskentelyssä käytetty viitekehys vaikuttaa käsityksen muutokseen?

Väittämät:

- Oppilas luo tiedot pohjimmitaan itse.
- Jokainen oppilas havaitsee ainoastaan sen, mitä hänen oma teoriasa asiasta mahdollistaa.
- Matematiikan oppimisessa jokainen ihminen luo oman tietorakennelmansa.

Myös tässä ensimmäinen väittämistä on epistemologian tasolla, toinen soveltaa edellistä ja viimeinen koskee matematiikan epistemologiaa.

1 C Behavioristiseen käsitykseen opetuksesta ja oppimisesta liittyvä alaongelma:

Miten hypermediaopetusohjelman suunnittelemisen ja toteutus vaikuttaa opiskelijoiden käsitykseen opetuksesta ja oppimisesta (behavioristinen näkökulma)? Miten työskentelyssä käytetty viitekehys vaikuttaa käsityksen muutokseen?

Väittämät:

- Opettajan tehtävä on välittää olemassa olevaa tietoa.
- Oppimisen tarkoitus on vastaanottaa tämä tieto.
- Oppimateriaalien tehtävä on koota oppilaalle välitettävä tieto.
- Opettajan tehtävä on ratkaista ongelmat.
- Tietokonepohjainen oppimateriaali on mekaaninen tiedonvälittäjä.
- WWW-pohjainen oppimateriaali ei voi olla muuta kuin tiedon mekaaninen välittäjä.

1 D Konstruktivistiseen käsitykseen opetuksesta ja oppimisesta liittyvä alaongelma:

Miten hypermediaopetusohjelman suunnitteleminen ja toteutus vaikuttaa opiskelijoiden käsitykseen opetuksesta ja oppimisesta (konstruktivistinen näkökulma)? Miten työskentelyssä käytetty viitekehys vaikuttaa käsityksen muutokseen?

Väittämät:

- Ongelmanratkaisun tarkoitus on nähdä ja synnyttää uusia ongelmia.
- Opettajan tehtävä on saattaa oppilaat ongelmatilanteiden eteen.
- Opettajan tehtävä on saattaa oppilaat ristiriitatilanteisiin.
- Oppimiseksi tarvitaan ristiriitatilanne.
- Tietokonepohjaisen oppimateriaalin tehtävä on saattaa oppija ristiriitatilanteisiin.

### 6.3.2 Opetusteknologisten valmiuksien itsearviointi

*Tutkimusongelma 2:* Miten hypermediaopetusohjelman suunnittelemisen ja toteutus vaikuttaa opiskelijoiden itsearviointiin opetusteknologisista valmiuksista? Miten työskentelyssä käytetty viitekehys vaikuttaa käsityksen muutokseen?

Mittasin opiskelijoiden itsearviointia opetusteknologisista valmiuksista väittämällä (ks. luvut 2.7 ja 2.8):

- Osaan etsiä tehokkaasti tietoa verkosta.
- Osaan käyttää tekstinkäsittelyohjelmia.
- Osaan käyttää taulukkolaskentaohjelmia.
- Osaan skannata kuvia.
- Osaan editoida kuvatiedostoja kuvankäsittelyohjelmalla.
- Osaan tehdä WWW-sivuja.
- Osaan tehdä äänitiedostoja.
- Osaan ohjelmoida.
- Osaan rakentaa liikkuvia kuvia, animaatioita.
- Osaan rakentaa multimedialla.

### 6.3.3 Kollaboratiivinen ryhmäprosessi

*Tutkimusongelma 3:* Millaisia yhteisiä piirteitä opiskelijoiden kollaboratiivisella design-prosessilla ja ryhmäilmion teorialla on? Miten opiskelijoiden ryhmäprosessit eroavat toisistaan eri viitekehysissä?

Tarkastelen tutkimusongelmaa viiden tutkimusmittauksen valossa. Esittelen ryhmädynamiikkaan, omiin emootioihin, itsekäsitykseen sekä oppimiseen liittyvät väittämät yhteistoiminnallisen oppimisen periaatteiden ja vaikutuksien (Sahlberg & Leppilampi 1994, 76) mukaisesti. (ks. luvut 2.4.2 - 2.4.3)

*Positiivinen keskinäinen riippuvuus:*

- Ryhmän jäsenten sitoutuminen tehtävään parantaa työskentelyn tulosta.
- Ryhmätyöskentely on helpottanut minua oppimaan opiskeltavia asioita.
- Ryhmätyöskentelystä on hyötyä erityisesti vaativien, monimutkaisten ongelmien ratkaisussa.

*Vuorovaikutteinen viestintä:*

- Kuuntelen mielelläni muiden ryhmäni ihmisten käsityksiä ryhmätyöstä.
- Rohkaisen ryhmäni jäseniä työskentelyyn.

*Yksilöllinen vastuu:*

- Työskentelen yleensä enemmän kuin muut ryhmän jäsenet.
- Teen ne ryhmätyön osat, joita muut välttelevät.
- Koordinoin yleensä ryhmämme työn etenemistä.
- Otan vastuuta ryhmätyöstä.

*Sosiaaliset taidot:*

- Olen hyvä väittelemään kiihtymättä.
- Kestän hyvin kritiikkiä.
- Annan helposti rakentavaa kritiikkiä.
- Annan helposti negatiivista kritiikkiä.

*Reflektointi:*

- Suunnittelun / Toteutuksen aikana ryhmässäni käyty keskustelu oli syvällisesti aiheeseen liittyvää.
- Sain suunnitteluvaiheessa / toteutusvaiheessa paljon apua muilta ryhmiltä.
- Missä olosuhteissa sait toteutusvaiheessa apua muilta ryhmiltä?<sup>84</sup>

---

<sup>84</sup> Kysymys 30 mittauksissa 3 ja 4.



*Itsetunto ryhmätyön tekijänä:*

- Olen ryhmämme paras jäsen.
- Löydän yleensä ryhmätyön ratkaisevat ideat.

*Yhteistyötaidot:*

- Minun kanssani on helppo työskennellä ryhmässä.
- Arvostan muita ryhmäni jäseniä.

*Motivaatio:*

- Ryhmätöiden tekeminen on ajanhukkaa.
- Ryhmätyöskentely ei helpota minun oppimistani.
- Pidän ryhmätyöskentelystä.

*Ahdistus ja aggressiot:*

- Koen aggressiivisia tunteita ryhmätyöskentelyssä.
- Ryhmätilanteet aiheuttavat minulle ahdistusta.

*”Älyllinen itsetunto”:*

- Olen hyvä ongelmanratkaisija.
- Olen hyvä matematiikassa.
- Olen mielestäni älykäs ihminen.
- Olen kätevä tietokoneiden kanssa.

*Itsetunto matematiikan oppijana:*

- Matematiikan oppiminen on minulle vaikeaa.
- Opin helpoimmin matemaattisia käsitteitä tutkimuksen avulla.
- Vaikka tekisin paljon työtä, en opi matematiikkaa.

*Itsetunto yleisesti oppijana:*

- Minun on helppo oppia uusia asioita.
- Uuden oppiminen vaatii minulta tietoisia ponnisteluja.
- Opin helpommin kuin useimmat ystäväni.
- Olen kehittänyt itselleni tehokkaan oppimisstrategian.

### 6.3.4 Käsitteelliset opetusteknologian roolista

*Tutkimusongelma 4:* Miten hypermediaopetusohjelman suunnittelemisen ja toteutus vaikuttaa opiskelijoiden käsityksiin opetusteknologian roolista? Miten työskentelyssä käytetty viitekehys vaikuttaa käsityksen muutokseen? (ks. luku 3.1)

Lähestyin tutkimusongelmaa mittaamalla käsityksiä *yleisesti* opetusteknologian roolista väittämällä:

- Tietokoneita ei pitäisi käyttää opetuksessa.
- Tietotekniikan opiskelu on hyödyllistä kaikilla tieteenaloilla.
- Tarvitsen tietotekniikan opetuskäytön opetusta.

Tämän lisäksi mittasin opiskelijoiden käsityksiä opetusteknologian roolista *matematiikan opetuksessa* väittämällä:

- Tietokoneavusteinen matematiikan opetus heikentää mekaanisia rutiinitoimintoja.
- Tietokoneavusteinen opetus innostaa matemaattisten käsitteiden teorian omaehtoiseen tutkimiseen.
- Tietokoneavusteista matemaattisten käsitteiden opettamista tulee edeltää käsitteiden tavanomainen opettaminen.

## 6.4 Tilastolliset menetelmät

### 6.4.1 Tunnusluvut, frekvenssijakaumat ja parametrittomat testit

Määritin tutkimushenkilöiden taustatietoja ja tietotekniikan käyttökokemuksia käyttäen kuvailevia *tunnuslukuja*<sup>85</sup> ja *frekvenssijakaumia*<sup>86</sup>. Analysoin tutkimushenkilöiden vastauksissa väittämiin eri ajanhetkillä

<sup>85</sup> Esimerkiksi keskiarvo

<sup>86</sup> Esimerkiksi lukumäärä, prosentit

tapahtuneita muutoksia parametrittomien<sup>87</sup> testien avulla. Kahden ajan hetken vertailut koskivat ensimmäisen ja viimeisen tutkimusmittarin (liite 1) väittämiä. Tutkin, tapahtuiko alku- ja loppumittausten välillä tilastollisesti merkitsevää muutosta käyttäen *Wilcoxonin testiä* (Siegel & Castellan 1988, 87). Wilcoxonin testiin liittyvän symmetrissyystestin<sup>88</sup> tulokset löytyvät liitteestä 9. Tieto- ja oppimisteoreettisissa (taulukko 5; luku 7.1), sekä opetusteknologisissa valmiuksissa (taulukko 6; luku 7.2) samoin kuin kollaboratiivissa ryhmäprosesseissa (taulukko 7; luku 7.3) summamuuttujien symmetrissyystestin arvot ovat hyväksytyissä rajoissa.

Tutkin myös muutoksia eri viitekehyksissä: koko tutkimusaineistossa, lähestymistavoittain ja luokittain. Laskin tilastollisesti merkitseville muutoksille *vaikutuskertoimen*<sup>89</sup> (effect size; esim. Lehtinen 1998, 41 - 42) vähentämällä loppumittauksen keskiarvosta alkumittauksen keskiarvon ja jakamalla saadun erotuksen alkumittauksen keskihajonnalla (Parr 2003).

<sup>87</sup> Siegel & Castellan (1988, xv) perustelevat parametrittomien testien käyttöä käyttäytymistieteissä muun muassa seuraavilla argumenteilla:

- ne ovat jakaumariippumattomia, siis ne eivät ole aineiston noudattavan normaalijakaumaa.
- Niitä voidaan käyttää aineistoissa, joilla ei ole täsmällistä numeerista merkitystä vaan ainoastaan järjestys.
- Ne ovat laskennallisesti yksinkertaisia.
- Ne ovat käyttökelpoisia pienillä näytteillä.

Metsämuurosen (2004, 14) mukaan Likert-asteikko edellyttää oikeastaan parametrittomien menetelmien käyttöä, koska sillä saatava informaatio ei varsinaisesti ole välimatka-asteikollista vaan järjestysasteikollista.

Myös Lappalainen (2001, 81) esittää, että jakaumasta riippumattomat eli parametrittomat testit eivät ole aineistojen noudattavan normaalijakaumaa. Hänen mukaansa parametrittomien testien käyttöä edellytetään silloin, jos muuttujat ovat vinosti jakautuneita, otoskoot pieniä tai jos analysoidaan luokittelu- ja järjestysasteikon muuttujia.

<sup>88</sup> Wilcoxonin merkkitestillä on joitakin oletuksia, joiden vallitessa testi antaa tarkan tuloksen: 1) jokaiseen pariin liittyvä erotus D on jatkuva muuttuja, 2) erotusten D jakauma on symmetrinen, 3) erotukset ovat toisistaan riippumattomia, 4) erotukset ovat vähintään välimatka-asteikollisia (Metsämuuronen 2004, 101).

<sup>89</sup> Cohen (1977, 24 - 27) sijoitti vaikutuskertoimet luokkiin pieni (small), keski-suuri (medium) ja suuri (large) seuraavasti. Pieni vaikutuskerroin on välillä 0.20 - 0.49. Keski-suuri vaikutuskerroin on välillä 0.50 - 0.79. Suuri vaikutuskerroin on vähintään 0.80 (vrt. Parr 2003). Toinen vaikutuskertoimen tulkinta, kuinka monta prosenttia oppilaista ylittää loppumittauksessa alkumittauksen keskiarvon, määräytyy normaalijakauman perusteella (vrt. Lehtinen 1998, 41 - 42).

Tutkin muutosta viiden ajanhetken suhteen käyttäen mittauksien 1 - 5 väittämiä 1, 3, 9, 11, 16, 37 - 47, 50 - 53, 65 - 71. Ensiksi tutkin, oliko mittausten välillä prosessin aikana tapahtunut tilastollisesti merkitsevää muutosta *Friedmanin 2-suuntaisen varianssianalyysin* avulla (Siegel & Castellan 1988, 174 - 175). Tämän jälkeen paikansin tilastollisesti merkitsevät muutokset käyttäen Wilcoxonin testiä. Koska sama väittämä esitettiin viisi kertaa peräkkäin eri ajan hetkinä, mittaukset ovat toisistaan riippuvia. Tämän vuoksi korjasin Wilcoxonin testin laskemaa p-arvoa Bonferroni-<sup>90</sup> kertoimella<sup>91</sup> (Holland & Copenhaver 1988, 145; vrt. Seaman, Levin & Serlin 1991, 577 - 579).

## 6.4.2 Summamuuttujien muodostaminen

Valitsin tiedon tiivistämisen menetelmäksi summamuuttujat, jotka muodostin joko *pääkomponenttianalyysin* tai *eksploratiivisen faktorianaalyysin* avulla<sup>92</sup>. Tutkimusväittämät olivat asteikoltaan Likert -tyyppisiä. Pääkomponentti- ja faktorianaalyyseillä on mahdollista tiivistää useiden muuttujien informaatio muutamaan pääkomponenttiin tai faktoriin (Metsämuuronen 2001, 17; vrt. Lappalainen 2001, 80). Aloitin summamuuttujien muodostamisen jakamalla väittämät sisällön perusteella

<sup>90</sup> Tutkimusmittauksia  $M$  on yhteensä 5. Kahden eri mittauksen välisiä vertailuja  $k$  on väitettä kohti  $(M*(M-1))/2$  eli 10 kappaletta. Wilcoxonin testin antama p-arvo ei ota huomioon näitä kymmentä toisistaan riippuvaa vertailua, joten nyt p-arvo on tosiasiallisesti  $p'/k$ , missä  $k$  on Bonferroni-korjauskerroin = keskinäisten vertailujen lukumäärä ja  $p'$  on oikea merkitsevyytason arvo. Jotta pääsemme Bonferroni-korjattuun merkitsevyytason,  $p'$ , jokaisen vertailun p-arvo pitää kertoa 10:llä. Siis  $p = p' / k$  eli  $p' = p k$ . (ks. <http://home.clara.net/sisa/bonfer.htm>; Holland & Copenhaver 1988, 145; vrt. Seaman, Levin & Serlin 1991, 577-579). Metsämuuronen (2004, 14) puhuu konservatiivisesta menettelystä, kun p-arvoa korjataan tekijällä  $(M*(M-1))$  eli kahteen kertaan yksittäisten vertailujen määrällä. Riittävä korjaus ehkä olisi  $(M*(M-1))/2$  eli vain yhteen kertaan kukin vertailu.

<sup>91</sup> Bonferronin korjauksesta seuraa, että p-arvoon sidotuista tilastollisista merkitsevyyserajoista (Nummenmaa ym. 1997, 43), tulee käyttöön lähes aina vaihtoehto, jossa p-arvo on välillä 0.01 - 0.05.

<sup>92</sup> Tuloksia esittäessäni (luku 7) käytän termiä 'eksploratiivinen faktorianaalyysi' viittauksissa summamuuttujien muodostamiseen.

*väittämäjoukkoihin*, joiden Kaiser-Meyer-Olkin (KMO<sup>93</sup>) kertoimet ja väittämien kommunaliteettien<sup>94</sup> (liite 8) vaihteluvälin esitän taulukossa 4. Kaiser-Meyer-Olkin kertoimet olivat vähintään 0.50, jolloin voin käyttää kyseisiä osioita pääkomponenttianalyyseissa tai vastaavasti eksploratiivista faktorianalyysejä.

**Taulukko 4.** Sisällöt, väittämäjoukot, KMO ja väittämien kommunaliteettien vaihteluväli.

Sisältö	Väittämät	KMO	Kommunaliteettien vaihteluväli
tieto- ja oppimisteoria	1 – 20	alkumittaus 0.57 loppumittaus 0.56	alkumittaus 0.42 – 0.81 loppumittaus 0.40 – 0.84
opetusteknologiset valmiudet	21 – 30	alkumittaus 0.85 loppumittaus 0.77	alkumittaus 0.51 – 0.78 loppumittaus 0.46 – 0.87
opetusteknologian rooli	31 – 36	alkumittaus 0.50 loppumittaus 0.62	alkumittaus 0.58 – 0.78 loppumittaus 0.37 – 0.76
ryhmäprosessi	37 - 47, 50 - 53, 65 - 71	alkumittaus 0.60 2 mittaus 0.67 3 mittaus 0.71 4 mittaus 0.72 loppumittaus 0.65	alkumittaus 0.59 – 0.83 2 mittaus 0.48 – 0.82 3 mittaus 0.47 – 0.82 4 mittaus 0.35 – 0.85 loppumittaus 0.48 – 0.89

Suoritin varimax-rotatiolla pääkomponenttianalyysejä väittämien sisällön perusteella muodostamilleni väittämäjoukoille. Kokeilin rakenteen pysyvyyttä ajamalla alueen faktorianalyysejä myös pääakselifaktorointimetodilla sekä eri rotaatioilla<sup>95</sup>, eikä se oleellisesti muuttunut.

<sup>93</sup> KMO paranee, jos huonosti muiden kanssa korreloivia osioita jättää pois. KMO mittaa siis otoksen (osioiden) sopivuutta faktorianalyyseihin.

<sup>94</sup> Kommunaliteetti mittaa sitä, kuinka monta prosenttia muuttujan varianssista pystytään selittämään pääkomponenttien avulla (Metsämuuronen 2001, 25).

<sup>95</sup> Nummenmaa ym. (1997, 245) perustelevat rotatointia seuraavasti. ”Rotaatio eli faktoriakselien kiertäminen on useimmiten välttämätöntä, koska (pääakseli) faktorointi tuottaa jo puhtaasti laskennallisista syistä 1. faktoriksi useimmiten tulkinnallisesti mielettömän faktorin. Ensimmäisen faktorin laskennallisesta muodostamistavasta johtuu, että sisällöllisesti toisilleen vieraat muuttujat voivat saada sillä korkeita painokertoimia.”

Rotatoinnin tarkoituksena on faktorirakenteiden selkiyttäminen ja antaa samalla tutkijalle mahdollisuus tarkastella ongelmaa eri näkökulmasta. Tavoitteena on, että muuttujat latautuisivat selkeästi yhdelle faktorille (Dillon & Goldstein 1984, 88). Nummenmaan ym. (1997, 245) mukaan rotaatioiden avulla pyritään faktoriratkaisu muuntamaan sisällöllisesti tulkinnalliseen muotoon. Poimin faktorianalyysin muodostamat summamuuttujat taulukkoon. Summamuuttujiin valitsin väittämät, joiden faktorilataukset ovat vähintään 0.4.

Koska menetelmä oletusarvoisesti laskee faktorit, joissa ominaisarvo on vähintään 1 (vrt. Metsämuuronen 2001, 36), niin tämä tuottaa usein ylifaktorointia. Tämän takia summamuuttujia on vähemmän kuin muodostuvia faktoreita/faktorihdotelmia.

Mikäli faktorianalyysin avulla muodostuvien faktorihdotelmien suurimmat lataukset saavat väittämät olivat sisällöllisesti samansuuntaisia, tutkin väittämistä muodostuvan summamuuttujan reliabeliutta laskemalla näille väittämille *Cronbachin alfan*<sup>96</sup> (ks. Alkula ym. 1994, 97 - 100) eri mittauksissa. Mikäli summamuuttujan Cronbachin alfa parani poistamalla joku väittämistä, jätin väittämän pois (esim. Alkula ym. 1994, 98). Esimerkiksi Cronbachin alfa 0.7 on kohtuullinen (Nunnally 1994, 265) ja käytännössä joudutaan usein tyytymään alhaisempiin kertoimiin (Alkula ym. 1994, 99).

Tieto- ja oppimiskäsityksiin liittyvistä *väittämistä 1-20* (ks. luku 5.1) muodostuvat taulukossa 5 esittämäni summamuuttujat. Summamuuttujiin sisältyvien väittämien kommunaliteetit vaihtelevat alkumittauksessa välillä 0.53 – 0.81 ja loppumittauksessa välillä 0.61 – 0.84 (liite 8). Kommunaliteetit ovat kohtuullisen korkeita. Se viittaa siihen, että osiot mittaavat melko luotettavasti pääkomponentteja (Metsämuuronen 2001, 25).

---

<sup>96</sup> Cronbachin alfa käyttää vain mittarin 'sisäistä' tietoa ja osoittaa itse asiassa kuinka voimakkaasti k osamittaria (nyt väittämää) korreloivat keskenään. Tästä syystä Cronbachin alfaa nimitetään myös sisäisen johdonmukaisuuden kertoimeksi (coefficient of internal consistency) (Nummenmaa ym. 1997, 187).

**Taulukko 5.** Tieto- ja oppimisteoreettisia käsityksiä mittaavat summamuuttujat, väittämät sekä summamuuttujien Cronbachin alfat alku- ja loppumittauksissa.

Tieto- ja oppimisteoreettisia käsityksiä mittaavat summamuuttujat			
Mittauksen kohde	Väittämät	Alkumittaus Cronbachin alfa	Loppumittaus Cronbachin alfa
BehavOpp <sup>97</sup>	1, 2, 3, 12, 16	0.72	0.74
	1. Opettajan tehtävä on välittää olemassa olevaa tietoa. 2. Oppimisen tarkoitus on vastaanottaa tämä tieto. 3. Oppimateriaalien tehtävä on koota oppilaalle välitettävä tieto. 12. Tietokonepohjainen oppimateriaali on mekaaninen tiedonvälittäjä. 16. WWW-pohjainen oppimateriaali ei voi olla muuta kuin tiedon mekaaninen välittäjä.		
BehavTV <sup>98</sup>	1, 2, 3	0.77	0.81
ObjekTie <sup>99</sup>	14, 19	0.18	0.40
	14. Kun opettaja tai tietokone havainnollistaa asian hyvin, kaikki näkevät sen samalla tavalla. 19. Matematiikka on olemassa oleva rakennelma, ihminen voi ainoastaan opetella sen.		
KonstOpp <sup>100</sup>	6, 7, 8, 9, 13	0.70	0.71
	6. Ongelmanratkaisun tarkoitus on nähdä ja synnyttää uusia ongelmia. 7. Opettajan tehtävä on saattaa oppilaat ongelmatilanteiden eteen. 8. Opettajan tehtävä on saattaa oppilaat ristiriitatilanteisiin. 9. Oppimiseksi tarvitaan ristiriitatilanne. 13. Tietokonepohjaisen oppimateriaalin tehtävä on saattaa oppija ristiriitatilanteisiin.		
KonstRR <sup>101</sup>	8, 9, 13	0.74	0.59
KonstTie <sup>102</sup>	11, 15, 20	0.10	0.50
	11. Oppilas luo tiedot pohjimmiltaan itse. 15. Jokainen oppilas havaitsee ainoastaan sen, mitä hänen oma teoriansa asiasta mahdollistaa. 20. Matematiikan oppimisessa jokainen ihminen luo oman tietorakennelmansa.		

<sup>97</sup> Behavioristinen käsitys opetuksesta ja oppimisesta

<sup>98</sup> Behavioristinen tiedon välittäminen

<sup>99</sup> Objektivistinen tietokäsitys

<sup>100</sup> Konstruktivistinen käsitys opetuksesta ja oppimisesta

<sup>101</sup> Konstruktivistinen ristiriita

<sup>102</sup> Konstruktivistinen tietokäsitys

Esitän taulukossa 5 tieto- ja oppimisteoreettisia käsityksiä mittaavien summamuuttujien lisäksi näihin sisältyvät väittämät sekä summamuuttujien Cronbachin alfat. Taulukossa 6 esitän vastaavan opetusteknologisia valmiuksia koskevan informaation. Tosin näihin summamuuttujiin sisältyvien väittämien kommunaliteetit vaihtelevat alkumittauksessa välillä 0.51 – 0.78 ja loppumittauksessa välillä 0.46 – 0.87 (liite 8). Viittaaan taulukoissa 5, 6, 7 ja 8 väittämiin käyttäen kyselylomakkeessa (liite 1) olleita väittämien numeroita.

**Taulukko 6.** Opetusteknologisia valmiuksia mittaavat summamuuttajat, väittämät sekä summamuuttujien Cronbachin alfat alku- ja loppumittauksissa.

Opetusteknologisia valmiuksia mittaavat summamuuttajat			
Mittauksen kohde	Väittämät	Alkumittaus Cronbachin alfa	Loppumittaus Cronbachin alfa
Perustaidot	21 – 23	0.72	0.63
	21. Osaan etsiä tehokkaasti tietoa verkosta. 22. Osaan käyttää tekstinkäsittelyohjelmia. 23. Osaan käyttää taulukkolaskentaohjelmia.		
Kehittyneet taidot	24 – 28	0.86	0.87
	24. Osaan skannata kuvia. 25. Osaan editoida kuvatiedostoja kuvankäsittelyohjelmalla. 26. Osaan tehdä WWW-sivuja. 27. Osaan tehdä äänitiedostoja. 28. Osaan ohjelmoida.		
Dynaamiset taidot	29, 30	0.85	0.86
	29. Osaan rakentaa liikkuvia kuvia, animaatioita. 30. Osaan rakentaa multimediaa.		

Opiskelijoiden kollaboratiivista ryhmäprosessia mittaavat *väittämät 37 - 47, 50 - 53, 65 - 71* esiintyvät kaikissa viidessä tutkimusmittauksessa. Väittämistä muodostuu eksploratiivisen faktorianalyysin avulla taulukossa 7 esittämäni summamuuttajat. Näihin summamuuttujiin sisältyvien väittämien kommunaliteetit vaihtelevat alkumittauksessa välillä 0.62 – 0.83, toisessa mittauksessa välillä 0.53 – 0.81, kolmannessa mittauksessa välillä 0.53 – 0.82, neljännessä mittauksessa välillä 0.35 – 0.85 ja loppumittauksessa välillä 0.48 – 0.89. Kommunaliteetit ovat kohtuullisen korkeita läpi prosessin. Se viittaa siihen, että ne mittaavat melko luotettavasti pääkomponentteja (Metsämuuronen 2001, 25).



**Taulukko 7.** Kollaboratiivista ryhmäprosessia mittaavat summamuuttujat mittauksissa 1 - 5.

- Summamuuttujan nimi - Sisältyvät väittämät	Cronbachin alfat				
	Mittaus 1	Mittaus 2	Mittaus 3	Mittaus 4	Mittaus 5
Vastuullinen itsetunto	0.69	0.82	0.86	0.90	0.83
37. Työskentelen yleensä enemmän kuin muut ryhmän jäsenet. 38. Teen ne ryhmätyön osat, joita muut välttelevät. 39. Koordinoin yleensä ryhmämme työn etenemistä. 65. Olen ryhmämme paras jäsen. 69. Löydän yleensä ryhmätyön ratkaisevat ideat.					
Keskinäinen motivaatio	0.79	0.83	0.80	0.80	0.74
u41. Ryhmätöiden tekeminen on ajanhukkaa. 44. Pidän ryhmätyöskentelystä. 45. Ryhmätyöskentely on helpottanut minua oppimaan opiskeltavia asioita. 46. Ryhmätyöskentelystä on hyötyä erityisesti vaativien, monimutkaisten ongelmien ratkaisussa. u47. Ryhmätyöskentely ei helpota minun oppimistani.					
Ahdistus ja aggressio	0.37	0.57	0.82	0.76	0.77
42. Koen aggressiivisia tunteita ryhmätyöskentelyssä. 43. Ryhmätilanteet aiheuttavat minulle ahdistusta.					
Sosiaaliset taidot	0.37	0.44	0.70	0.57	0.70
50. Olen hyvä väittelemään kiihtymättä. 51. Kestän hyvin kritiikkiä.					
Vastuullinen yhteistyötaito 66, 67, 68	0.73	0.58	0.61	0.51	0.67
66. Minun kanssani on helppo työskennellä ryhmässä. 67. Arvostan muita ryhmäni jäseniä. 68. Otan vastuuta ryhmätyöstä.					
Vuorovaikutteinen viestintä	0.48	0.36	0.60	0.58	0.63
70. Kuuntelen mielelläni muiden ryhmäni ihmisten käsityksiä ryhmätyöstä. 71. Rohkaisen ryhmäni jäseniä työskentelyyn.					

Summamuuttujissa *vastuullinen yhteistyötaito* ja *vuorovaikutteinen viestintä* (taulukko 7) ei tapahdu prosessin aikana tilastollisesti merkitseviä muutoksia. Jätän tämän väittämäjoukon mielenkiinnottomana<sup>103</sup> pois kollaboratiivisen ryhmäprosessin tarkastelusta. Prosessin analysoimisen kannalta kiinnostaviksi muodostuvat summamuuttujat, joissa tapahtui prosessin aikana tilastollisesti merkitsevää muutosta. Tarkasteluun osallistuvat summamuuttujat *vastuullinen itsetunto*, *sosiaaliset taidot*, *ahdistus ja aggressio* sekä *keskinäinen motivaatio*.

Esitän taulukossa 8 opetusteknologian roolia mittaavista *väittämistä* 31 - 36 (ks. luku 6.3.4) muodostuvat summamuuttujat (ks. liite 11).

### Taulukko 8. Opetusteknologian roolia mittaavat summamuuttujat.

Opiskelijoiden käsitys opetusteknologian roolista			
Mittauksen kohde	väittämät	Alkumittaus Cronbachin alfa	Loppumittaus Cronbachin alfa
Yleinen <sup>104</sup>	u31, 32	0.49	0.49
	u31. Tietokoneita ei pitäisi käyttää opetuksessa. 32. Tietotekniikan opiskelu on hyödyllistä kaikilla tieteenaloilla.		
MatOpp <sup>105</sup>	u34, 35	0.42	0.47
	u34. Tietokoneavusteinen matematiikan opetus heikentää mekaanisia rutiinotoimintoja. 35. Tietokoneavusteinen opetus innostaa matemaattisten käsitteiden teorian omaehtoiseen tutkimiseen.		

<sup>103</sup> Opiskelijoiden käsitysten keskiarvot koko aineistossa ja viitekehysittäin ovat välillä 1,9 - 2,3 summamuuttujissa vuorovaikutteinen viestintä ja yhteistyötaito. Opiskelijat ovat siis summamuuttujien väittämien kanssa jokseenkin samaa mieltä.

<sup>104</sup> Yleinen käsitys tietokoneiden ja tietotekniikan opiskelun hyödyllisyydestä

<sup>105</sup> Opetusteknologian rooli matematiikan opetuksessa

## 6.5 Luotettavuus

Tarkastelen luotettavuutta kahdella tasolla: mittavälineen ja koko tutkimuksen tasolla. Mittausmenetelmien tarkastelu keskittyy mittarin ominaisuuksien tarkasteluun ja tutkimuksen tarkastelu puolestaan siihen, kuinka pätevää, yleistettävää ja käyttökelpoista tietoa saamme. Ellei käytetty mittaväline anna luotettavaa tulosta, koko tutkimuskaan ei voi olla luotettava (Soininen 1995, 119).

### 6.5.1 Validiteetti

Pätevyyden eli validiteetin tapauksessa on mittavälineen tasolla syytä tarkastella käsitevalidiutta ja sisältövalidiutta. *Käsitevalidius* rakentuu mittarin pitkäjänteisen ja perinpohjaisen kehitystyön tuloksena. Tämän kehitystyön aikana mittarin kyky mitata haluttuja käsitteitä ja ominaisuuksia parani. Mittarin väittämät on johdettu teoriasta, mikä osaltaan vastustaa systemaattista virhettä. Niissä esiintyviä käsitteitä ei mittarissa määritellä, koska käytettyjen käsitteiden voidaan olettaa olevan ymmärrettäviä kyseiselle opiskelijaryhmälle. Teoreettinen tausta antaa luotettavuutta ja selkeyttä tutkimuskysymyksiin. Tämä taas auttaa käsitevalidien väittämien laadinnassa. Osa tutkimusongelmista (oppimiseen ja tietoon liittyvät sekä itsekäsitys ryhmätyöntekijänä) on esitetty myös avoimina kysymyksinä, millä pyrin lisäämään mittarin kohdepätevyyttä ja estämään rajoittumista monivalintakysymyksiin. *Sisältövalidius* rakentuu mitattavien käsitteiden relevanttien tunnusmerkkien varaan. Näiden avulla pyrin rakentamaan mittavälineen, jonka väittämien kattavuus kunkin mitattavan käsitteen kohdalla on mahdollisimman suuri. Tältä osin on kuitenkin tärkeä rajata<sup>106</sup> kutakin käsitettä mitattavien väittämien määrää, jottei mittarista tule liian raskasta. Summamuuttujien muodostamisen jälkeen (ks. luku 6.4.2) esimerkiksi summamuuttujaan *sosiaaliset taidot* jää ainoastaan kaksi väittämää, jotka kuvaavat käsitettä ryhmäprosessin (ks. luku 7.3) kannalta relevantista sosiokonstruktivistisesta näkökulmasta. Monivalinta-

<sup>106</sup> Tämä on tärkeää kvantitatiivisessa tutkimuksessa, joissa rajataan tutkittava käsite tarkasti, jotta sen tilastollinen käsittely on mahdollista.

väittämät on esitetty sekä myönteisinä että kielteisinä, mikä osaltaan lisäsi mittarin luotettavuutta.

Mittarin taustatieto-osa on muokattu erittäin helpoksi täyttää; tällä pyrittiin saamaan tutkimushenkilöistä tutkimukselle tärkeät tiedot esiin. Samalla saatu taustatietoaineisto on helposti tietokoneella tilastollisesti käsiteltävässä muodossa. Näin vältän avoimien taustatietokysymysten aiheuttamaa informaatiotulvaa ja selkeytän tutkimusta. Mittarin tiedon-saannin kannalta oleelliset Likert -tyyppiset monivalintaväittämät on asetettu alku- ja loppumittauskaavakkeeseen taustatietojen jälkeen koehenkilön mahdollisen väsymisen välttämiseksi. Avoimet kysymykset ovat alku- ja loppumittarin loppupuolella. Tässä yhteydessä avoimia kysymyksiä ei analysoida sen enempää. Mittarit 2, 3 ja 4 muodostuvat pääsääntöisesti alkumittauskaavakkeesta valituista väittämistä. Lisäksi kahdessa jälkimmäisessä on tärkeitä design-prosessin kulkuun liittyviä kysymyksiä.

Koeasetelman validius koostuu sisäisestä ja ulkoisesta validiteetista. Tutkimuksen *sisäiseen* validiteettiin vaikuttaa Andersonin (1996, 134 - 135) mielestä historia, kypsyminen, testaus, mittari, tilastollinen regressio, osallistujien valinta, hävikki ja valinta - kypsyminen vuoro-vaikutus. Historia voi vaikuttaa mitattaviin opiskelijoiden käsityksiin esimerkiksi kavereiden, television, lehtien tai muun opiskelun kautta. Tässä tapauksessa oli tarkoituksena 'provosoida' opiskelijoita sosiaaliseen vuorovaikutukseen myös kurssin ulkopuolella ja tätä myös mitattiin (kuviot 54, 57; taulukot 16 - 17). Muun opiskelun vaikutus esimerkiksi opiskelijoiden käsityksiin oppimisesta ja opettamisesta pyrittiin ehkäisemään sisältövalideilla väittämillä. Tätä tukien esimerkiksi kuviossa 25 koeasetelman vaikutus on selvästi havaittavissa. Kurssin aikana on toki voinut tapahtua myös kypsymistä. Prosessi sisälsi myös affektiivisen ulottuvuuden (kuvio 44) ja työskentelyyn liittyi luonnollista väsymistä (liite 12 harjoituksen 5 kuvaus). Prosessin välimittauksissa käytetyt mittarit (liitteet 2 - 4) ovat lyhyitä, joten niiden täyttäminen tuskin kärsi väsymyksestä tai kypsymisestä. Testauksessa alku- ja loppumittauksen väli oli yli neljä kuukautta, joten alkumittarin vaikutus loppumittauksen käsityksiin esimerkiksi oppimisena oli vähäinen. Olen huomionut prosessin aikaisten viiden mittauksen riippuvuuden käyttämällä Bonferroni -korjausta. Mittari oli kaikille samanlainen. Koska alku- ja loppumittaus suoritettiin ensimmäisellä luennolla ja näiden väliin jäävät kolme mittausta harjoituksissa, voidaan olettaa, että tilanne on ollut kaikille vastaajille samanlainen ja suotuista kaavakkeen

täyttöön. Mittari rohkaisi oppilaita vastaamaan rehellisesti esitettyihin kysymyksiin, sillä he vastasivat kysymyksiin omissa nimissään. Tämä oli välttämätöntä opiskelijoiden käsityksien vertailemiseksi eri ajanhetkillä. Tilastollisen regression vaikutus oli vähäinen. Osallistujia ei arvottu vaan he valitsivat itse harjoitusryhmän, luokan, jonka harjoituksiin he osallistuivat – tietämättä, millaisen pedagogisen lähestymistavan he kohtasivat. On epätodennäköistä, että opiskelijoiden itsenäinen luokan valinta ja ryhmän muodostus vaikutti merkittävästi tuloksiin. Koeasetelma on siis kvasikokeellinen. Hävikin<sup>107</sup> vaikutus on vähäinen alku- ja loppumittauksen tasolla, mutta ehkä hieman suurempi prosessin välimittauksissa. Prosessin kannalta tärkeästä vaiheesta, suunnittelun vaihtuessa toteutukseen, puuttui ainoastaan yksi lomake. Opiskelijat eivät itse valinneet viitekehystä, joten sitä, vaikuttiko kypsyminen tai opiskelijoiden odotukset jossain viitekehyksessä voimakkaammin kuin toisessa, on vaikea lähteä arvioimaan.

Tutkimuskysymyksiä mittaavia käsitteitä tutkittiin opiskelijoiden mielipiteiden, kokemusten ja käsitysten pohjalta välillisesti. Ei siis mitattu itse ilmiötä, vaan oppilaiden mielipiteitä, kokemuksia ja käsityksiä. Lisäksi on mahdollista, että opiskelijoiden mielipiteet sisälsivät tulkintaa. Avoimia kysymyksiä<sup>108</sup> ei tässä yhteydessä analysoitu.

Tutkimuksen *ulkoiseen* validiteettiin eli yleistettävyyteen vaikuttaa Andersonin (1996, 135 - 136) mielestä 'alkutesti – lähestymistapa vuorovaikutus', 'monien lähestymistapojen sekoittuminen', 'valinta – lähestymistapa vuorovaikutus' ja kokeilijaefekti. Alkutesti – lähestymistapa vuorovaikutuksena oppilaat tulevat alkutestin kautta tietoisiksi tärkeistä kurssilla opiskeltavista asioista. Tämä voi muuttaa opiskelijoiden suhtautumista lähestymistapaan erilaiseksi kuin mitä se olisi ollut ilman alkutestiä. Alkutesti saattoi toimia jossain määrin orientaationa oppimiseen, tietoon ja ongelmanratkaisuun liittyville käsityksille, samoin kuin myös muille mitatuille käsitteille. Monien lähestymistapojen sekoittuminen tulee kysymykseen puheviestinnän luokissa, jossa opiskelijat saivat puheviestinnällä rikastetun lähestymistavan. Puheviest-

<sup>107</sup> Alkumittauksesta puuttui 2, toisesta mittauksesta 8, kolmannelta mittauksesta 1, neljännestä mittauksesta 6 ja loppumittauksesta 6 lomaketta.

<sup>108</sup> Vaikka esimerkiksi epistemologisten uskomusten tutkimuksella on vahva kvantitatiivinen perinne, on myös näkemyksiä, ettei kvantitatiivinen mittari yksin riitä tutkimusinstrumentiksi (ks. Sormunen 2004b, 361).

tinnän tietoisien lisäämisen tehokkuutta on vaikeampi määrittää kuin lähestymistavan vaikutusta. Olen tarkastellut muutoksia varsin paljon koko aineiston tasolla ja lähestymistavoittain. Valinta – lähestymistapa vuorovaikutuksen mukaan koeryhmään sovelletaan erilaisia sääntöjä kuin kontrolliryhmään. Tutkimuksessani lähestymistavat erosivat, mutta tilastollisten testien tulokset noudattavat samoja sääntöjä, samoin arvosteluperusteet (vrt. liite 13). Kokeilijaefekti tarkoittaa tahatonta vihjettä, joka johtaa toivottuun tulokseen. Tässä tutkimuksessa koekasetelma tuli tutkijan ulkopuolelta, koulutuksellinen lähestymistapa professorin toimesta ja puheviestintä asiantuntijan toimesta. Tutkijalle jäi ainoastaan opiskelijoiden oppimisprosessin tuki.

Tutkimuksen *ekologista* validiteettia eli siirrettävyyttä kentälle puoltaa koekasetelman kvasikokeellinen kenttäkoeluonne. Suoritin tutkimuksen opetusohjelmaan kuuluvalla kurssilla, joten tulos on yleistettävissä opettajankoulutuksen kontekstiin, joskin tulos on jossain määrin kulttuurisidonnainen. Tutkimukseen osallistui 84 tutkimushenkilöä, joten sen antamia tuloksia voidaan pitää kvantitatiivisesta näkökulmasta melko luotettavina. Naisten osuus 74 %, edustaa melko yleistä trendiä opettajankoulutuksessa.

## 6.5.2 Reliabiliteetti

Mittauksen kyky vastustaa satunnaisvirheitä rakentuu tutkimusmittarin selkeydelle. Mittari itsessään antaa riittävät perustiedot ohjeiksi tutkimushenkilöille, joten mittaus ei ollut riippuvainen mittauksen suorittajasta. Mittari on mahdollisimman selkeä ja helpotajuinen rakenteeltaan sekä kieleltään ymmärrettävä. Muuttujien asteikko oli varsinaisten tutkimuskysymysten osalta seitsenportainen Likert-tyyppinen asteikko, taustatieto-osassa käytin tapauskohtaisesti sopivinta asteikkoa, myös luokitteluasteikkoa tarvittaessa (sukupuoli). Tarkasteltavasta ilmiöstä keräsin tietoa tutkimuskirjallisuuden kautta.

Kvantitatiivisen aineiston käsittelyn osalta valitsin analyysimenetelmät muuttujien mittaustasojen mukaan eri analyysien vaatimat oletukset huomioon ottaen. Mittasin asenneväittämistä muodostettujen summamuuttujien *reliabiliteetin* (sisäinen johdonmukaisuus, yhdenmukaisuus, luotettavuus) ja raportoin sen (Cronbachin alfa) summamuuttujien yhteydessä (luku 6.4.2). Opiskelijoiden käsitystä opetuksesta ja oppimisesta mittaavien summamuuttujien (*BehavOpp*,

---

*BehavTV, KonstOpp, (KonstRR)* reliabiliteetit ovat kohtuullisen korkeita. Sitä vastoin tietokäsitystä mittaavat summamuuttujat (*ObjekTie* ja *KonstTie*) muodostuivat varsinaisesti loppumittauksessa kurssin aikana tapahtuneen käsityksen jäsentymisen seurauksena. Reliabiliteetit jäävät alkumittauksessa alhaisiksi. Opetusteknologisia valmiuksia mittaavien summamuuttujien *Dynaamiset taidot, Kehittyneet taidot, (Perustaidot)* reliabiliteetit sen sijaan ovat korkeita. Kollaboratiivista ryhmäprosessia mittaavien summamuuttujien *Vastuullinen itsetunto* ja *Keskinäinen motivaatio* reliabiliteetit ovat korkeita. *Vastuullinen itsetunto* muuttujan reliabiliteetti paranee prosessin aikana ohjelman valmistumiseen asti. Summamuuttujien *Abdistus ja aggressio* sekä *Sosiaaliset taidot* reliabiliteetit saavuttavat suurimmat arvonsa, kun ohjelman suunnitteluvaihe vaihtuu toteutusvaiheeseen, mikä tietyllä tavalla näyttäisi heijastavan prosessin ryhmädynaamista luonnetta. Lisäksi edellisen reliabiliteetti on korkeampi kuin jälkimmäisen, saavuttaen korkean maksimiarvon. Opetusteknologian roolia mittaavien summamuuttujien (*Yleinen* ja *MatOpp*) reliabiliteetit voisivat olla korkeampiakin. Kuten aiemmin totesin, huomioin eri ajanhetkinä toistuvasti tapahtuneiden mittausten korreloituneisuuden (riippuvat mittaukset) käyttäen tarvittaessa apuna Bonferroni -korjauskerrointa (esim. luku 6.4.1).

## 7 TUTKIMUSTULOKSET

Käyttäessäni termejä *koko aineisto* tai *kaikki*, tarkoitan laajinta joukkoa tutkimushenkilöitä. *Koulutuksellinen lähestymistapa* tarkoittaa tutkimushenkilöistä muodostunutta osajoukkoa, johon kuuluvat luokat KOUL sekä PV-KOUL. *Kehityksellinen lähestymistapa* taas tarkoittaa tutkimushenkilöistä muodostunutta osajoukkoa, johon kuuluvat luokat PV-KEH ja KEH. *Viitekehys* on yleistermi, joka viittaa joko luokkiin KOUL, PV-KOUL, PV-KEH, KEH, koulutukselliseen lähestymistapaan, kehitykselliseen lähestymistapaan tai koko aineistoon joko yksin, kombinaationa tai yhdessä.

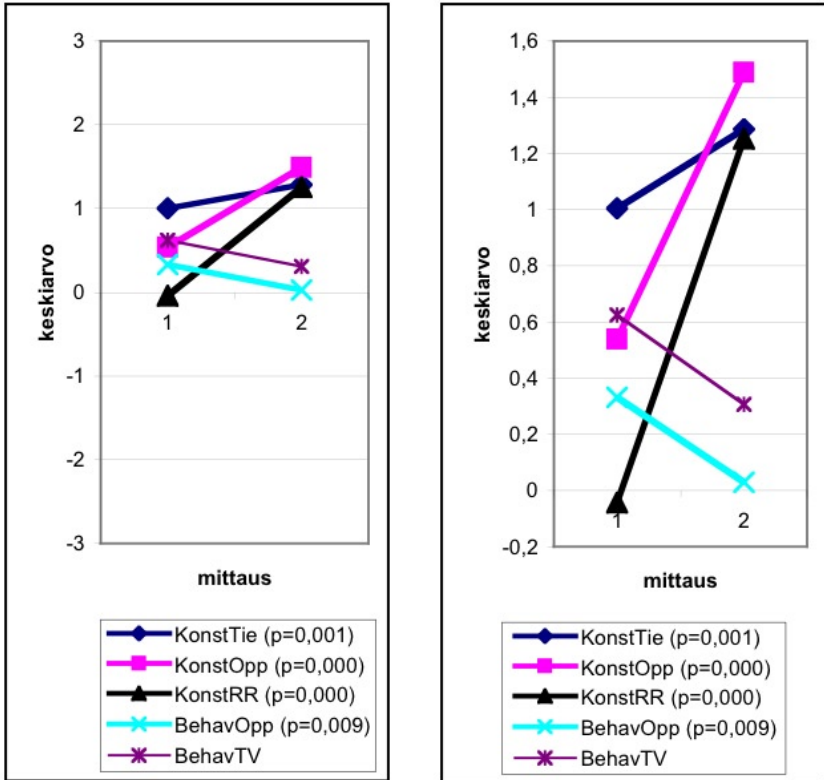
Tarkastelen kuvioissa summamuuttujien (väittämien) keskiarvoja eri mittauksissa. Mikäli mittausten välillä tapahtunut muutos on tilastollisesti merkitsevä, liitän tilastollista merkitsevyyttä tarkoittavan p-arvon summamuuttujan (väittämän) nimen perään ja vahvennan summamuuttujaa (väittämää) tarkoittavan viivan. Kuvio a kuvaa koko vaihteluvälin ja tarjoaa laajan vertailupohjan. Kuvio b kuvaa saman ilmiön oleelliset muutokset tarkemmin. Käyttäessäni esimerkiksi termiä 'opiskelijoiden konstruktivistinen käsitys opetuksesta ja oppimisesta' tarkoitan tätä mittaavaa summamuuttujaa.

### 7.1 Tieto- ja oppimiskäsityksiin liittyvät tulokset

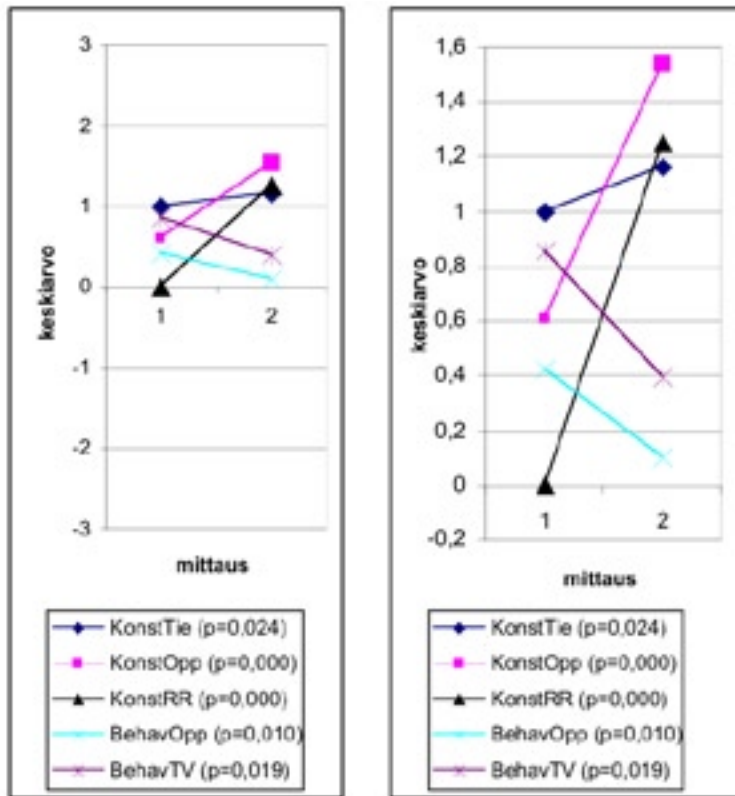
Hypermediaohjelman suunnitteleminen ja toteutus vaikutti opiskelijoiden tieto- ja oppimisteoreettisiin käsityksiin koko aineistossa siten, että opiskelijoiden konstruktivistinen tietokäsitys ja konstruktivistinen käsitys opetuksesta ja oppimisesta vahvistuivat tilastollisesti erittäin merkitsevästi (kuvio 22). Konstruktivistisessa oppimiskäsityksessä 84 % opiskelijoista ylittää loppumittauksessa alkumittauksen keskiarvon. Konstruktivistisessa tietokäsityksessä vastaava luku on 62 %. Tämän lisäksi opiskelijoiden behavioristinen käsitys opetuksesta ja oppimisesta heikkeni tilastollisesti merkitsevästi, jolloin 61 % alitti loppumittauksessa alkumittauksen keskiarvon. Objektivistisessa tietokäsityksessä tapahtunut muutos ei ole tilastollisesti merkitsevä.

Opiskelijoiden behavioristinen käsitys opetuksesta ja oppimisesta heikkeni tilastollisesti merkitsevästi koulutuksellisessa lähestymistavassa, mitä ei tapahtunut kehityksellisessä lähestymistavassa. Kuvioissa 22, 23, 24 on yhteenvedo prosessin vaikutuksista koko aineistossa ja viitekehysittäin.

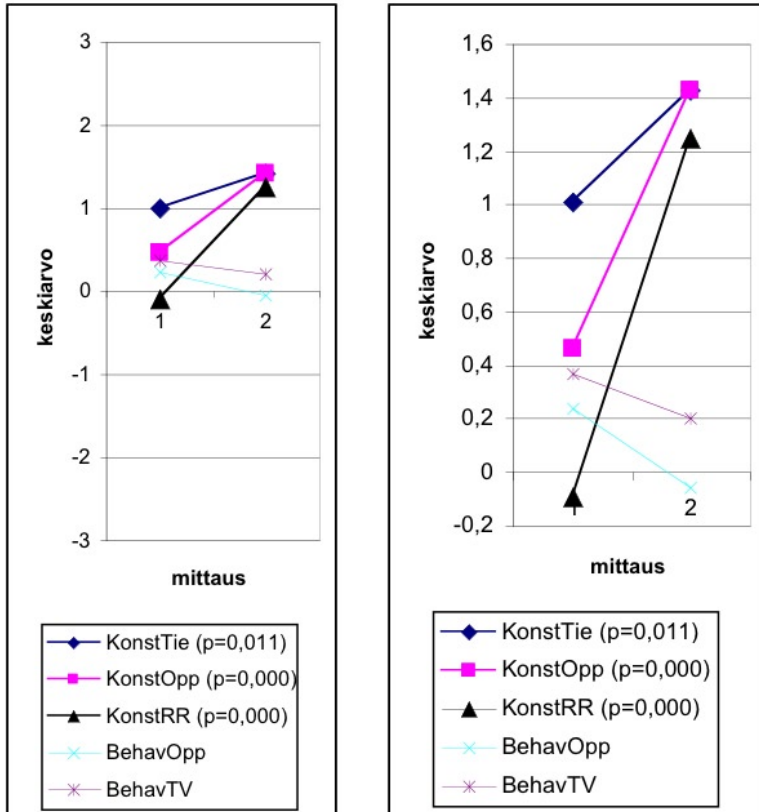




**Kuviot 22 a ja b.** Tieto- ja oppimisteoriaa mittaavien summamuuttujien keskiarvot alku- ja loppumittauksessa koko aineistossa koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).



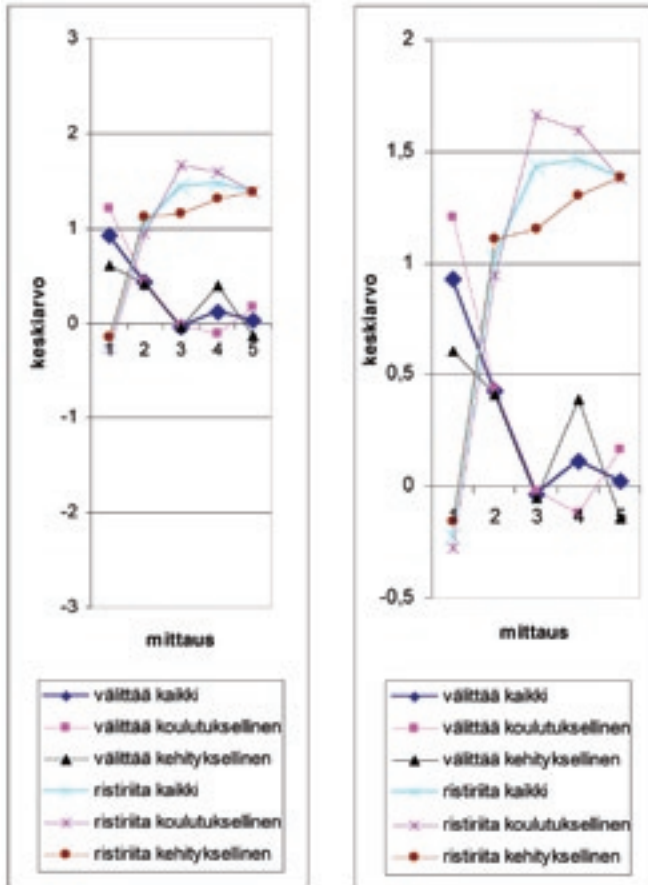
**Kuviot 23 a ja b.** Tieto- ja oppimisteoriaa mittaavien summamuuttujien keskiarvot alku- ja loppumittauksessa koulutuksellisessa lähestymistavassa koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).



**Kuviot 24 a ja b.** Tieto- ja oppimisteoriaa mittaavien summamuuttujien keskiarvot alku- ja loppumittauksessa kehityksellisessä lähestymistavassa koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).

Prosessin aikana tapahtuneet muutokset behavioristisessa ja konstruktivistisessä käsityksessä opetuksesta ja oppimisesta tulevat kärjistetyksi esiin, kun verrataan väittämiä *Opettajan tehtävä on välittää olemassa olevaa tietoa* (ks. luku 7.1.3) ja *Oppimiseksi tarvitaan ristiriitatilanne* samassa kuviossa (kuviokuva 25). Kummassakin väittämässä tapahtuu koko aineiston tasolla voimakasta, väittämien suhteen vastakkaista muuttumista alkumittauksen ja suunnitteluvaiheen päättymisen välillä. Ensimmäisessä väittämässä 71 % opiskelijoista alitti alkumittauksen keskiarvon (taulukko 9) vaikutuskertoimen sijoittuessa luokkaan *keskisuuri*, jälkimmäisessä väittämässä 85 % opiskelijoista ylitti alkumit-

tauksen keskiarvon vaikutuskertoimen sijoittuessa luokkaan *suuri*. Tässä kurssin luento-osuuden vaikutus ja hypermedian suunnitteluosuuden vaikutus on selvästi näkyvissä. Koulutuksellisessa lähestymistavassa tapahtui tilastollisesti melkein merkitsevä muutos ( $p = 0.03$ ) suunnitteluvaiheen aikana väittämässä *Oppimiseksi tarvitaan ristiriitatilanne*. Tämän jälkeen edelleen koko aineiston näkökulmasta tarkasteltuna käsitykset väittämiin vakiintuvat lähelle suunnitteluvaiheen loppumisen tasoa toteutusvaiheen ajaksi sekä viivästettyyn jälkiarviointiin asti.



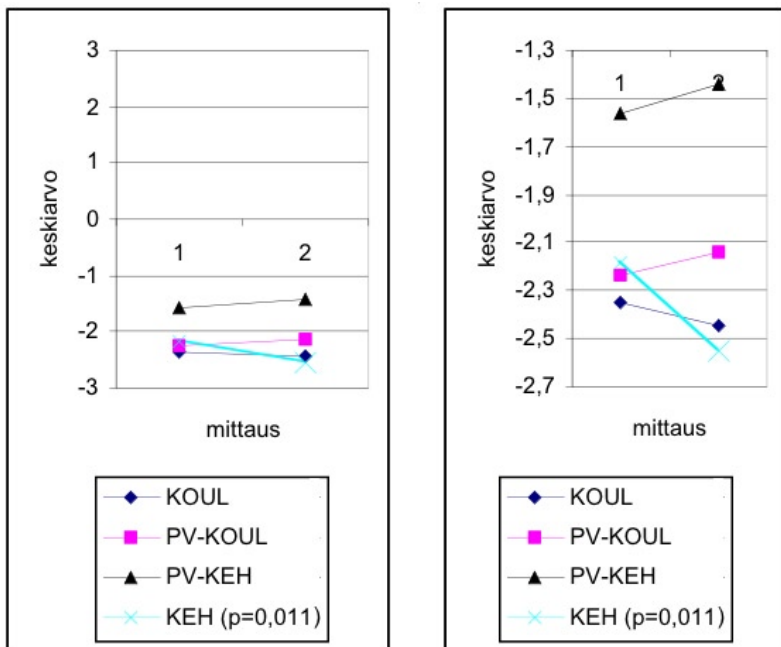
**Kuviot 25 a ja b.** Väittämiä *Opettajan tehtävä on välittää olemassa olevaa tietoa* ja *Oppimiseksi tarvitaan ristiriitatilanne* keskiarvot viidessä mittauksessa koko aineistossa ja eri lähestymistavoissa koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).

**Taulukko 9.** Väittämien *Opettajan tehtävä on välittää olemassa olevaa tietoa ja Oppimiseksi tarvitaan ristiriitatilanne* tilastollisesti merkitsevät muutokset ja vaikutuskertoimet koko aineistossa ja lähestymistavoittain mittausten 1 ja 3 välillä.

Väittäjä <i>Opettajan tehtävä on välittää olemassa olevaa tietoa</i>				
Viitekehys	1 - 3 p-arvo	Muutos	Vaikutuskerroin ja luokka	Prosenttia ylittää loppumittauksessa alkumittauksen keskiarvon.
Kaikki	p = 0.00	-0,96	-0.56 Keski-suuri	29
Koulutuksellinen	p = 0.00	-1,23	-0.78 Keski-suuri	22
Väittäjä <i>oppimiseksi tarvitaan ristiriitatilanne</i>				
Viitekehys	1 - 3 p-arvo	Muutos	Vaikutuskerroin ja luokka	Prosenttia ylittää loppumittauksessa alkumittauksen keskiarvon.
Kaikki	p = 0.00	1,66	1.02 Suuri	85
Koulutuksellinen	p = 0.00	1,95	1.21 Suuri	89
Kehityksellinen	p = 0.00	1,32	0.80 Suuri	79

## 7.1.1 Objektivistinen tietokäsitys (1 A)

Työskentelyjakson aiheuttamat muutokset opiskelijoiden objektivistista tietokäsitystä mitattaaviin väittämiin eivät olleet tilastollisesti merkitseviä koko aineiston ja eri lähestymistapojen tasolla tarkasteltuna. Ainoa tilastollisesti melkein merkitsevä muutos tapahtui KEH -luokassa väittämässä *Kun opettaja tai tietokone havainnollistaa asian hyvin, kaikki näkevät sen samalla tavalla* (kuvio 26). KEH -luokan opiskelijoiden kielteinen suhtautuminen väittämään vahveni tutkimuksen aikana. Tulosten perusteella työskentelyssä käytetyllä viitekehyksellä ei ole mainitun tuloksen lisäksi tilastollisesti merkitsevää vaikutusta opiskelijoiden objektivistiseen tietokäsitykseen.



**Kuviot 26 a ja b.** Opiskelijoiden käsitysten keskiarvot väittämään *Kun opettaja tai tietokone havainnollistaa asian hyvin, kaikki näkevät sen samalla tavalla* alku- ja loppumittauksessa luokittain koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).

Objektivistisen tietokäsityksen väittämistä ainoastaan väittämät 14 ja 19 menevät faktorianalyyssissa samaan summamuuttujaan (taulukko 5) loppumittauksessa. Näistä muodostetussa summamuuttujassa (*ObjekTie*) ei tapahdu tilastollisesti merkitsevää muutosta alku- ja loppumittauksen välillä. Tulos on sama, mikäli summamuuttujan muodostaa kaikista objektivistisen tietokäsityksen väittämistä. Taulukossa 5 on faktorianalyyssin avulla muodostuvan objektivistisen tietokäsityksen summamuuttujan (*ObjekTie*) Cronbachin alfat. Taulukossa 10 on summamuuttujan (*ObjekTie*) sekä väittämien keskiarvot ja keskihajonnat koko aineistossa.

**Taulukko 10.** Objektivististen väittämien keskiarvot ja keskihajonnat koko aineistossa alku- ja loppumittauksessa.

Väittäjä	n	Keskiarvo	Keskihajonta
<i>ObjekTie</i>	79	-1,51	1,44
<i>ObjekTie E</i>	78	-1,51	1,26
V10	81	1,41	1,56
V10E	78	1,33	1,50
V14	79	-2,11	1,30
V14E	78	-2,18	1,08
V19	80	-,91	1,57
V19E	78	-,83	1,44

## 7.1.2 Konstruktivistinen tietokäsitys (1 B)

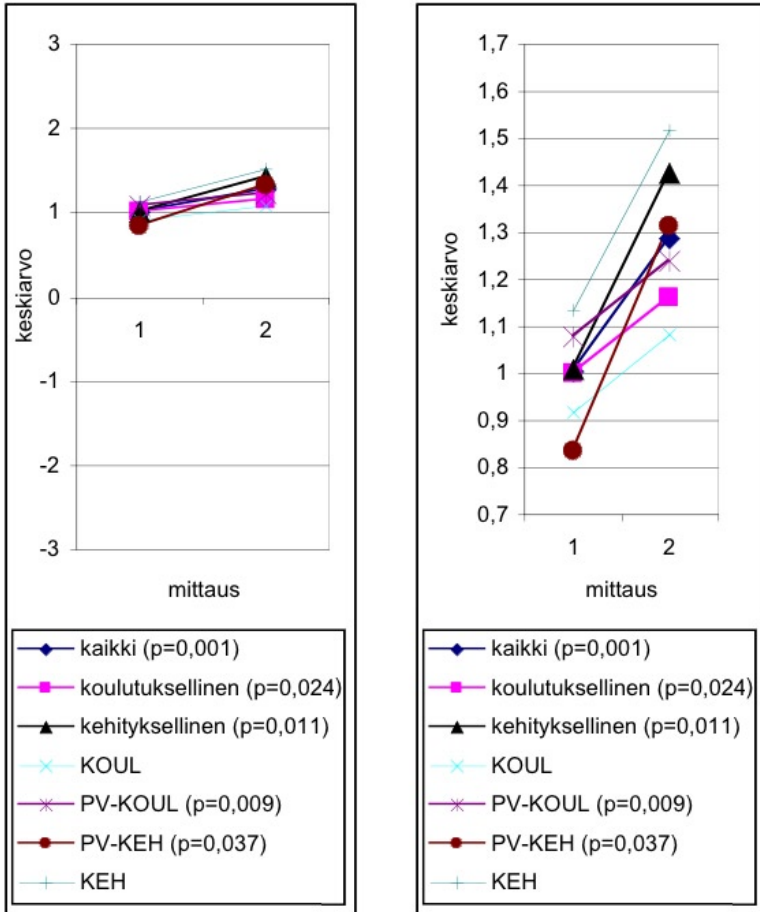
Konstruktivistista tietokäsitystä mittaavassa summamuuttujassa tapahtui tilastollisesti erittäin merkitsevä muutos konstruktivistiseen suuntaan koko aineiston tasolla (kuvio 27), jossa 62 % opiskelijoista ylitti alkumittauksen keskiarvon. Lisäksi vastausten hajonta pieneni (taulukko 11). Koulutuksellisessa lähestymistavassa ja kehityksellisessä lähestymistavassa muutos oli tilastollisesti melkein merkitsevä. Luokittain tarkasteltuna muutos on tilastollisesti merkitsevä PV-KOUL -luokassa ja tilastollisesti melkein merkitsevä PV-KEH -luokassa.

Konstruktivistisen tietokäsityksen väittämät menevät faktorianalyysin avulla loppumittauksessa samaan summamuuttujaan (*KonstTie*), jonka Cronbachin alfat on esitetty taulukossa 5 (asteikolla -3 – +3).

**Taulukko 11.** Konstruktivistisen tietokäsityksen summamuuttujan *KonstTie* keskiarvossa tapahtunut tilastollisesti merkitsevä muutos viitekehysittäin alku- ja loppumittauksen välillä.

Summamuuttuja KonstTie					
Viitekehys ja p-arvo	Ka alussa ja lopussa	s alussa ja lopussa	Muutos (muutos % asteikon pituudesta)	Väikutuskertoimen ja luokka	Prosenttia ylittää loppumittauksessa alkumittauksen keskiarvon.
Kaikki p = 0.001	1,00 1,29	0,94 0,85	0,28 (5 %)	0.30 Pieni	62
Koulutuksellinen p = 0.024	1,00 1,16	0,97 0,71	0,16 (3 %)	0.17	57
kehityksellinen p = 0.011	1,01 1,43	0,92 0,98	0,42 (7 %)	0.46 Pieni	68
PV-KOUL p = 0.009	1,08 1,24	0,92 0,59	0,16 (3 %)	0.17	57
PV-KEH p = 0.037	0,83 1,31	1,00 1,04	0,48 (8 %)	0.48 Pieni	68



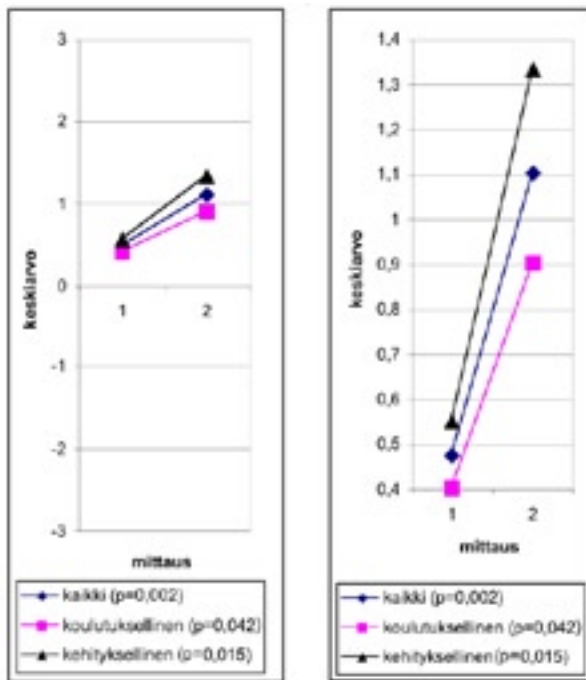


**Kuviot 27 a ja b.** Konstruktivistisen tietokäsityksen summamuuttujan *KonstTie* keskiarvo alku- ja loppumittauksessa viitekehyksittäin koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).

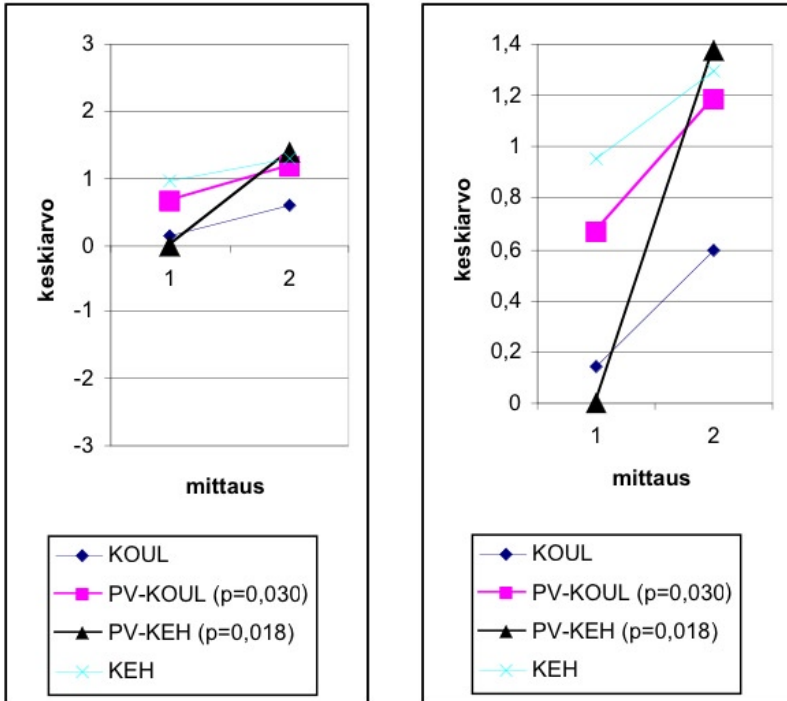
Väittämässä *Jokainen oppilas havaitsee ainoastaan sen, mitä hänen oma teoriansa asiasta mahdollistaa* tapahtui tilastollisesti merkitsevä muutos koko aineistossa. Koulutuksellisessa ja kehityksellisessä lähestymistavassa (kuvio 28) muutos on tilastollisesti melkein merkitsevä. Luokittain tarkasteluna tilastollisesti melkein merkitsevä muutos tapahtui PV-KOUL -luokassa ja PV-KEH - luokassa) (kuvio 29). Opiskelijoiden

alkukäsitys väittämästä oli lähes neutraali (ka 0,47) koko aineistossa. Heidän loppukäsityksensä väittämästä oli, että he ovat hieman samaa mieltä (ka 1,10). Tämän perusteella voidaan todeta, että työskentelyprosessi vahvisti opiskelijoiden konstruktivistista tietokäsitystä tältä osin.

Käsityksen muutos oli hieman voimakkaampaa kehityksellisessä viitekehityksessä (kuvio 28). Luokittain tarkasteluna tilastollisesti melkein merkitsevät muutokset tapahtuivat puheviestinnän luokissa. Jyrkintä käsityksen muuttuminen oli PV-KEH -luokassa (kuvio 29). Tämän perusteella voi todeta, että työskentelyprosessi vaikutti käsityksen muuttumiseen enemmän kuin työskentelyssä käytetty lähestymistapa. Puheviestinnän tietoinen lisääminen näyttää tuloksen perusteella vahvistavan tapahtunutta käsityksen muutosta erityisesti kehityksellisessä lähestymistavassa.



**Kuviot 28 a ja b.** Väittämän *Jokainen oppilas havaitsee ainoastaan sen, mitä hänen oma teoriansa asiasta mahdollistaa* keskiarvo alku- ja loppumittauksessa koko aineistossa sekä lähestymistavoittain koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).



**Kuviot 29 a ja b.** Väittämän *Jokainen oppilas havaitsee ainoastaan sen, mitä hänen oma teoriansa asiasta mahdollistaa* keskiarvo alku- ja loppumittauksessa luokittain koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).

### 7.1.3 Behavioristinen käsitys opetuksesta ja oppimisesta (1 C)

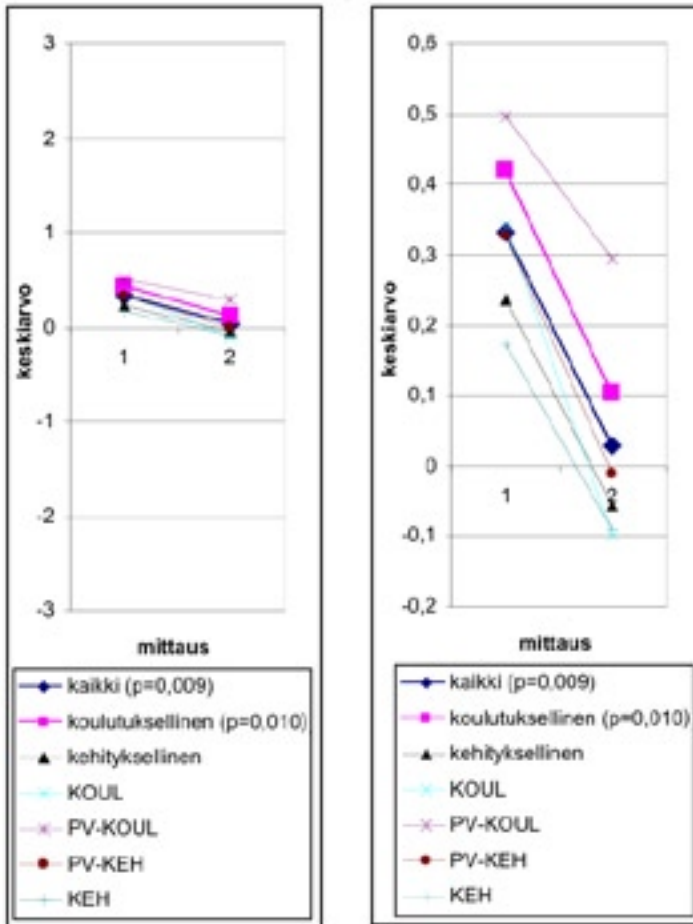
Prosessin aikana opiskelijoiden behavioristinen käsitys opetuksesta ja oppimisesta heikkeni tilastollisesti merkitsevästi koko aineistossa ja koulutuksellisessa lähestymistavassa. Edellisessä 61 % opiskelijoista ja jälkimmäisessä 63 % opiskelijoista alitti alkumittauksen keskiarvon (taulukko 12). Myös vastausten hajonta pieni. Tiedon välittämisen summamuuttujassa tapahtui tilastollisesti melkein merkitsevä muutos koulutuksellisessa lähestymistavassa ja PV-KOUL -luokassa. Edellisessä 64 % opiskelijoista alitti (36 % ylitti) loppumittauksessa alkumittauksen keskiarvon. Jälkimmäisessä 67 % alitti (33 % ylitti) alkumittauksen keskiarvon. Myös vastauksien hajonnat pienenivät. Kehityksellisessä lähestymistavassa ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää muutosta.

Väittämistä 1, 2, 3, 12, 16 (taulukko 5) muodostuu faktorianalyysin avulla laajin behavioristista käsitystä opetuksesta ja oppimisesta kuvaava summamuuttuja (*BehavOpp*), jonka Cronbachin alfa on alussa 0.72 ja lopussa 0.74 (taulukko 5). Tämän lisäksi summamuuttujaan *BehavOpp* sisältyvistä väittämistä 1, 2, 3 muodostuu toinen, behavioristista tiedon välittämistä kuvaava summamuuttuja (*BehavTV*), jonka Cronbachin alfa on alussa 0.77 ja lopussa 0.81.

**Taulukko 12.** Behaviorististen summamuuttujien keskiarvoissa tapahtuneet tilastollisesti merkitsevät muutokset viitekehyksittäin alku- ja loppumittauksen välillä (asteikolla -3 – +3).

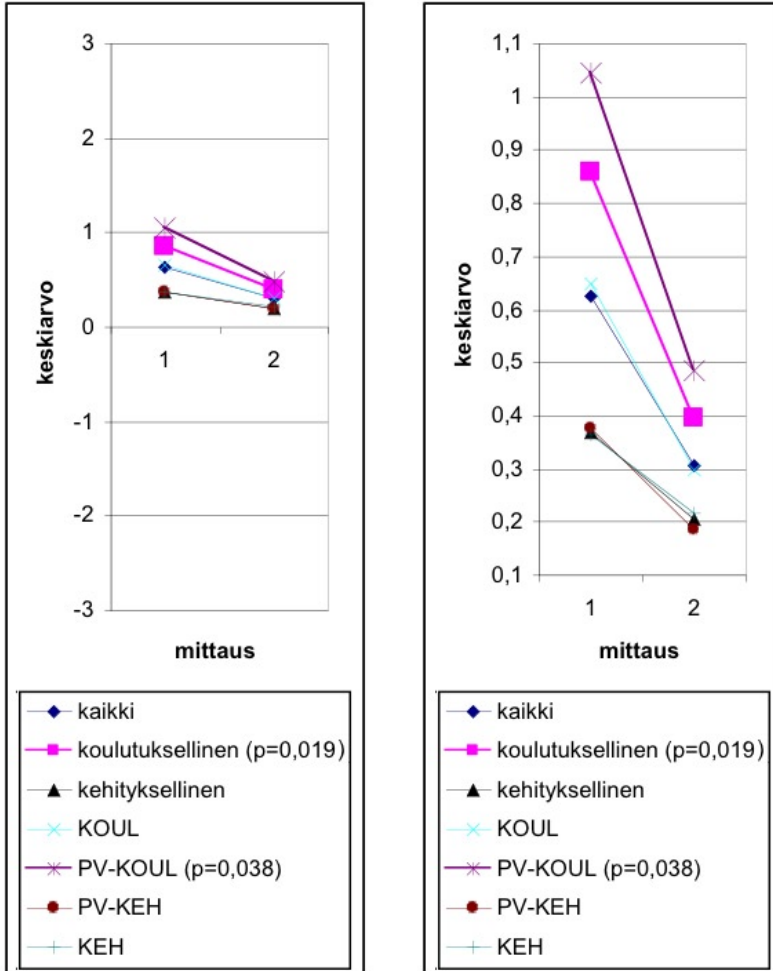
Summa- muuttuja	Viitekehys ja p-arvo	Ka alussa ja lopussa	s alussa ja lo- pussa	Muutos (muutos % asteikon pituudesta)	Vaikutus- kerroin ja luokka	Prosenttia ylittää loppu- mittauksessa alkumittauksen keskiarvon
BehavOpp	Kaikki p = 0.009	0,33 0,03	1,08 1,04	0,30 (5 %)	-0.28 Pieni	39
	Koulutus- sellinen p = 0.010	0,42 0,10	1,00 0,99	0,32 (5 %)	-0.32 Pieni	37
BehavTV	Koulutus- sellinen p = 0.019	0,86 0,40	1,30 1,27	0,46 (8 %)	-0.35 Pieni	36
	PV- KOUL p = 0.038	1,05 1,48	1,31 1,22	0,56 (9 %)	-0.43 Pieni	33

Laajemmassa behavioristista käsitystä opetuksesta ja oppimisesta kuvaavassa (*BehavOpp*) summamuuttujassa (kuvio 30) on tapahtunut tilastollisesti merkitsevä muutos koko aineistossa ja koulutuksellisessa viitekehyksessä, vaikutuskertoimien sijoittuessa luokkaan *pieni*. Kehityksellisessä lähestymistavassa muutos ei ole tilastollisesti merkitsevä. Luokittain tarkasteltuna ei tapahdu tilastollisesti merkitsevää muutosta, lähimpänä oli KOUL -luokka ( $p = 0.055$ ).



**Kuviot 30 a ja b.** *BehavOpp* -summamuuttujan keskiarvo alku- ja loppumittauksessa viitekehyksittäin koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).

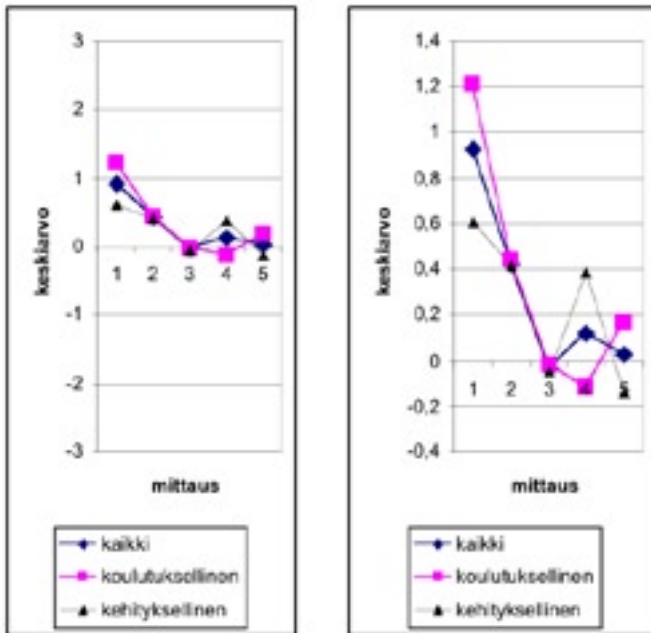
Behavioristista tiedon välittämistä kuvaavassa (*BehavTV*) summamuuttujassa (kuvio 31) on tapahtunut tilastollisesti melkein merkitsevä muutos koulutuksellisessa lähestymistavassa sekä PV-KOUL –luokassa, vaikutuskertoimien sijoittuessa luokkaan *pieni*. Kehityksellisessä lähestymistavassa muutos ei ole tilastollisesti merkitsevä.



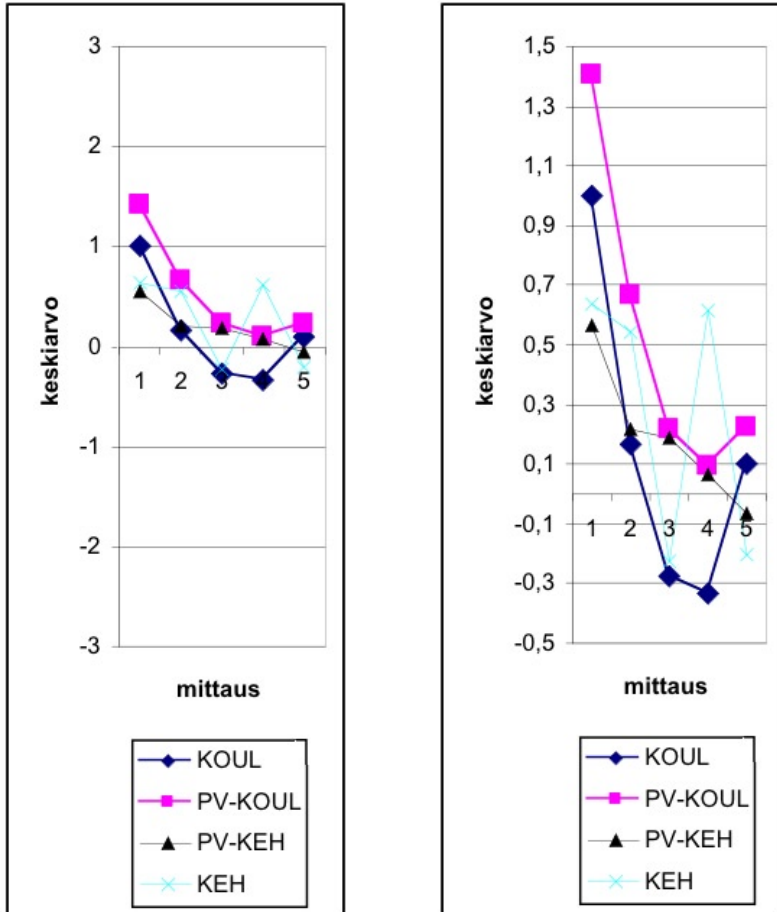
**Kuviot 31 a ja b.** *BehavTV*-summamuuttujan keskiarvo alku- ja loppumittauksessa viitekehyksittäin koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).

Väittämä *Opettajan tehtävä on välittää olemassa olevaa tietoa* oli mukana läpi koko prosessin.

Väittämässä (kuvio 32) tapahtui tilastollisesti merkitsevä muutos alku- ja loppumittauksen välillä koko aineistossa ( $p = 0.01$ ) ja koulutuksellisessa lähestymistavassa ( $p = 0.01$ ). Mainituissa viitekehyksissä tapahtui tilastollisesti merkitsevä muutos ( $p = 0.00$ ) myös alkumittauksen ja suunnitteluvaiheen päättymisen välillä. Muutos on tilastollisesti melkein merkitsevä myös KOUL -luokassa ( $p = 0.03$ ) sekä PV-KOUL -luokassa ( $p = 0.05$ ). Esitän keskiarvot luokittain tarkasteltuna kuviossa 33. Koulutuksellisen lähestymistavassa tapahtunut tilastollisesti merkitsevä ( $p = 0.00$ ) keskiarvon muutos alkumittauksen ja ohjelman valmistumisen välillä oli 1,33 eli 22 % asteikon pituudesta. Vaikutuskertoimeksi muodostui 0.84. Tämä tarkoittaa, että vaikutuskerroin sijoittuu luokkaan *suuri*. Lisäksi muutos on tilastollisesti melkein merkitsevä ( $p = 0.05$ ) PV-KOUL -luokassa. Koko aineistossa muutos on tilastollisesti merkitsevä ( $p = 0.00$ ;  $ES = 0.47$ ) vaikutuskertoimen sijoituessa luokkaan *pieni*.



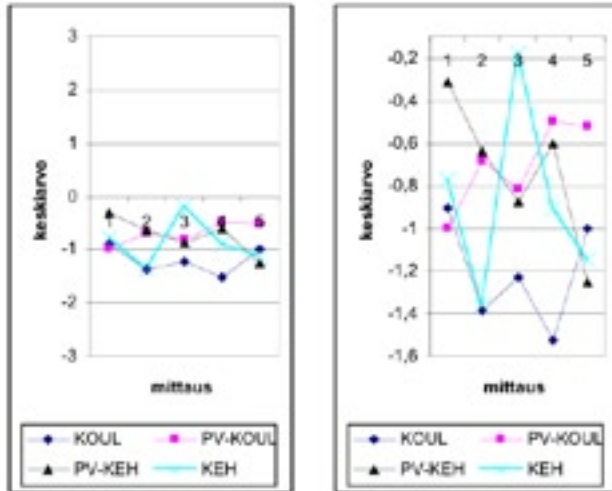
**Kuvio 32 a ja b.** Väittämän *Opettajan tehtävä on välittää olemassa olevaa tietoa* keskiarvo viidessä eri mittauksessa koko aineistossa ja eri lähestymistavoissa koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).



**Kuviot 33 a ja b.** Väittämän *Opettajan tehtävä on välittää olemassa olevaa tietoa* keskiarvo viidessä eri mittauksessa luokittain koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).

Väittämässä *www-pohjainen oppimateriaali ei voi olla muuta kuin tiedon mekaaninen välittäjä* (kuvio 34) tapahtui tilastollisesti melkein merkitsevä muutos KEH -luokassa ensimmäisen harjoituksen ja suunnittelun lopettamisen välillä ( $p = 0.03$ ) sekä suunnittelun lopettamisen ja viivästetyn jälkiarvioinnin välillä ( $p = 0.04$ ). Kuviosta 34 näkyy, että käsitelyssä tapahtui voimakasta vaihtelua tässä luokassa.





**Kuviot 34 a ja b.** Väittämän *www-pohjainen oppimateriaali ei voi olla muuta kuin tiedon mekaaninen välittäjä* keskiarvo viidessä eri mittauksessa luokittain koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).

#### 7.1.4 Konstruktivistinen käsitys opetuksesta ja oppimisesta (1 D)

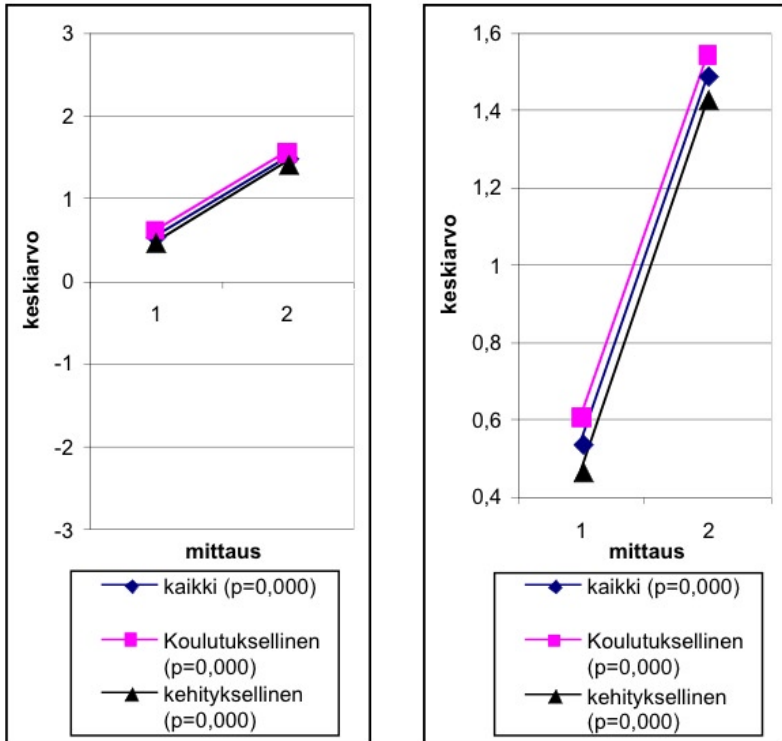
Prosessin aikana opiskelijoiden konstruktivistisessä käsityksessä opetuksesta ja oppimisesta tapahtui tilastollisesti erittäin merkitsevä muutos konstruktivistisempaan suuntaan koko aineistossa ja kummassakin lähestymistavassa. Muutos on tilastollisesti merkitsevä kaikissa luokissa. Koko aineistossa 84 % opiskelijoista ylitti alkumittauksen keskiarvon (taulukko 13) vaikutuskertoimen sijoituessa luokkaan *suuri*.

Konstruktivistisen oppimiskäsityksen väittämistä muodostuu faktori-analyysin avulla konstruktivistista käsitystä opetuksesta ja oppimisesta kuvaava summamuuttuja (*KonstOpp*), jonka Cronbachin alfa on alussa 0.70 ja lopussa 0.71 (taulukko 5). Se sisältää *väittämät 6, 7, 8, 9, 13* (liite 1). Tämän lisäksi muodostuu *väittämistä 8, 9, 13* summamuuttuja konstruktivistinen ristiriita (*KonstRR*). Summamuuttujan konstruktivistinen ristiriita muodostavat väittämät sisältyvät myös konstruktivistisen opetuksen ja oppimisen summamuuttujaan.

**Taulukko 13.** Konstruktivististen summamuuttujien keskiarvoissa tapahtuneet tilastollisesti merkitsevät vaikutuskertoimet viitekehysittain alku- ja loppumittauksen välillä (asteikolla -3 – +3).

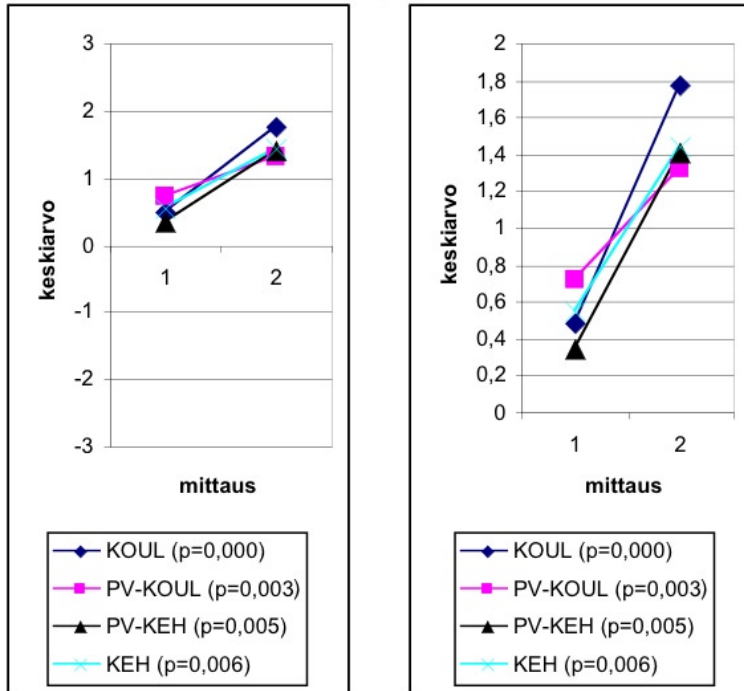
Summa- muuttuja	Viitekehys ja p-arvo	Ka alussa ja lopussa	s alussa ja lopussa	Muutos (muutos % asteikon pituudes- ta)	Vaikutus kerroin ja luokka	Prosenttia ylittää loppumit- tauksessa alkumit- tauksen keskiarvon.
KonstOPP	Kaikki p = 0.000	0,54 1,49	0,97 0,73	0,95 (16 %)	0,98 Suuri	84
	Koulutuk- sellinen p = 0.000	0,60 1,54	0,97 0,67	0,94 (16 %)	0,97 Suuri	83
	Kehityk- sellinen p = 0.000	0,46 1,43	0,98 0,80	0,95 (16 %)	0,97 Suuri	83
	KOUL p = 0.000	0,49 1,77	1,03 0,61	1,28 (21 %)	1,24 Suuri	89
	PV-KOUL p = 0.003	0,72 1,32	0,92 0,67	0,60 (10 %)	0,66 Keski- suuri	75
	PV-KEH p = 0.005	0,35 1,41	0,98 0,80	1,07 (18 %)	1,09 Suuri	86
	KEH p = 0.006	0,55 1,44	1,00 0,83	0,89 (15 %)	0,89 Suuri	81
KonstRR	Kaikki p = 0.000	-0,04 1,25	1,28 0,85	1,29 (22 %)	1,01 Suuri	84
	Koulutuk- sellinen p = 0.000	0,00 1,25	1,26 0,81	1,25 (21 %)	0,99 Suuri	84
	Kehityk- sellinen p = 0.000	-0,09 1,25	1,31 0,90	1,34 (22 %)	1,02 Suuri	85
	KOUL p = 0.000	-0,13 1,55	1,34 0,63	1,68 (28 %)	1,25 Suuri	89
	PV-KOUL p = 0.003	0,13 0,98	1,19 0,86	0,86 (14 %)	0,72 Keski- suuri	76
	PV-KEH p = 0.003	-0,27 1,25	1,32 0,87	1,52 (25 %)	1,15 Suuri	87
	KEH p = 0.003	0,03 1,25	1,33 0,95	1,28 (21 %)	0,97 Suuri	83

Konstruktivistinen käsitys opetuksesta ja oppimisesta (*KonstOpp*) summamuuttujassa (kuvio 35) tapahtui tilastollisesti erittäin merkitsevä muutos ( $p = 0.000$ ) koko aineiston tasolla (muutos 0,95 eli 16 % koko asteikon pituudesta<sup>109</sup>). Vaikutuskerroin sijoittuu luokkaan *suuri*. Myös vastausten hajonta pieneni. Lähestymistavoittain tarkasteltuna tilastollisesti erittäin merkitsevä muutos on tapahtunut koulutuksellisessa ( $p = 0.000$ ; muutos 0,94<sub>16</sub> %) ja kehityksellisessä lähestymistavassa ( $p = 0.000$ ; muutos 0,96<sub>16</sub> %). Molemmat vaikutuskertoimet sijoittuvat luokkaan *suuri*. Lisäksi vastausten hajonnat pienenivät.



**Kuviot 35 a ja b.** *KonstOpp* -summamuuttujan alku- ja loppumittauksien keskiarvot koko aineistossa ja eri lähestymistavoissa koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).

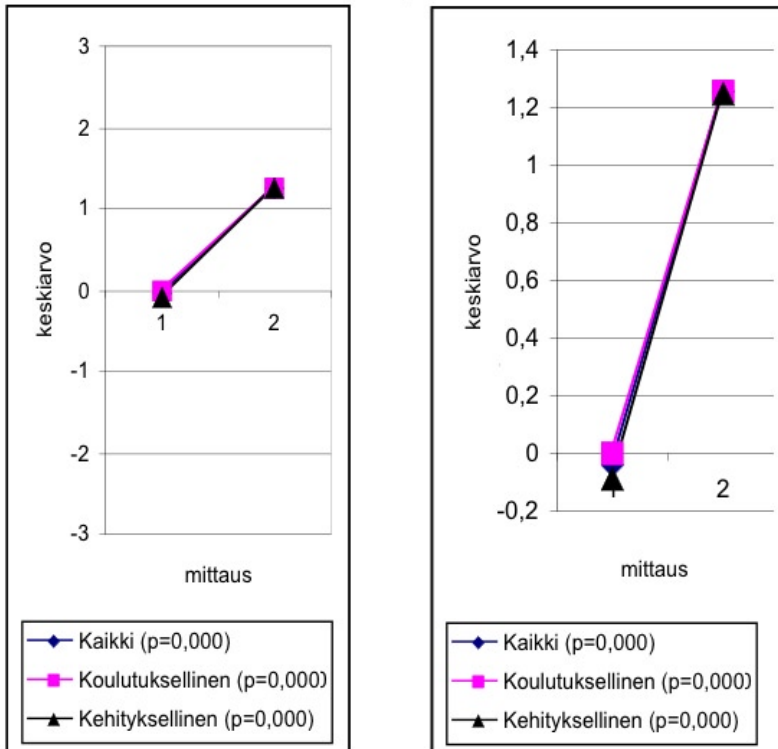
<sup>109</sup> Lyhennän tyyppiä ”muutos 0,95 eli 16 % koko asteikon pituudesta” olevat ilmaukset tästedes ”muutos 0,95<sub>16</sub> %”



**Kuviot 36 a ja b.** *KonstOpp* -summamuuttujan alku- ja loppumittauksien keskiarvot luokittain koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).

Luokittain tarkasteltuna (kuvio 36) muutos on tilastollisesti merkitsevä kaikissa luokissa. Voimakkainta käsityksen muuttuminen oli KOUL-luokassa (muutos  $1,28_{21}\%$ ), jossa tilastollisesti erittäin merkitsevän muutoksen vaikutuskertoimen sijoittuu luokkaan *suuri*. Heikointa muutos oli PV-KOUL-luokassa (muutos  $0,60_{10}\%$ ) vaikutuskertoimen sijoituessa luokkaan *keskisuuri*.

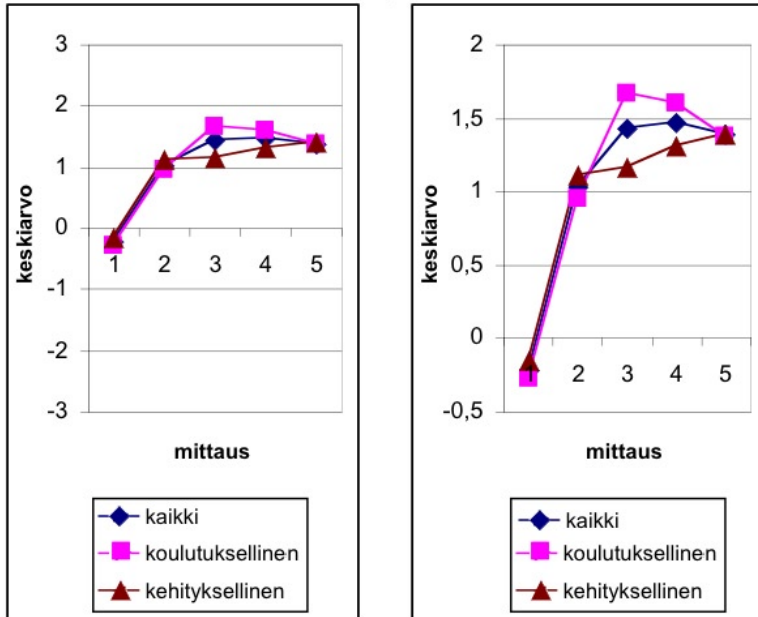
Konstruktivistinen ristiriita (*KonstRR*) summamuuttujassa (kuvio 37) tapahtui tilastollisesti erittäin merkitsevä muutos koko aineistossa ja kummassakin lähestymistavassa. Muutos on tilastollisesti merkitsevä kaikissa luokissa (KOUL ( $p = 0.000$ ); PV-KOUL ( $p = 0.003$ ); PV-KEH ( $p = 0.003$ ); KEH ( $p = 0.003$ )). Vaikutuskertoimet sijoituivat luokkaan *suuri* lukuun ottamatta luokkaan *keskisuuri* sijoittunutta PV-KOUL-luokan vaikutuskertoiminta. Lisäksi vastausten hajonnat pienenivät. Tilastollisesti merkitsevän muutoksen syy näyttää olevan enemmänkin prosessi, kuin lähestymistapa.



**Kuviot 37 a ja b.** *KonstRR* -summamuuttujan keskiarvo alku- ja loppumittauksessa koko aineistossa sekä eri lähestymistavoittain koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).

Väittämä *Oppimiseksi tarvitaan ristiriitatilanne* oli mukana läpi koko prosessin. Suurin muutos ( $p = 0.00$ ;  $ES = 0.87$ ;  $1,33_{22\%}$ ) käsityksessä tapahtuu mittausten 1 ja 2 välisenä aikana eli ensimmäisen luennon ja ensimmäisen harjoituksen välillä (kuvio 38).

Tämä muutos selittyi suurelta osin luentojen ja tentin vaikutuksesta. Tämän jälkeen tulkinta eroaa. Koulutuksellisen lähestymistavan osalla alkumittauksen ja suunnittelun päättymisen välillä tapahtuu  $1,95_{33\%}$  muutos ( $p = 0.00$ ;  $ES = 1.21$ ) vastausten keskiarvossa. Kehityksellisen lähestymistavan osalta muutos ( $p = 0.00$ ;  $ES = 0.80$ ) on tässä vaiheessa  $1,32_{22\%}$ .

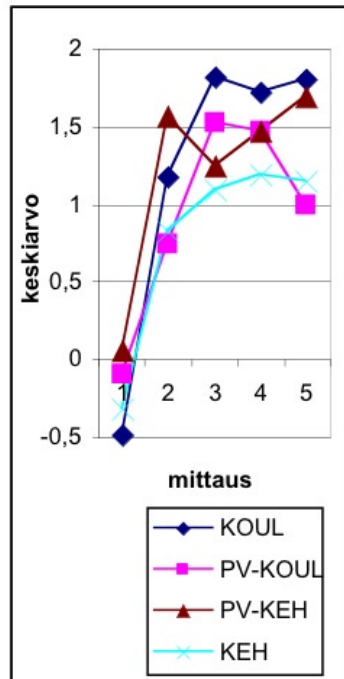
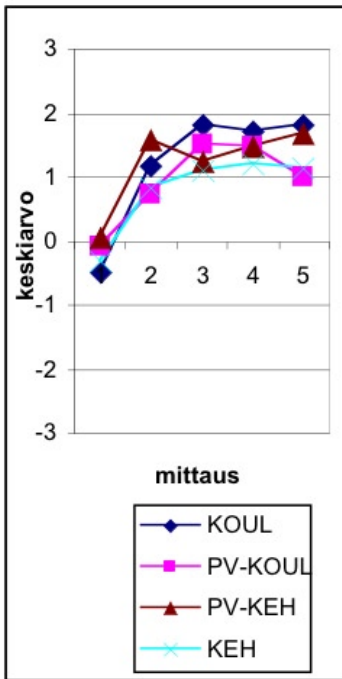


**Kuviot 38 a ja b.** Väittämän *Oppimiseksi tarvitaan ristiriitatilanne* keskiarvo viidessä eri mittauksessa koko aineistossa ja eri lähestymistavoissa koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).

Kouluksellisessa lähestymistavassa tapahtuu tilastollisesti merkitsevä muutos ( $p = 0.03$ ;  $ES = 0.42$ ;  $0,65_{11}\%$ ) myös mittausten 2 ja 3 välillä (taulukko 14), mitä ei tapahdu kehityksellisessä lähestymistavassa. Tämä eroavaisuus tapahtuu siis ensimmäisen harjoituksen ja suunniteluvaiheen loppumisen välisenä aikana. Tämä ero selittyy MODEM-luennolla ja kouluksellisen lähestymistavan luokkien tehtävänannolla suunnitella loogis-kognitiiviseen ristiriitaan perustuvaa opetusohjelmaa. Ohjelman valmistumisen kohdalla kouluksellisen lähestymistavan asenne on vielä selvästi vahvemmin väittämän mukainen. Viivästetyssä jälkiarviointissa (mittaus 5) ei enää näy eroa (keskiarvot 1,38 ja 1,39) eri lähestymistapojen välillä. Alku- ja loppukäsityksen välillä koko aineiston tasolla tapahtunut muutos on  $1,60_{27}\%$ . Kouluksellisessa lähestymistavassa muutos oli  $1,66_{28}\%$  ja kehityksellisessä lähestymistavassa  $1,55_{26}\%$ . Puheviestinnällä ei näytä olevan vaikutusta muutokseen (kuvio 39; taulukko 14).

**Taulukko 14.** Väittämän *Oppimiseksi tarvitaan ristiriitatilanne* tilastollisesti merkitsevät p-arvot viitekehyksittäin eri mittausten välillä.

Viitekehys	1 - 2	2 - 3	1 - 3	1 - 4	1 - 5
Kaikki	0.00		0.00	0.00	0.00
Koulutuksellinen	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
Kehityksellinen	0.00		0.00	0.00	0.00
KOUL	0.00		0.00	0.01	0.00
PV-KOUL			0.01	0.01	
PV-KEH	0.03		0.04	0.03	0.03
KEH			0.01	0.01	



**Kuviot 39 a ja b.** Väittämän *Oppimiseksi tarvitaan ristiriitatilanne* keskiarvo viidessä eri mittauksessa luokittain koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).

## 7.2 Opetusteknologisten valmiuksien itsearvioinnin tulokset

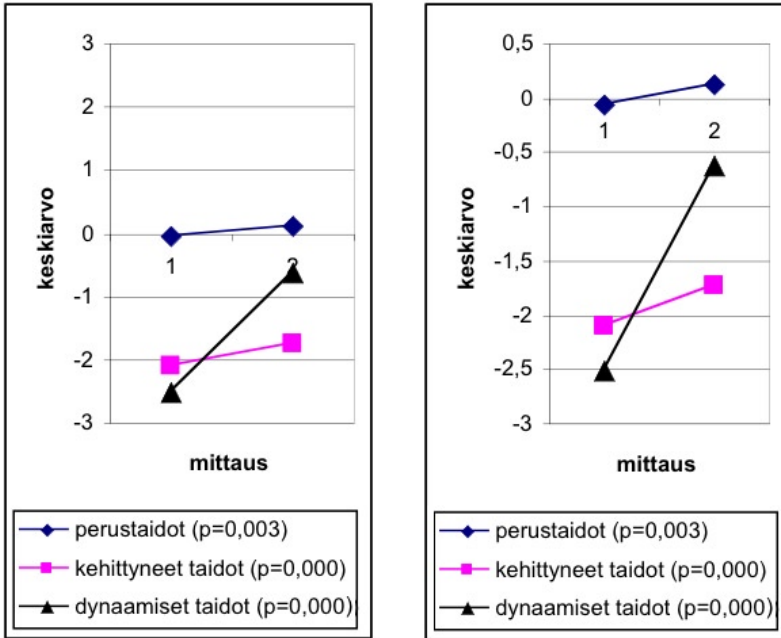
Hypermediaopetusohjelman suunnittelemisen ja toteutus vaikutti opiskelijoiden itsearviointiin omista opetusteknologisista valmiuksistaan koko aineiston tasolla positiivisesti. Muutos on tilastollisesti erittäin merkitsevä multimedian rakentamiseen liittyvissä dynaamisissa taidoissa (taulukot 6 ja 15) vaikutuskertoimen sijoittuessa luokkaan *suuri* ja kehittyneissä taidoissa vaikutuskertoimen sijoittuessa luokkaan *pieni*.

Työskentelyssä käytetty lähestymistapa vaikutti opiskelijoiden itsearviointiin omista opetusteknologisista valmiuksista. Muutos oli kokonaisuutena kehityksellisessä lähestymistavassa positiivisempi kuin koulutuksellisessa lähestymistavassa. Muutos dynaamisissa taidoissa oli suurempi kehityksellisessä lähestymistavassa. Tämän lisäksi kehityksellisessä lähestymistavassa tapahtui tilastollisesti erittäin merkitsevä positiivinen muutos kaikissa taitoja mittaavissa summamuuttujissa.

Opiskelijoiden itsearviointia opetusteknologisista valmiuksista mitaavista väittämistä muodostui faktorianalyysin avulla kolme summamuuttujaa. Nimesin nämä summamuuttujat *perustaidoiksi*, *kehittyneiksi taidoiksi* ja *dynaamisiksi taidoiksi*. Esitän summamuuttujien Cronbachin alfat sekä summamuuttujiin sisältyvät väittämät taulukossa 6 ja summamuuttujien keskiarvot alku- ja loppumittauksissa kuviossa 40 ja taulukossa 15.

Kun vertaan muodostuneita summamuuttujia Koiviston ym. (1999, 44) luokitukseen, voin havaita, että summamuuttuja *perustaidot* sisältyy ko. luokituksen työvälinoihin ja verkkovälinoihin, samoin osa *kehittyneet taidot* summamuuttujan sisällöstä. Loput menevät sovelluskehittimien alle yhdessä summamuuttujan *dynaamiset taidot* kanssa.

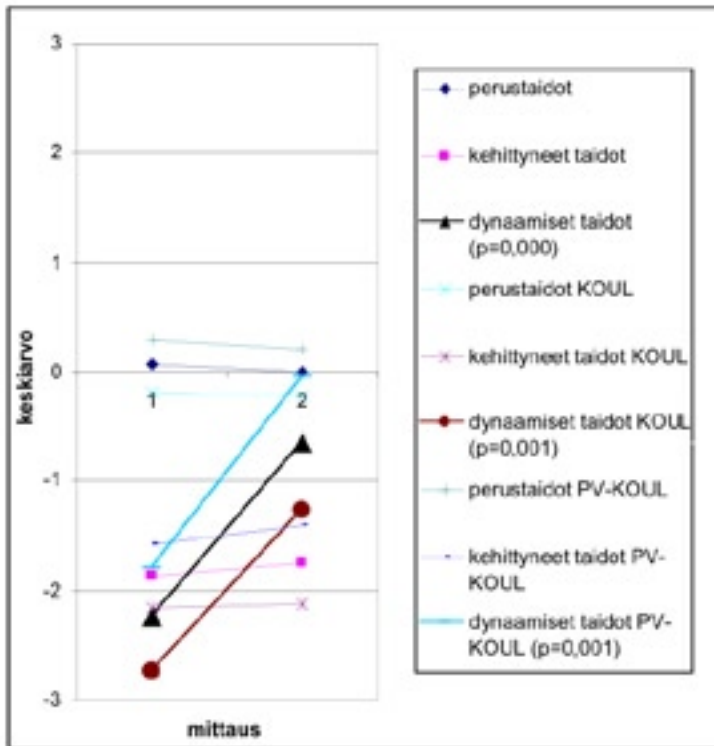




**Kuviot 40 a ja b.** Summamuuttujien *Perustaidot*, *Kehittyneet taidot* ja *Dynaamiset taidot* keskiarvot alku- ja loppumittauksissa koko aineistossa koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).

Opiskelijoiden itsearvioinnissa omista perustaidoistaan, kehittyneistä taidoistaan ja dynaamisista taidoistaan tapahtui tilastollisesti merkitsevät muutokset koko aineistossa (kuviot 40). Perustaitojen ja kehittyneiden taitojen osalla muutos oli selvästi positiivinen (muutokset  $0,18_{3\%}$ , jolloin 57 % ylitti alkumittauksen keskiarvon ja  $0,37_{6\%}$ , jolloin 62 % ylitti alkumittauksen keskiarvon ks. taulukko 15). Jälkimmäinen vaikutuskerroin sijoittui luokkaan *pieni*. Dynaamisten taitojen osalta muutos oli radikaalisti positiivinen (muutos  $1,89_{32\%}$ ), sillä 94 % opiskelijoista ylitti loppumittauksessa alkumittauksen keskiarvon. Vaikutuskerroin sijoittui luokkaan *suuri*. Perustaidoissa vastausten hajonta pieneni, kun se kehittyneissä ja dynaamisissa taidoissa kasvoi. Tulosten perusteella prosessilla oli selvästi positiivinen vaikutus opiskelijoiden itsearviointiin omista tietoteknisistä valmiuksista koko aineiston tasolla tarkasteltuna.

Koulutuksellisessa lähestymistavassa (kuvio 41) tapahtui tilastollisesti merkitsevä muutos ainoastaan dynaamisten taitojen osalla (muutos 1,60<sub>27</sub>%). Loppumittauksessa 86 % opiskelijoista ylitti alkumittauksen keskiarvon. Koulutuksellinen lähestymistapa luokittain tarkasteltuna ei tuonut eroja, vaan muutos oli tilastollisesti merkitsevä ainoastaan dynaamisten taitojen osalta KOUL -luokassa (97 % ylitti alkumittauksen keskiarvon) ja PV-KOUL -luokassa (83 % ylitti alkumittauksen keskiarvon). Edellä mainittujen koulutuksellisen lähestymistavan muutoksien vaikutuskertoimet sijoituivat luokkaan *suuri*. Lisäksi vastausten hajonta kasvoi. Kuvio 41 osoittaa, että KOUL -luokan lähtötaso on lähes mittayksikön (0,93) alhaisempi kuin PV-KOUL -luokan lähtötaso dynaamisissa taidoissa.

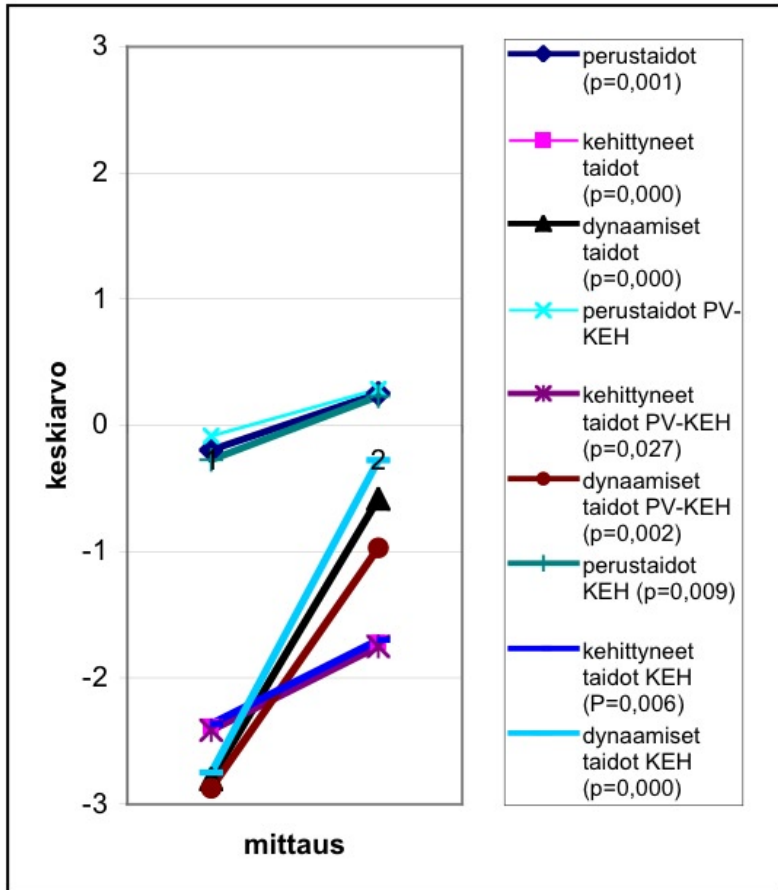


**Kuvio 41.** Summamuuttujien *Perustaidot*, *Kehittyneet taidot* ja *Dynaamiset taidot* keskiarvot alku- ja loppumittauksissa koulutuksellisessa lähestymistavassa.

Kehityksellisessä lähestymistavassa (kuvio 42) tapahtui tilastollisesti merkitsevä muutos kaikissa summamuuttujissa. *Perustaidot* (muutos 0,45<sub>8%</sub>; 63 % opiskelijoista ylitti alkumittauksen keskiarvon), *kehittyneet taidot* (muutos 0,66<sub>11%</sub>; 78 % opiskelijoista ylitti alkumittauksen keskiarvon) ja *dynaamiset taidot* (muutos 2,22<sub>37%</sub>; 100 % opiskelijoista ylitti alkumittauksen keskiarvon). Perustaidoissa vastausten hajonta pieneni, kun se kehittyneissä ja dynaamisissa taidoissa kasvoi. Kehityksellinen lähestymistapa luokittain tarkasteltuna osoitti, että PV-KEH-luokassa muutos oli tilastollisesti merkitsevä summamuuttujissa *kehittyneet taidot* (muutos 0,66<sub>11%</sub>; 85 % ylitti alkumittauksen keskiarvon) ja *dynaamiset taidot* (muutos 1,91<sub>32%</sub>; 100 % ylitti alkumittauksen keskiarvon). KEH-luokassa muutos oli kaikissa summamuuttujissa tilastollisesti merkitsevä; *perustaidot* (muutos 0,51<sub>9%</sub>; 65 % ylitti alkumittauksen keskiarvon), *kehittyneet taidot* (muutos 0,66<sub>11%</sub>; 74 % ylitti alkumittauksen keskiarvon) ja *dynaamiset taidot* (muutos 2,48<sub>41%</sub>; 100 % ylitti alkumittauksen keskiarvon). Tämän perusteella ja vertaamalla kuvioita 41 ja 42 voin todeta, että opiskelijoiden itsearviointi omista opetusteknologisista valmiuksista muuttui kehityksellisessä lähestymistavassa positiivisemmin kuin koulutuksellisessa lähestymistavassa. Kuviot 41 ja 42 osoittavat myös, että kehityksellisen lähestymistavan luokkien lähtötasoerot olivat pienemmät kuin koulutuksellisen lähestymistavan luokkien lähtötasoerot.

Työskentelyprosessin kannalta on otettava huomioon, että kurssin sisällön näkökulmasta suurin muutos tapahtui dynaamisten taitojen osalla (taulukko 15). Muiden summamuuttujien sisältämät osiot riippuivat esimerkiksi ryhmän valitsemasta työskentelystrategiasta. Ne eivät sisältyneet kurssiin, vaan ns. atk-passin opintoihin (ks. Atk-passi 2003). Käytetty työväline HyperStudio sisälsi itsessään piirtämistyökalut, joten esimerkiksi piirtämistä varten ei prosessissa tarvittu erillistä kuvankäsittelyohjelmaa. Työväline sisälsi myös valmiita äänitiedostoja ja mahdollisti myös pienimuotoisten animaatioiden tekemisen ilman ohjelmointia. Ohjelmointia tarvittiin vasta, mikäli ryhmä päätyi sellaiseen toteutusvaihtoehtoon, jossa ohjelman käyttäjä antaa ohjelmalle syötteitä näppäimistön avulla (ks. kuvio 16 luku 4.6) silloin, kun hiiren käyttö ei enää riitä.

Dynaamisissa taidoissa opiskelijoiden alkukäsitysten keskiarvo oli kehityksellisessä lähestymistavassa  $-2,80$ , eli he olivat käytännössä täysin eri mieltä summamuuttujan kanssa. Se muuttui 37 % koko asteikon pituudesta (taulukko 15) ollen loppumittauksessa  $-0,58$  eli ”neutraalin” ja ”hieman eri mieltä” välillä. Koulutuksellisessa lähestymistavassa vastaava muutos oli 27 % koko asteikon pituudesta.



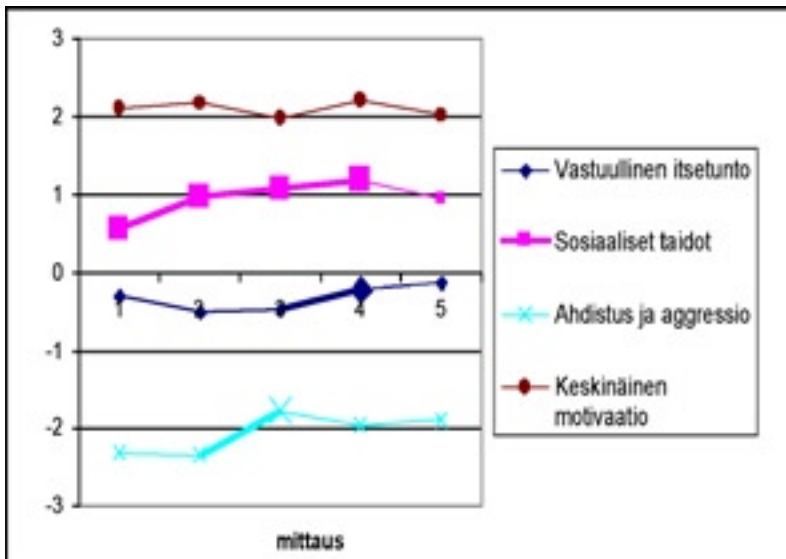
**Kuvio 42.** Summamuuttujien *Perustaidot*, *Kehittyneet taidot* ja *Dynaamiset taidot* keskiarvot alku- ja loppumittauksissa kehityksellisessä lähestymistavassa.

**Taulukko 15.** Summamuuuttujissa tapahtuneita tilastollisesti merkitseviä muutoksia.

Summamuuuttuja	Viitekehys ja p-arvo	Kaalussa ja lopussa	salussa ja lopussa	Muutos (muutos % asteikon pituudesta)	Vaikutus kerroin ja luokka	Prosenttia ylittää loppumittauksessa alkumittauksen keskiarvon.
Perustaidot	Kaikki p = 0.003	-0,06 0,12	1,44 1,18	+ 0,18 (3 %)	0.18	57
	Kehityksellinen p = 0.001	-0,19 0,26	1,41 1,23	+ 0,45 (8 %)	0.32 Pieni	63
	KEH p = 0.009	-0,27 0,23	1,32 1,12	+ 0,51 (9 %)	0.39 Pieni	65
Kehittyneet taidot	Kaikki p = 0.000	-2,11 -1,74	1,22 1,42	+ 0,37 (6 %)	0.30 Pieni	62
	Kehityksellinen p = 0.000	-2,38 -1,72	0,85 1,28	+ 0,66 (11 %)	0.77 Keski-suuri	78
	PV-KEH p = 0.027	-2,41 -1,75	0,64 1,18	+ 0,66 (11%)	1.03 Suuri	85
	KEH p = 0.006	-2,36 -1,70	0,99 1,39	+ 0,66 (11 %)	0.67 Keski-suuri	74
Dynaamiset taidot	Kaikki p = 0.000	-2,51 -0,62	1,22 1,82	+ 1,89 (32 %)	1.55 Suuri	94
	Koulutuksellinen p = 0.000	-2.25 -0,65	1,49 1,77	+ 1,60 (27 %)	1.07 Suuri	86
	Kehityksellinen p = 0.001	-2,80 -0,58	0,71 1,90	+ 2,22 (37 %)	3.12 Suuri	100
	KOUL p = 0.001	-2,74 -1,28	0,77 1,74	+1,46 (24 %)	1.90 Suuri	97
	PV-KOUL p = 0.001	-1,80 -0,05	1,84 1,63	+1,76 (29 %)	0.96 Suuri	83
	PV-KEH p = 0.002	-2,88 -0,97	0,50 1,86	+ 1,91 (32 %)	3.82 Suuri	100
	KEH p = 0.000	-2,75 -0,27	0,84 1,92	+ 2,48 (41 %)	2.95 Suuri	100

## 7.3 Kollaboratiivisen ryhmäprosessin tulokset

Koko aineiston tasolla prosessissa tapahtuneista tilastollisesti merkitsevistä muutoksista löytyy samankaltaisuutta luvussa 2.9 esitettyjen ryhmän kehitysprosessien kanssa. Suunnitteluvaiheeseen liittyi ahdistuksen ja aggression kasvu (kuviot 43 ja 44), mikä on tunnusomaista ryhmän muotoutumis- ja kuohuntavaiheille. Lisäksi ryhmät odottivat ohjaajan ratkaisevan tilanteen (kuvio 47). Toteutusvaiheeseen liittyi vastuullisen itsetunnon vahvistuminen (kuvio 43) sekä itsenäistyminen suhteessa ohjaajaan (kuvio 52). Myös suunnitteluvaihe ja erityisesti toteutusvaihe tukivat sosiaalisten taitojen kehittymistä. Koulutuksellisessa lähestymistavassa (kuvio 45) ryhmän kehitysprosessin tunnusmerkeistä painottuivat suunnitteluvaiheen ahdistuksen ja aggression kasvu sekä KOUL-luokassa toteutusvaiheen keskinäisen motivaation kasvu. Kehityksellisessä lähestymistavassa (kuvio 46) painottuivat sosiaaliset taidot.



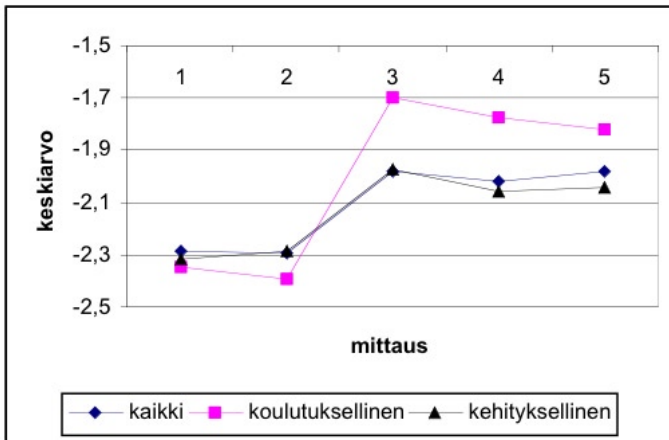
**Kuvio 43.** Kollaboratiivista ryhmäprosessia mittaavien summamuuttujien keskiarvot prosessin aikana koko aineistossa.

Tarkastelen seuraavaksi ryhmän kehitysprosessia mittaus kerrallaan.

*Alkumittauksen ja ensimmäisen harjoituksen päättymisen välillä* tapahtui tilastollisesti merkitsevä ( $p = 0.01$ ;  $ES = 0.37$ ) positiivinen muutos sosiokonstruktivistisessa (*Sosiaaliset taidot*) mielessä koko aineistossa (kuvio 43). Tässä tutustuttiin toisiin ryhmän jäseniin ja hyperstudio -työvälineohjelmaan. Positiivinen muutos sosiokonstruktivistisessa mielessä tarkoittaa nyt sitä, että opiskelijat kokevat pystyvänsä väittelemään kiihtymättä ja kestävänsä kritiikkiä paremmin (vrt. luku 2.9 Tuckmanin muotoutumisvaihe).

*Ensimmäisen harjoituksen päättymisen ja hypermediaohjelman suunnittelun lopettamisen välillä* (eli toisen ja kolmannen mittauksen välillä) tapahtuu tilastollisesti merkitsevä ( $p = 0.00$ ;  $ES = 0.63$ ) muutos opiskelijoiden suhtautumisessa *ahdistusta ja aggressioita* mittaaviin väittämiin (kuvio 44). Koko aineiston tasolla opiskelijat vastaavat kokeneensa nyt enemmän ahdistusta ja aggressioita suunnitteluvaiheen aikana kuin heidän vastauksissaan ensimmäisen harjoituksen päättyessä tai alkumittauksessa ( $p = 0.01$ ;  $ES = 0.61$ ).

Ero on tilastollisesti melkein merkitsevä suunnitteluvaiheen aikana myös koulutuksellisessa lähestymistavassa ( $p = 0.05$ ;  $ES = 0.78$ ) ja KOULU -luokassa ( $p = 0.04$ ;  $ES = 1.62$ ) (kuvio 45). Tästä voi vetää johtopäätöksen, että koulutuksellinen lähestymistapa aiheutti enemmän ahdistusta ja aggressioita kuin kehityksellinen lähestymistapa.

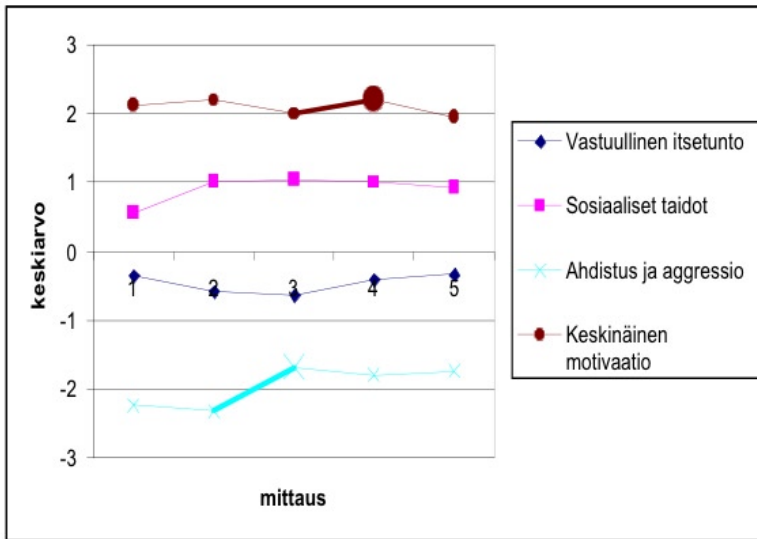


**Kuvio 44.** Summamuuttujan *Ahdistus ja aggressiot* keskiarvo viidessä eri mittauksessa koko aineistossa ja eri lähestymistavoittain sovitetulla vaihteluvälillä.

Selittääkö tämän heihin kohdistunut pedagoginen vaatimus suunnitella kognitiiviseen ristiriitaan perustuva hypermediaohjelma? Kehityksellisessä lähestymistavassa ei ollut tällaista matemaattisten vaatimusten lisänä olevaa pedagogista vaatimusta.

Tietty ahdistuksen ja aggression lisääntyminen on havaittavissa myös liitteessä 12 esittämäni harjoituskertojen 2 - 4 kuvausten sisältä. Tehtävä oli vaativa ja se aikaansai aidon ongelmanratkaisuprosessin. Lisäksi vasta tässä vaiheessa ryhmän varsinainen muotoutuminen alkoi. Siihen liittyi myös ahdistusta.

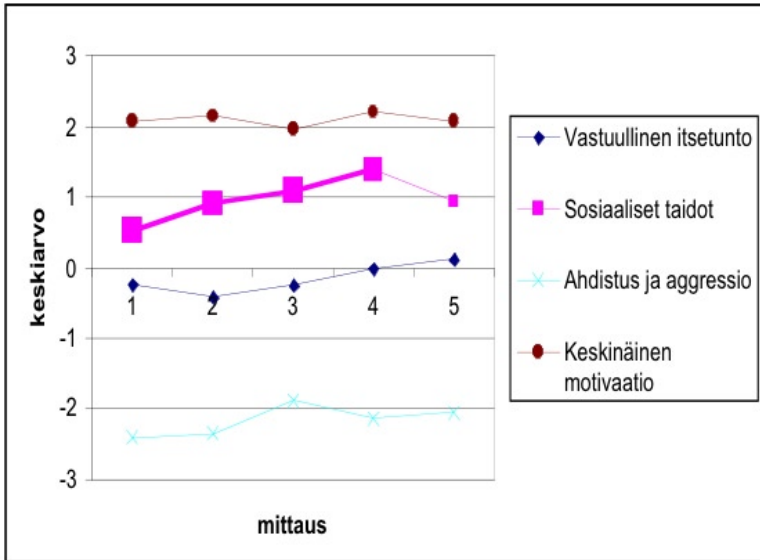
On tärkeää huomata, että opiskelijoiden sosiokonstruktivistisissa (*Sosiaaliset taidot*) taidoissa tapahtui myös tilastollisesti merkitsevä ( $p = 0.00$ ;  $ES = 0.46$ ) positiivinen muutos alkumittauksen ja suunniteluvaiheen päättymisen välillä koko aineistossa. Vaikka ahdistus ja aggressio kasvoi, myös opiskelijoiden kyky väitellä kiihtymättä ja kestää kritiikkiä parani. Tämä tulos löytyy myös Sahlbergin ja Leppilammen (1994, 82 - 83) yhteenvedosta, jossa he kiteyttävät tulokset yli 500:sta yhteistoiminnallista oppimista koskevasta tutkimuksesta. He toteavat, että ryhmässä uskalletaan tarttua myös vaikeisiin asioihin ja siedetään entistä paremmin ahdistusta.



**Kuvio 45.** Kollaboratiivista ryhmäprosessia mittaavien summamuuttujien keskiarvot prosessin aikana koulutuksellisessa lähestymistavassa.



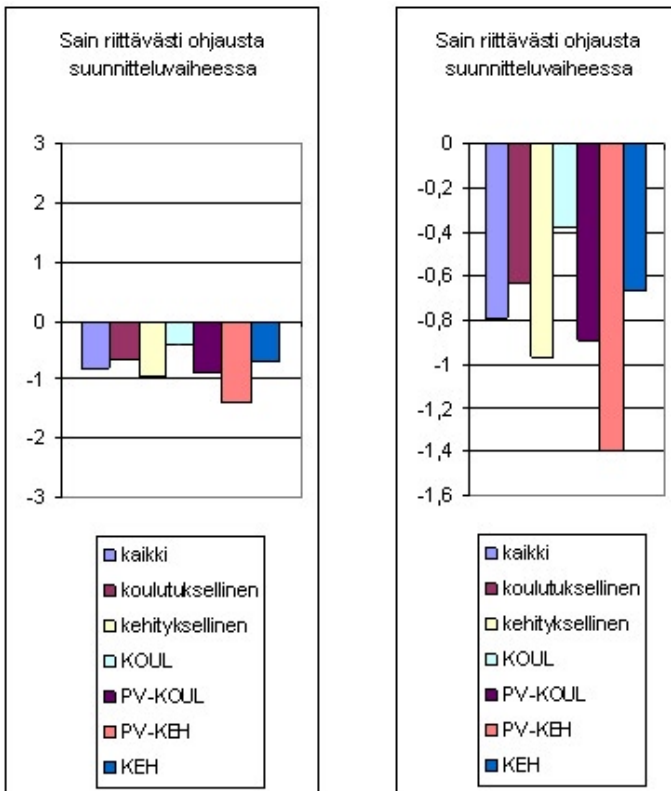
Kehityksellisessä lähestymistavassa tapahtui tilastollisesti merkitsevä ( $p = 0.05$ ;  $ES = 0.52$ ) positiivinen muutos sosiokonstruktivistisessa mielessä alkumittauksen ja suunnitteluvaiheen päättymisen välillä (kuvio 46). Näin ollen kehityksellinen lähestymistapa tuki opiskelijoiden omaa sosiokonstruktivistista prosessia tilastollisesti merkitsevästi kurssin alusta suunnitteluvaiheen loppuun.



**Kuvio 46.** Kollaboratiivista ryhmäprosessia mittaavien summamuuttujien keskiarvot prosessin aikana kehityksellisessä lähestymistavassa.

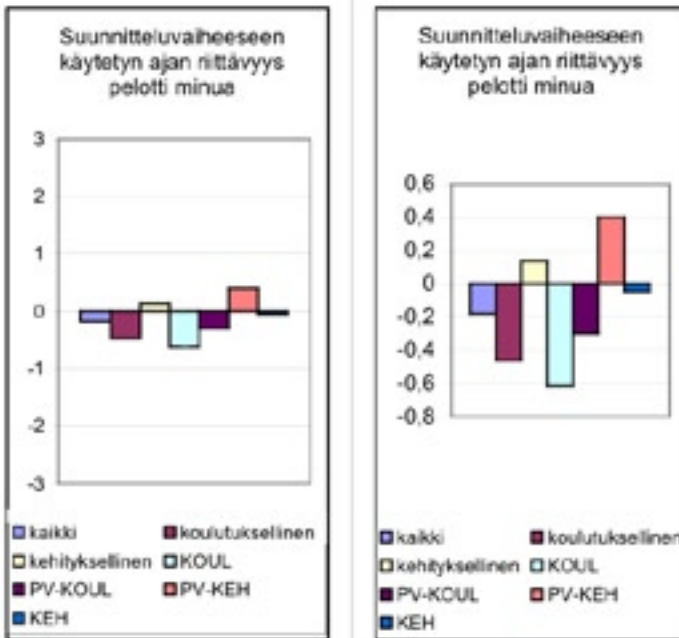
Edellä esitetystä projektin suunnitteluvaiheesta löytyy samankaltaisuutta Jauhiaisen ja Eskolan (1994) esittämän Tuckmanin ryhmän kehitysprosessin *muotoutumis-* ja *kuohuntavaiheiden* (ks. luku 2.9) kanssa. Erikoisesti suunnitteluvaiheessa esiintyvä ahdistuksen ja aggression lisääntyminen tukee ryhmän kehitysprosessin kuohuntavaihetta. Forrestin (ks. luku 2.9) mukaan alkuvaihetta leimaa ohjaajakeskeisyys ja ryhmän jäsenet odottavat ohjaajan pelastavan tilanteen. Kun näin ei käy, esiintyy muun muassa aggressioita. Tämä Forrestin esittämän ryhmän kehitysprosessin alkuvaiheeseen liittyvä opiskelijoiden odottama

ohjaajakeskeisyys tulee esille väittämän *Sain riittävästi ohjausta suunnitteluvaiheessa* (kuvio 47) kautta, sillä opiskelijoiden suhtautuminen väittämään jää negatiiviseksi. Tosin koulutuksellisen lähestymistavan opiskelijoiden keskiarvo on vähemmän negatiivinen (noin -0,6) kuin kehityksellisen lähestymistavan opiskelijoiden keskiarvo (noin -1,0). Puheviestinnän luokat suhtautuivat väittämään vertaisluokkia negatiivisemmin molemmissa lähestymistavoissa.



**Kuviot 47 a ja b.** Väittämän *Sain riittävästi ohjausta suunnitteluvaiheessa* keskiarvot viitekehyksittäin koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).

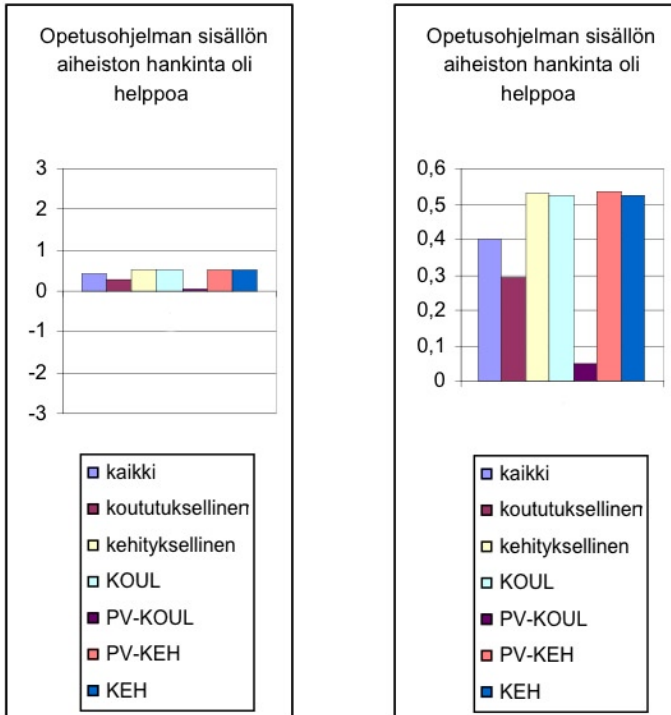
Jauhiainen ja Eskola (1994, 87) esittävät, että tehtäväsuoritusten vaatimukset aiheuttavat jäsenissä suorituspainetta, joka saattaa aiheuttaa ristiriitoja, jännityksiä ja ahdistusta. Mittasin näitä esimerkiksi väittämällä *Suunnitteluvaiheeseen käytetyn ajan riittävyys pelotti minua* (kuvio 48), johon opiskelijat suhtautuivat koko aineistossa hieman negatiivisesti.



**Kuvio 48 a ja b.** Väittämän *Suunnitteluvaiheeseen käytetyn ajan riittävyys pelotti minua* keskiarvot viitekehysittain koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).

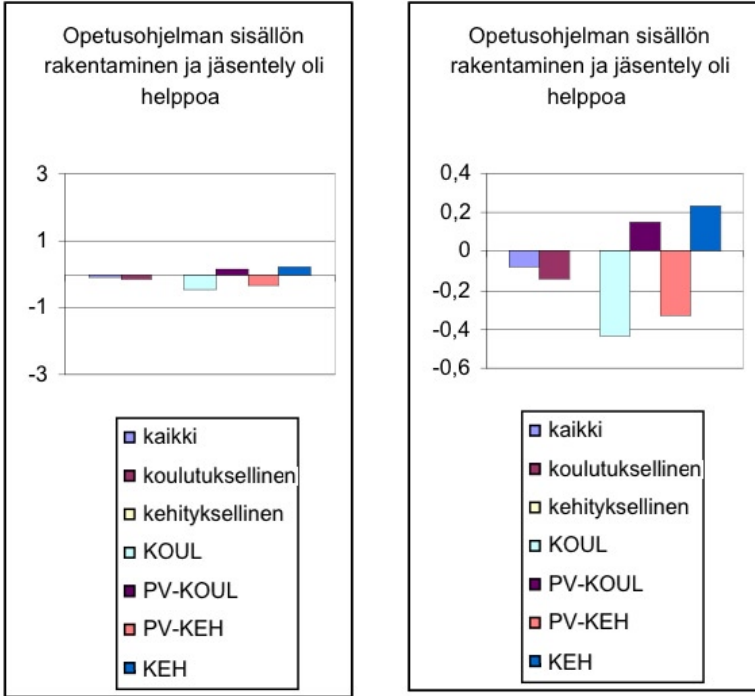
Ajan riittävyys ei siten selitä ahdistuksen kasvua ainakaan koulutuksellisessa lähestymistavassa, koska opiskelijat suhtautuivat väittämään negatiivisesti ja kehityksellisessä viitekehyksessä hivenen positiivisesti. Tämä näkyi myös harjoitusten ulkopuolella käytetyn ajan määrässä. Koulutuksellisessa viitekehyksessä (kuvio 54) opiskelijat käyttivät suunnitteluun omaa aikaansa keskimäärin noin 37 minuuttia. Kehityksellisessä viitekehyksessä vastaava aika oli noin 1 tunti ja 32 minuuttia,

ollen noin 2,5-kertainen koulutukselliseen verrattuna. Väittämään *Opetusohjelman sisällön aineiston hankinta oli helppoa* (kuvio 49) opiskelijat suhtautuivat vain hieman positiivisesti, tosin kehityksellisessä lähestymistavassa positiivisemmin kuin koulutuksellisessa.



**Kuviot 49 a ja b.** Väittämän *Opetusohjelman sisällön aineiston hankinta oli helppoa* keskiarvot viitekehyksittäin koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).

Koulutuksellinen lähestymistapa ja KOUL-luokka suhtautui negatiivisesti väittämään *Opetusohjelman sisällön rakentaminen ja jäsentely oli helppoa* (kuvio 50). Kehityksellinen lähestymistapa oli neutraali. Tämä ja edellinen tulos tukevat osaltaan aikaisemmin esittämäni ajatusta, että kehityksellisen lähestymistavan opiskelijat kokivat tehtävän helpompina kuin koulutuksellisen lähestymistavan opiskelijat, joilla oli myös matemaattiseen sisältöön liittyvä pedagoginen tavoite.



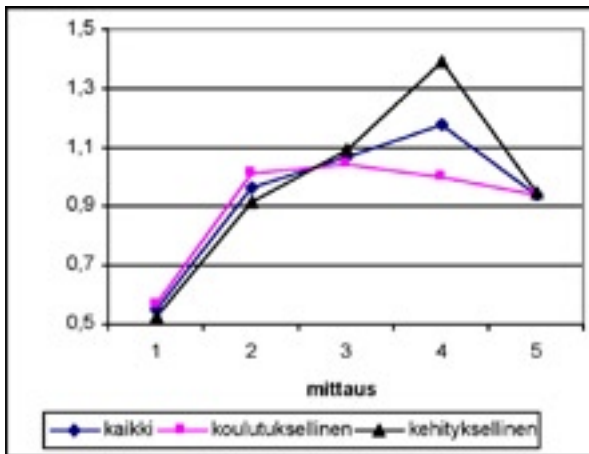
**Kuviot 50 a ja b.** Väittämän *Opetusohjelman sisällön rakentaminen ja jäsentely oli helppoa* keskiarvot viitekehyksittäin koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).

*Suunnitteluvaiheen päättymisen ja ohjelman valmistumisen* (eli kolmannen ja neljännen mittauksen) välillä tapahtui summamuuttujassa *vastuullinen itsetunto* tilastollisesti melkein merkitsevä positiivinen muutos ( $p = 0.05$ ;  $ES = 0.21$ ) koko aineiston tasolla (kuvio 43). Samoin muutos on tilastollisesti melkein merkitsevä ( $p = 0.03$ ;  $ES = 0.28$ ) ensimmäisen harjoituksen päättymisen ja ohjelman valmistumisen välillä. Tämän perusteella näyttää, että ohjelman toteutusvaihe vaikutti opiskelijoiden *vastuulliseen itsetuntoon* positiivisesti koko aineiston tasolla. Myös koko aineistossa opiskelijoiden sosiokonstruktivistista työskentelyä koskevassa summamuuttujassa (*sosiaaliset taidot*) tapahtui tilastollisesti merkitsevä ( $p = 0.00$ ;  $ES = 0.56$ ) positiivinen muutos alkumittauksen ja ohjelman valmistumisen välillä.

Kun vertaan tulosta Sahlbergin ja Leppilammen (1994, 82 - 83) yhteenvedoon ilmenee, että yhteistoiminnallinen työskentely ja yhteistyön arvostaminen parantavat itsetuntoa. Edelleen yhteistoiminnallisuus lisää myös jäsenten riippumattomuutta ja itsenäisyyttä. Nyt summamuuttujassa *vastuullinen itsetunto* tapahtunut positiivinen muutos osoittaa, että tässä kohdassa prosessia opiskelijoille kävi juuri näin. Edelleen Sahlbergin ja Leppilammen (1994, 82 - 83) yhteenvedon mukaan yhteisen päämäärän hyväksi työskentely lisää sosiaalisuutta, kehittää vuorovaikutustaitoja ja omanarvontuntoa. Nyt sosiokonstruktivistista työskentelyä koskevassa summamuuttujassa (*sosiaaliset taidot*) tapahtunut muutos tukee edellä mainittua tulosta sosiaalisten taitojen osalta.

KOULU -luokassa tapahtui toteutusvaiheen aikana tilastollisesti melkein merkitsevä ( $p = 0.04$ ;  $ES = 0.58$ ) positiivinen muutos *keskinäisessä motivaatiossa* eli keskinäinen motivaatio parani toteutusvaiheen aikana. Tämä tulos löytyy myös Sahlbergin ja Leppilammen (1994, 82 - 83) yhteenvedosta, jossa he toteavat, että ryhmän suhteiden kehittyessä myönteisemmiksi jäsenet kiinnostuvat yhteisistä päämääristä ja motivaatio yhteistyöhön kasvaa.

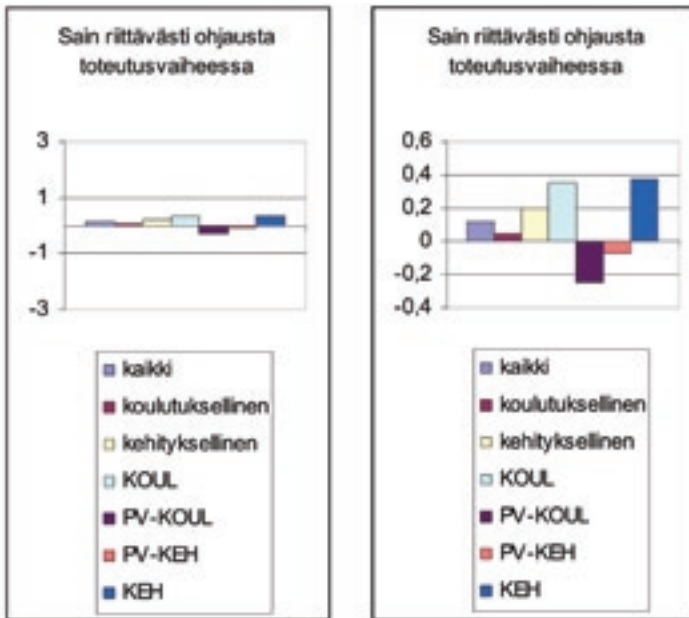
Kehityksellisessä lähestymistavassa ensimmäisen harjoituksen päättymisen ja ohjelman valmistumisen välillä tapahtui tilastollisesti melkein merkitsevä ( $p = 0.04$ ;  $ES = 0.82$ ) positiivinen muutos *sosiokonstruktivistisessa* mielessä (kuvio 46; kuvio 51). Samassa mielessä



**Kuvio 51.** Summamuuttujan *Sosiaaliset taidot* keskiarvo viidessä eri mittauksessa koko aineistossa ja eri lähestymistavoissa sovitetulla vaihteluvälillä.

tapahtui tilastollisesti merkitsevä muutos myös alkumittauksen ja ohjelman valmistumisen välillä kehityksellisessä lähestymistavassa ( $p = 0.00$ ;  $ES = 0.81$ ) ja sen PV-KEH -luokassa ( $p = 0.03$ ). Tästä voidaan päätellä, että kehityksellinen lähestymistapa tuki sosiokonstruktivistista työskentelyä ohjelman valmistumiseen asti.

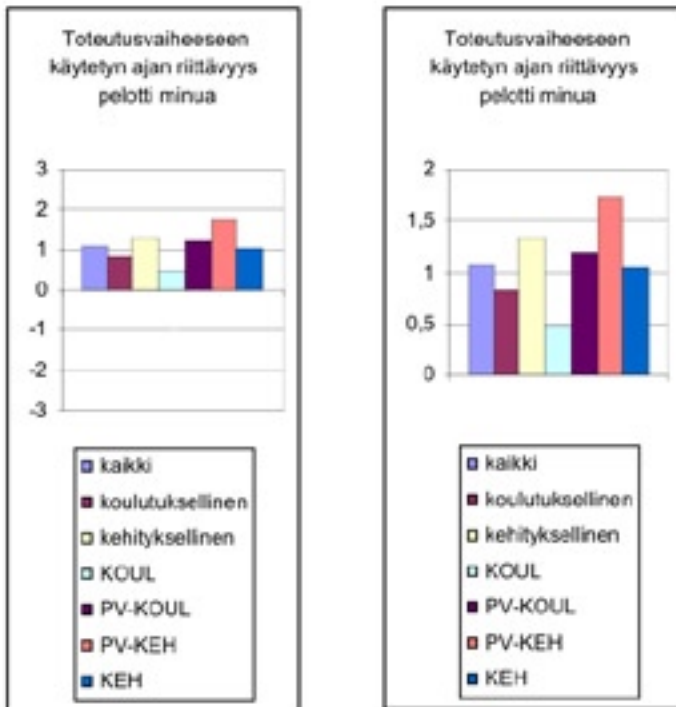
Myös projektin toteutusvaiheesta löytyy samankaltaisuutta Tuckmanin ryhmän kehitysprosessin *normienluomis-* ja *toteutusvaiheiden* kanssa. Se, että *ahdistus ja aggressiot* kääntyvät laskuun (kuviot 43 - 46), liittyy normienluomisvaiheeseen. Erityisesti *vastuullisen itsetunnon* kasvaminen tukee toteuttamisvaihetta, samoin sosiokonstruktivistisessa summamuuttujassa (*sosiaaliset taidot*) tapahtunut positiivinen muutos sekä KOUL -luokassa tapahtunut positiivinen muutos *keskinäisessä motivaatiossa*. Nämä tukevat myös Forrestin teorian työskentelyvaiheita. Opiskelijoiden suhtautuminen väittämään *Sain riittävästi ohjausta toteutusvaiheessa* (kuvio 52) muodostuu jo hieman positiiviseksi.



**Kuviot 52 a ja b.** Väittämän *Sain riittävästi ohjausta toteutusvaiheessa* keskiarvo viitekehyksittäin koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).

Muutos on tilastollisesti erittäin merkitsevää ( $p = 0.000$ ;  $ES = 0.53$ ). Tämä kertoo osaltaan itsenäistymisestä. Kehityksellinen lähestymistapa on tässä mielessä hieman positiivisempi ( $p = 0.000$ ;  $ES = 0.67$ ) kuin koulutuksellinen lähestymistapa ( $p = 0.007$ ;  $ES = 0.42$ ).

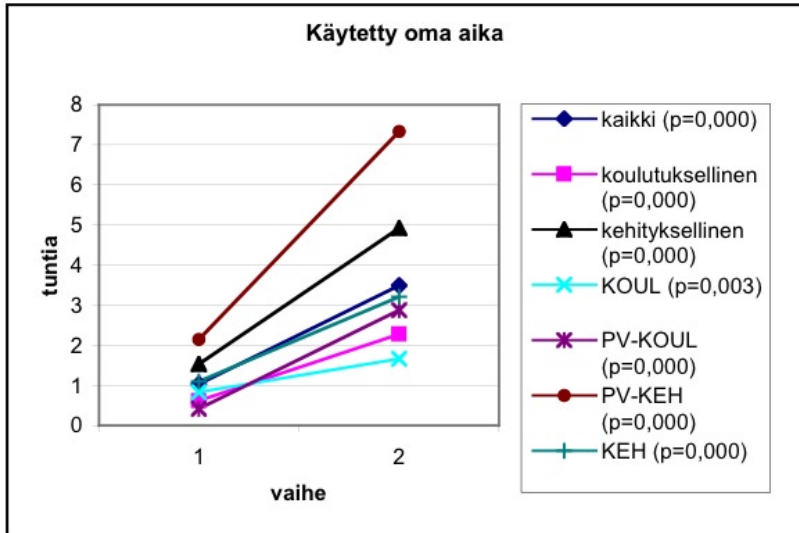
Tehtäväsuoritusten vaatimuksia mittaavista väittämistä opiskelijoiden suhtautuminen väittämään *Toteutusvaiheeseen käytetyn ajan riittävyys pelotti minua* (kuvio 53) sai koko aineiston tasolla positiivisen vastaanoton kehityksellisen lähestymistavan ollessa vahvemmin väittämän puolella. Tulosta tukee se, että opiskelijoiden harjoitusten ulkopuolella käyttämän ajan määrässä tapahtui suunnittelu- ja toteutusvaiheen välillä tilastollisesti merkitsevä muutos kaikissa luokissa, koulutuksellisissa ja kehityksellisissä lähestymistavassa sekä koko aineistossa (kuvio 54).



**Kuviot 53 a ja b.** Väittämän *Toteutusvaiheeseen käytetyn ajan riittävyys pelotti minua* keskiarvot viitekehysittäin koko vaihteluvälillä (a) ja sovitetulla vaihteluvälillä (b).

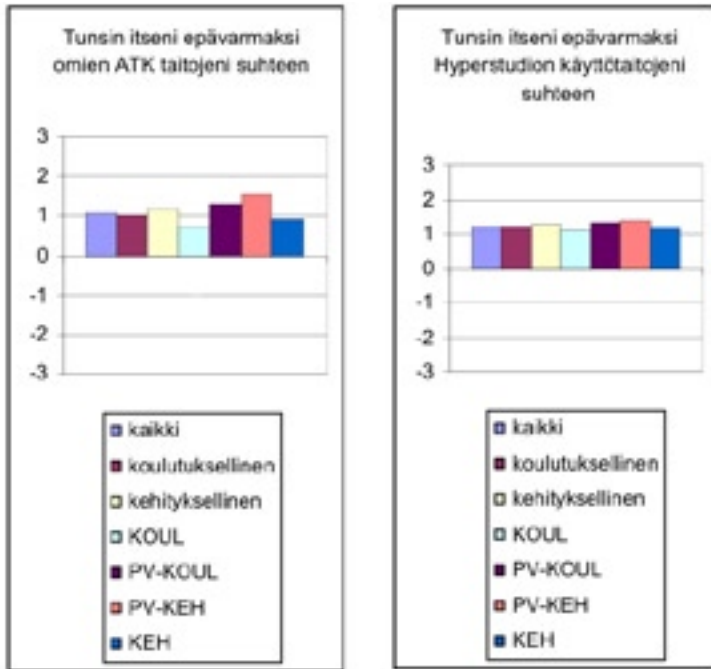


Toteutusvaiheessa koulutuksellisen lähestymistavan opiskelijat käyttivät omaa aikaa keskimäärin noin 2 tuntia ja 16 minuuttia. Kehityksellisessä viitekehyksessä vastaava aika oli noin 4 tuntia ja 55 minuuttia. Selkeästi eniten omaa aikaa käytti PV-KEH- luokka, jonka keskiarvo toteutusvaiheessa oli noin 7 tuntia ja 20 minuuttia. Todellinen aika on voinut olla korkeampikin, sillä 8 tuntia oli mittarin 4 (liite 4) maksimimäärä.



**Kuvio 54.** Opiskelijoiden harjoitusten ulkopuolella käyttämä aika suunnitteluvaiheessa (1) ja toteutusvaiheessa (2) viitekehysittäin.

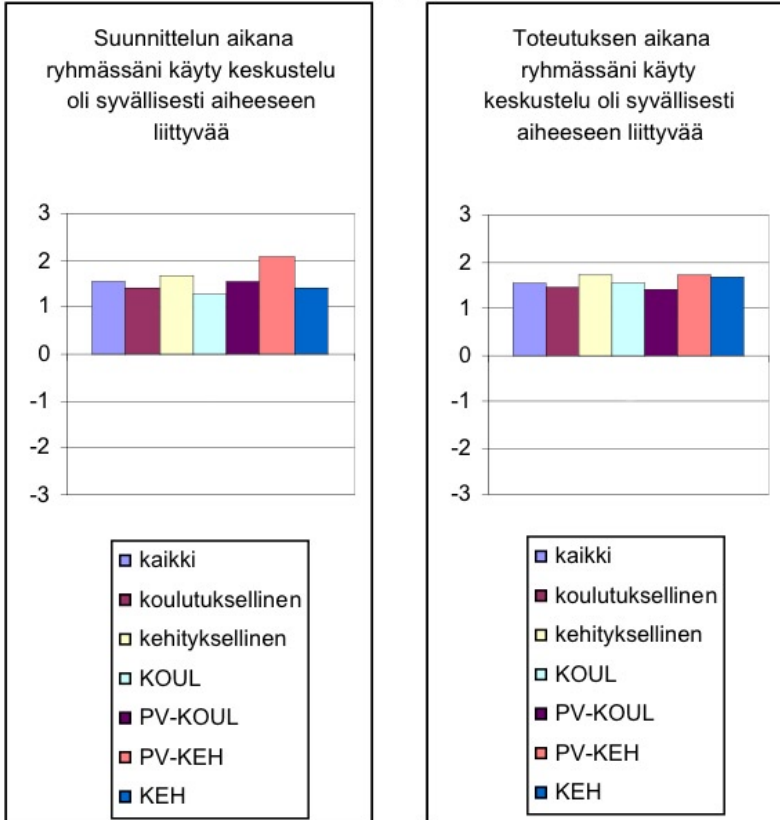
Opiskelijoiden vastaukset olivat selvästi myönteisiä väittämiin *Tunsin itseni epävarmaksi omien atk- taitojeni suhteen* (kuvio 55) ja *Tunsin itseni epävarmaksi Hyperstudion käyttötaitojeni suhteen* koko aineistossa. Luokittain tarkasteltuna KOUL -luokka oli vähiten epävarma omien teknologian käyttötaitojen suhteen. Vastauksen keskiarvoista voin päätellä, että tehtävä oli vaativa vielä toteutusvaiheessakin.



**Kuvio 55.** Väittämiä *Tunsin itseni epävarmaksi omien atk taitojeni suhteen* ja *Tunsin itseni epävarmaksi Hyperstudion käyttötaitojeni suhteen* keskiarvot viitekehysittain.

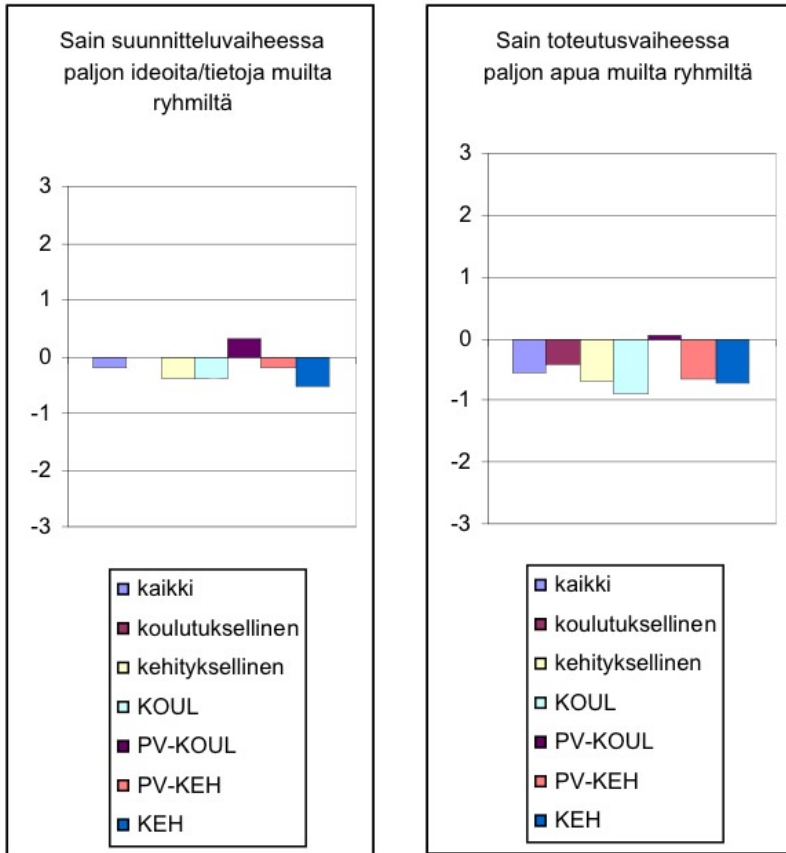
Liitteessä 12 kuvaamieni harjoitusten 5 - 8 kohdalla voi huomata, että toteutusvaihe oli innostava. Mitä pidemmälle harjoitukset etenivät, sitä autonomisemmiksi ryhmät tulivat.

Tutkimusmittareissa 3 ja 4 mittasin kollaboratiivisuuden laatua: onko keskustelu ryhmän sisällä ”kevyttä” vai ”syvää, aiheeseen liittyvää” (*v28c, v28d*)? Puheviestinnän luokat olivat vahvemmin väittämän *Suunnittelun aikana ryhmässäni käyty keskustelu oli syvällisesti aiheeseen liittyvää* (kuvio 56) puolella. Kehityksellinen lähestymistapa (keskiarvo 1,68) suhtautui väittämiin positiivisemmin kuin kouluksellinen lähestymistapa (keskiarvo 1,42). Keskiarvojen ero oli suunnitteluvaiheessa 0,26. Ryhmien sisäisen keskustelun syvällisyydessä ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää muutosta missään viitekehyksessä suunnittelu- ja toteutusvaiheen (kuvio 56) välillä.



**Kuvio 56.** Opiskelijoiden oma analyysi suunnittelu- ja toteutusvaiheen syvällisestä keskustelusta viitekehysittain.

Ryhmien välillä tapahtui tiedonvaihtoa myös harjoitusten ulkopuolella. Ryhmien välistä vuorovaikutusta mittaavissa väittämässä ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää muutosta missään viitekehyksessä suunnittelu- ja toteutusvaiheiden välillä. Kuvioista 57 voidaan havaita, että ideoiden ja tietojen vaihto ei ole ollut kovin laajamittaista; tosin nyt PV-KOUL-luokka erottuu; se suhtautui positiivisemmin ideoiden vaihtoon ryhmien välillä kuin muut luokat.



**Kuvio 57.** Opiskelijoiden oma analyysi ryhmien välisestä tiedonvaihdosta suunnittelu- ja toteutusvaiheessa.

Kysymys *Missä olosuhteissa sait suunnitteluvaiheessa ideoita / tietoja muilta ryhmiltä?* kuitenkin paljasti, että tiedon vaihtoa oli tapahtunut eniten harjoitusten eli demojen ulkopuolella yliopiston tiloissa. Yli puolet (51,2 %) osallistuneista oli saanut ideoita tai tietoja toiseen ryhmään kuuluvalta henkilöltä (taulukko 16). Lisäksi tiedonvaihtoa oli tapahtunut demojen aikana (36,9 %) ja myös vapaa-aikana (15,5 %).

**Taulukko 16.** Ryhmien välisen tiedonvaihdon ajat suunnitteluvaiheessa.

Aika	Sain %	En saanut %	Tyhjiä %	Yhteensä %
Demojen aikana	36,9	59,5	3,6	100,0
Demojen ulkopuolella yliopiston tiloissa	51,2	47,6	1,2	100,0
Vapaa-aikana	15,5	75,0	9,5	100,0

Toteutusvaiheessa ryhmien välisen tiedonvaihdon painopiste muuttui demoihin, jolloin 44 % osallistuneista sai apua tai tietoja toiselta ryhmältä (taulukko 17). Tämän lisäksi tiedon vaihtoa tapahtui edelleen demojen ulkopuolella yliopiston tiloissa jolloin 38,1 % osallistuneista sai apua tai tietoja toisesta ryhmästä. Lisäksi tiedonvaihtoa tapahtui myös vapaa-ajalla.

**Taulukko 17.** Ryhmien välisen tiedonvaihdon ajat toteutusvaiheessa.

Aika	Sain %	En saanut %	Tyhjiä %	Yhteensä %
Demojen aikana	44,0	36,9	19,1	100,0
Demojen ulkopuolella yliopiston tiloissa	38,1	47,6	14,3	100,0
Vapaa-aikana	10,7	63,1	26,2	100,0

*Ohjelman valmistumisen ja viivästetyn jälkiarvioinnin* (eli neljännen ja loppumittauksen) välillä tapahtui vielä koulutuksellisessa lähestymistavassa tilastollisesti melkein merkitsevä negatiivinen muutos summamuuttujassa *keskinäinen motivaatio* ( $p = 0.03$ ;  $ES = 0.36$ ). Tämä tarkoittaa, että toteuttamisvaiheen aikana ohjelman valmistumiseen noussut keskinäinen motivaatio alkaa laskea, kun ryhmää ei enää ollut ja ohjelman valmistumisesta oli kulunut jo kuukausi. Koulutuksellisessa lähestymistavassa tapahtui opetusohjelman suunnittelun päättymisen ja viivästetyn jälkiarvioinnin välillä tilastollisesti merkitsevä ( $p = 0.01$ ;  $ES = 0.24$ ) positiivinen muutos summamuuttujassa *vastuullinen itsetunto* (kuvio 45). Ilmeisesti kurssin läpikäyminen ja hypermedian rakentamisessa onnistuminen lisäsi koulutuksellisen lähestymistavan opiskelijoiden vastuullista itsetuntoa.

Kehityksellisen lähestymistavan osalta viivästetty jälkiarviointi paljastaa, että sosiokonstruktivistinen käsitys itsestä (*sosiaaliset taidot*) väheni tilastollisesti melkein merkitsevästi ( $p = 0.03$ ;  $ES = 0.52$ ) ohjelman valmistumisen jälkeen. Kehityksellisessä lähestymistavassa viivästetty jälkiarviointi paljastaa, että ensimmäisen harjoituksen päättymisen ja viivästetyn jälkiarviointin välillä tapahtuu tilastollisesti merkitsevä ( $p = 0.00$ ;  $ES = 0.66$ ) positiivinen muutos opiskelijoiden *vastuullisessa itsetunnossa* (kuvio 46). Tilastollisesti melkein merkitsevä ( $p = 0.02$ ;  $ES = 0.63$ ) muutos tapahtui myös kehityksellisen lähestymistavan KEH - luokassa. Näin ollen myös kehityksellinen lähestymistapa tuki opiskelijoiden *vastuullista itsetuntoa* tilastollisesti merkitsevästi.

Koko aineiston tasolla tapahtui opetusohjelman suunnittelun päättymisen ja viivästetyn jälkiarviointin välillä tilastollisesti merkitsevä ( $p = 0.00$ ;  $ES = 0.53$ ) positiivinen muutos opiskelijoiden *vastuullisessa itsetunnossa*. Samoin tapahtui myös ensimmäisen harjoituksen ja viivästetyn jälkiarviointin välillä ( $p = 0.00$ ;  $ES = 0.64$ ).

Kun prosessia tarkastellaan alku- ja loppumittauksen näkökulmasta, tapahtuu koko aineistossa opiskelijoiden sosiokonstruktivistista työskentelyä koskevassa summamuuttujassa (*sosiaaliset taidot*) tilastollisesti merkitsevä ( $p = 0.01$ ;  $ES = 0.35$ ) positiivinen muutos. *Abdistuksen ja aggression* kokemisen osalta tapahtuu tilastollisesti merkitsevä ( $p = 0.01$ ;  $ES = 0.48$ ) kasvu. Viimeksi mainittu on tilastollisesti melkein merkitsevä ( $p = 0.03$ ;  $ES = 0.56$ ) myös koulutuksellisessa lähestymistavassa.

Summamuuttuja (*keskinäinen motivaatio*) oli koko prosessin ajan +2:n lähellä ja välillä yli (kuviot 43, 45 ja 46), joten sen puolesta prosessia voi kutsua yhteistoiminnalliseksi (ks. luku 2.4.2).

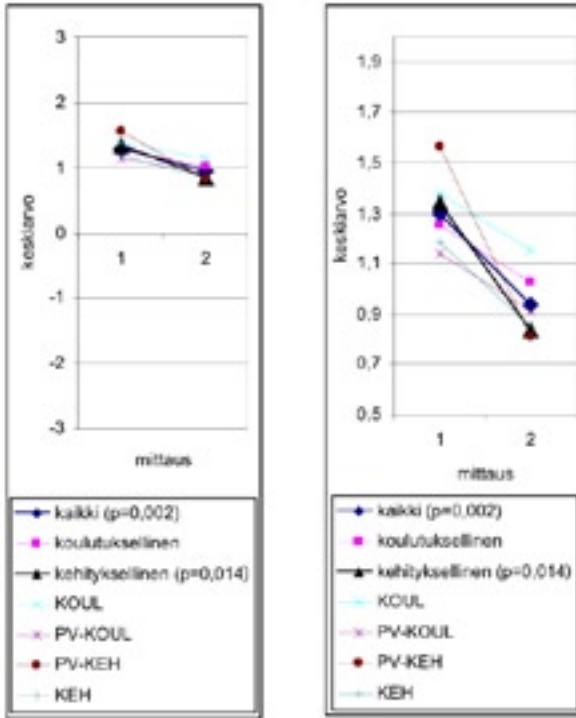
## 7.4 Tulokset liittyen käsityksiin opetusteknologian roolista

Yleinen käsitys tietokoneiden ja tietotekniikan opiskelun hyödyllisyydestä heikkeni tilastollisesti merkitsevästi koko aineistossa ja koulutuksellisessa lähestymistavassa (liite 11). Kehityksellisessä lähestymistavassa ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää muutosta. Opiskelijat kokivat tarvitsevansa tietotekniikan opetuskäytön opetusta (v33) vähemmän kurssin jälkeen kuin ennen kurssia koko aineistossa sekä molemmissa lähestymistavoissa.

Koko aineistossa opiskelijoiden käsitys opetusteknologian roolista matematiikan opetuksessa (summamuuttuja *MatOpp*) säilyi samana. Väittämän *Tietokoneavusteista matemaattisten käsitteiden opettamista tulee edeltää käsitteiden tavanomainen opettaminen* (kuvio 58) vastausten keskiarvo heikkeni 0,36:n verran eli 6 % asteikon pituudesta koko aineistossa. Muutos (0,51<sub>9</sub>%) oli tilastollisesti melkein merkitsevä myös kehityksellisessä viitekehityksessä. Tämän perusteella prosessi laajensi opiskelijoiden käsitystä tietokoneavusteiden opetuksen mahdollisuuksista matematiikassa.

Yhteenvetona voin todeta, että tutkimus ei tue näkemystä, jonka mukaisesti opettajankoulutuksessa tietoteknisiä valmiuksia tulisi opettaa tietorakenteista ja pedagogisesta ajattelutavasta erillisinä kursseina. Lisäksi kehityksellinen lähestymistapa oli opiskelijoiden käsitykselle opetusteknologian roolista suopeampi kuin koulutuksellinen lähestymistapa.

Väittämässä *Tietokoneavusteista matemaattisten käsitteiden opettamista tulee edeltää käsitteiden tavanomainen opettaminen* tapahtui tilastollisesti merkitsevä muutos koko aineiston tasolla (kuvio 58; taulukko 18). Väittämä heikkeni keskiarvosta 1,30 keskiarvoon 0,94 (muutos -0,36<sub>6</sub> %). Tämä tarkoittaa, että opiskelijat eivät näe tavanomaisen opettamisen tärkeyttä ennen tietokoneen käyttöä yhtä vahvana kuin aikaisemmin. Tosin he ovat edelleen väittämän kanssa hieman samaa mieltä. Viitekehysittäin tarkasteltuna muutos oli voimakkain ja tilastollisesti merkitsevä kehityksellisessä viitekehityksessä (muutos 0,51<sub>9</sub> %). Luokittain tarkasteltuna muutos ei ole tilastollisesti merkitsevä.



**Kuvio 58 a ja b.** Väittämän *Tietokoneavusteista matemaattisten käsitteiden opettamista tulee edeltää käsitteiden tavanomainen opettaminen* keskiarvot viitekehyksittäin alku- ja loppumittauksessa.

**Taulukko 18.** Väittämän *Tietokoneavusteista matemaattisten käsitteiden opettamista tulee edeltää käsitteiden tavanomainen opettaminen* keskiarvoissa tapahtuneet tilastollisesti merkitsevät muutokset viitekehyksittäin alku- ja loppumittauksen välillä (asteikolla -3 – +3).

Viitekehys ja p-arvo	Ka alussa ja lopussa	s alussa ja lopussa	Muutos (muutos % asteikon pituudesta)	Vaikutus kerroin ja luokka	Prosenttia ylittää loppumittauksessa alkumittauksen keskiarvon.
Kaikki p = 0.002	1,30 0,94	1,24 1,46	- 0,36 (6 %)	-0.29 Pieni	39
Kehityksellinen p = 0.014	1,34 0,83	1,17 1,42	- 0,51 (9 %)	-0.44 Pieni	33



## 7.5 Tutkimustulokset pääongelmittain

Hypermediaopetusohjelman suunnitteleminen ja toteutus vaikutti opiskelijoiden tieto- ja oppimisteoreettisiin käsityksiin koko aineistossa siten, että opiskelijoiden konstruktivistinen tietokäsitys ( $p = 0.001$ ;  $ES = 0.30$ ) ja konstruktivistinen käsitys opetuksesta ja oppimisesta ( $p = 0.000$ ;  $ES = 0.98$ ) vahvistuivat tilastollisesti erittäin merkitsevästi (kuvio 22). Summamuuttujien hajonnat (taulukko 11; taulukko 13) pienenevät prosessin aikana, mikä kertoo käsityksen jäsentymisestä. Konstruktivistisessa oppimiskäsityksessä 84 % opiskelijoista ylitti loppumittauksessa alkumittauksen keskiarvon. Konstruktivistisessa tietokäsityksessä vastaava luku on 62 %. Tämän lisäksi opiskelijoiden behavioristinen käsitys opetuksesta ja oppimisesta ( $p = 0.009$ ;  $ES = -0.28$ ) heikkeni tilastollisesti merkitsevästi, jolloin 61 % alitti loppumittauksessa alkumittauksen keskiarvon. Myös hajonta pieneni (taulukko 12). Objektivistisessa tietokäsityksessä tapahtunut muutos ei ole tilastollisesti merkitsevä.

Työskentelyssä käytetty viitekehys vaikutti käsityksen muutokseen siten, että opiskelijoiden behavioristinen käsitys opetuksesta ja oppimisesta ( $p = 0.010$ ;  $ES = -0.32$ ) heikkeni tilastollisesti merkitsevästi koulutuksellisessa lähestymistavassa, mitä ei tapahtunut kehityksellisessä lähestymistavassa. Kuvioissa 22, 23, 24 on yhteenvedo prosessin vaikutuksista koko aineistossa ja viitekehyksittäin.

Hypermediaopetusohjelman suunnitteleminen ja toteutus vaikutti opiskelijoiden itsearviointiin omista opetusteknologisista valmiuksista koko aineiston tasolla positiivisesti. Muutos on tilastollisesti erittäin merkitsevä ( $p = 0.000$ ;  $ES = 1.55$ ) multimedian rakentamiseen liittyvissä dynaamisissa taidoissa (taulukot 6 ja 15) ja kehittyneissä taidoissa ( $p = 0.000$ ;  $ES = 0.30$ ). Yksilölliset kehityserot prosessin aikana näkyvät summamuuttujien hajonnan kasvuna.

Työskentelyssä käytetty lähestymistapa vaikutti opiskelijoiden itsearviointiin omista opetusteknologisista valmiuksistaan. Kaikissa taitojen mittaavissa summamuuttujissa tapahtuneet muutokset ovat tilastollisesti erittäin merkitseviä kehityksellisessä lähestymistavassa (taulukko 15). Koulutuksellisessa lähestymistavassa edellä mainittu tapahtui ainoastaan dynaamisissa taidoissa ( $p = 0.000$ ;  $ES = 1.07$ ). Prosessin aikana tapahtunut muutos oli kokonaisuutena kehityksellisessä lähestymistavassa positiivisempi kuin koulutuksellisessa lähestymistavassa.

Muutos dynaamisissa taidoissa ( $p = 0.001$ ;  $ES = 3.12$ ) oli suurempi kehityksellisessä lähestymistavassa.

Tarkastelen seuraavaksi opiskelijoiden kollaboratiivisen design-prosessin ja ryhmäilmion teorian yhteisiä piirteitä viiden tutkimusmittauksen valossa (taulukko 3). Painotan erityisesti kolmea suunnitteluvaiheen ja toteutusvaiheen mittausta.

Ohjelman suunnitteluvaiheen aikana, mittausten 2 ja 3 välissä, ryhmän kehitysprosessin vaiheista (ks. luku 2.9; Jauhiainen & Eskola 1994, 93 - 94) oli tunnistettavissa muotoutumisvaiheeseen liittyvä ahdistus ja kuohuntavaiheeseen liittyvä aggressiivisuus, sillä näitä mittaavassa summamuuttujassa tapahtui tilastollisesti merkitsevä ( $p = 0.00$ ;  $ES = 0.63$ ) muutos. Lisäksi muotoutumisvaiheeseen liittyvä tavallista suurempi riippuvaisuus ohjaajasta tuli esille opiskelijoiden vastauksista väittämään *Sain riittävästi ohjausta suunnitteluvaiheessa* (kuvio 47), jonka keskiarvo jäi negatiiviseksi (-0,79). Opiskelijat olivat väittämästä hieman eri mieltä.

Ryhmän kehitysprosessin normienluomisvaiheeseen liittyvästä ilmapiirin selkiytymisestä kertoo ahdistusta ja aggressiota mittaavan summamuuttujan vakiintuminen ja hienoinen lasku ohjelman toteutusvaiheessa, mittausten 3 ja 4 välillä (kuvio 44). Samaan vaiheeseen liittyvä tunnusmerkki, osallistujat alkavat luoda yhteisiä toimintanormeja ja kykenevät asettamaan ryhmälle tavoitteita, tuli osaltaan esille KOUL-luokassa summamuuttujan *keskinäinen motivaatio* tilastollisesti melkein merkitsevän ( $p = 0.04$ ;  $ES = 0.58$ ) muutoksen kautta<sup>110</sup>. Lisäksi edellä mainittu muutos tukee ryhmän kehitysprosessin toimintavaiheeseen liittyvää tunnusmerkkiä, osallistujat ovat oppineet ratkaisemaan ryhmän sisäiset ongelmat, ja keskinäiset suhteet tukevat tehtävän suorittamista. Samaa tunnusmerkkiä tukee myös kehityksellisessä viitekehyksessä tapahtunut tilastollisesti melkein merkitsevä muutos ( $p = 0.04$ ;  $ES = 0.82$ ) summamuuttujassa *sosiaaliset taidot* mittausten 2 ja 4 välillä.

Toimintavaiheeseen liittyvä tunnusmerkki, jäsenten kyky ottaa vastuuta tehtävästään ja suoriutua siitä rakentavasti, tuli esille tilastol-

---

<sup>110</sup> Edellä mainitussa summamuuttujassa tapahtunut muutos ei ollut tilastollisesti merkitsevä ( $p = 0.06$ ;  $ES = 0.40$ ) koulutuksellisessa viitekehyksessä tai koko aineistossa ( $ES = 0.31$ ).

lisesti melkein merkitsevänä positiivisena muutoksena ( $p = 0.05$ ;  $ES = 0.21$ ) summamuuttujassa *vastuullinen isetunto* mittausten 3 ja 4 välillä. Samaan vaiheeseen kuuluva tunnusmerkki, opiskelijat ovat varsin itsenäisiä suhteessa ryhmän ympäristöön, tuli esille väittämästä *Sain riittävästi ohjausta toteutusvaiheessa* (kuvio 52), vastausten keskiarvon (0,12) muodostuessa hieman positiiviseksi. Muutos on tilastollisesti erittäin merkitsevä ( $p = 0.000$ ;  $ES = 0.53$ ). Lisäksi se on kehityksellisessä lähestymistavassa hieman voimakkaampi ( $p = 0.000$ ;  $ES = 0.67$ ) kuin koulutuksellisessa lähestymistavassa ( $p = 0.007$ ;  $ES = 0.42$ ).

Opiskelijoiden ryhmäprosessit erosivat toisistaan eri viitekehyksissä siten, että ryhmän kehitysprosessin muotoutumis- ja kuohuntavaiheisiin liittyvässä *ahdistus ja aggressio* summamuuttujassa tapahtui tilastollisesti melkein merkitsevä muutos suunnitteluvaiheen aikana myös koulutuksellisessa lähestymistavassa ( $p = 0.05$ ;  $ES = 0.78$ ) ja KOUL -luokassa ( $p = 0.04$ ;  $ES = 1.62$ ) (kuvio 45). Kehityksellisessä lähestymistavassa muutos ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Tästä voi vetää johtopäätöksen, että koulutuksellinen lähestymistapa aiheutti enemmän ahdistusta ja aggressioita kuin kehityksellinen lähestymistapa. Tältä osin ryhmän kehitysprosessiin sisältyvät muotoutumis- ja kuohuntavaiheet olivat voimakkaammin havaittavissa koulutuksellisessa lähestymistavassa.

Ryhmän kehitysprosessin normienluomis- ja toimintavaiheisiin liittyvässä *keskinäinen motivaatio* summamuuttujassa tapahtui tilastollisesti melkein merkitsevä ( $p = 0.04$ ;  $ES = 0.58$ ) muutos toteutusvaiheen aikana KOUL-luokassa. Vaikka tapahtunut muutos ei ollut tilastollisesti merkitsevä ( $p = 0.06$ ;  $ES = 0.40$ ) koulutuksellisessa viitekehyksessä, se oli voimakkaammin havaittavissa koulutuksellisessa lähestymistavassa.

Teorian mukaisesti (Jauhiainen & Eskola 1994) kehitysvaiheet hajanaisesta ryhmästä toimivaksi ovat selvimmän nähtävissä, kun ryhmällä on selvä tavoite. Koulutuksellisessa lähestymistavassa oli tavoitteena suunnitella kognitiiviseen ristiriitaan perustuva hypermediaohjelma. Kehityksellisessä lähestymistavassa ei ollut tällaista matemaattisten vaatimusten lisänä olevaa pedagogista vaatimusta. Teorian mukaista tulosta tukee kehityksellisessä viitekehyksessä tapahtunut tilastollisesti melkein merkitsevä muutos ( $p = 0.04$ ;  $ES = 0.82$ ) summamuuttujassa *sosiaaliset taidot* mittausten 2 ja 4 välillä, mitä taas ei tapahtunut koulutuksellisessa lähestymistavassa. Tämä kehitysprosessin normien-

luomis- ja toimintavaiheisiin liittyvä tunnusmerkki tukee ajatusta, että keskinäiset suhteet tukivat tehtävän suorittamista nopeammin kuin koulutuksellisessa lähestymistavassa.

Lähestymistapojen vertailun tuloksena on, että mitä vaativampaa avointa tehtävää ryhmä suorittaa, sitä tärkeämpää ohjaajan on tuntea ryhmän kehitysprosessin kulku.

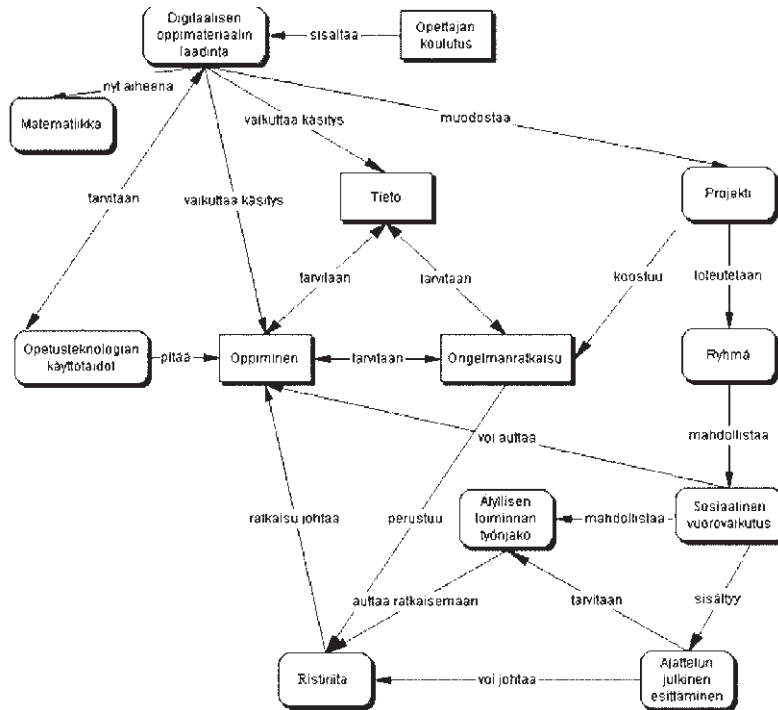
Tutkimus ei tue näkemystä, jonka mukaisesti opettajankoulutuksessa tietoteknisiä valmiuksia tulisi opettaa tietorakenteista ja pedagogisesta ajattelutavasta erillisinä kursseina. Ensiksikin opiskelijat oppivat käyttämään hypermediapohjaisen opetusohjelman sovelluskehittäjä, sillä tätä mittaavassa summamuuttujassa tapahtui tilastollisesti erittäin merkitsevä positiivinen muutos. Lisäksi prosessi laajensi opiskelijoiden käsitystä tietokoneavusteiden opetuksen mahdollisuuksista matematiikassa. Opiskelijat eivät näe tavanomaisen opettamisen tärkeyttä ennen tietokoneen käyttöä yhtä vahvana kuin aikaisemmin (kuvio 58) ja opiskelijoiden käsitys opetusteknologian roolista matematiikan opetuksessa (summamuuttuja *MatOpp*) säilyi samana. Kuitenkin *yleinen käsitys* tietokoneiden ja tietotekniikan opiskelun hyödyllisyydestä heikkeni tilastollisesti erittäin merkitsevästi koko aineistossa, samoin koulutuksellisessa lähestymistavassa (liite 11). Kehityksellisessä lähestymistavassa ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää muutosta.

## 8 POHDINTA

### 8.1 Design-prosessin tarkastelu mielekkään oppimisen ja opiskelun kannalta

Useimmissa Learning by Design -teoriaa koskevissa tutkimuksissa päämielenkiinto on kohdistunut lähinnä siihen, miten oppilaat ovat työstäneet ryhmissä hypermediaesityksiä, käyttäneet sovellusohjelmia, kommunikoineet, ilmaisseet käsityksiään design-prosessista sekä toteuttaneet itsearviointia (Lehrer 1993, Lehrer ym. 1994). Pedagogiseen lähestymistapaan, työstettävän substanssin rakenteeseen ja mentaalisiin käsittekarttoihin on kiinnitetty vähemmän huomiota. Tosin esim. Liu (2003) totesi hypermedian design-prosessin positiivisen vaikutuksen oppilaiden korkean tason kognitiivisten taitojen (ongelmanratkaisutaito, transfer, hypoteesien testaus, päätöksen tekeminen, arviointi ja itse-reflektio) kehittymiseen. Oppilaiden käsitystä tiedosta tai oppimisesta ei varsinaisesti tutkittu, vaikkakin Lehrer ym. (1994, 248) mainitsevat, että prosessin kautta oppilaiden käsityksessä tiedosta voi tapahtua perusteellinen muutos ja että tämän kautta oppilailla on mahdollisuus nähdä tieto tuloksena konstruktivistisista ponnistuksistaan.

Tutkimukseni design-prosessin aikana opiskelijoiden käyttökelpoiseen tietoon kohdistui useita vaatimuksia. Oppiminen ja opiskelu koostui lukuisista ongelmanratkaisuprosesseista (kuvio 59; vrt. myös kuvio 2), jotka kohdistuivat muun muassa opetusohjelman matemaattiseen sisältöön (liite 5), opetettaviin käsitteisiin, opetusohjelman didaktiseen rakenteeseen (luku 4.6; luku 7.1), ryhmäntyöskentelyyn (luku 7.3) sekä opetusteknologian käyttötaitoihin (luku 7.2). Prosessille oli luonteenomaista se, että päästäkseen eteenpäin opiskelijatiimin täytyi löytää ratkaisu autenttiseen ongelmaan (ks. liite 12 harjoitusten 2 ja 3 kuvaukset). Nämä lukuisat ongelmanratkaisuprosessit muokkasivat opiskelijoiden elinvoimaista tietoa (kuvio 59; vrt. myös kuvio 2).



**Kuvio 59.** Oppimisprojekti tiedon, oppimisen ja ongelmanratkaisun näkökulmasta.

Työskentelyn tavoitteena oli siirtää huomio laitteista pedagogiseen uudistamiseen teknologiaa integroivan näkökulman avulla esimerkiksi Lehtisen (1997, 22 – 23) ja Koiviston ym. (1999, 20 - 21) tarkoittamassa mielessä. Oppiminen sijoittui siihen yhteyteen, jossa sen kohteena olevia tietoja ja taitoja sekä toisten ryhmässä olevien apua todella tarvittiin (vrt. luku 2.3 sekä Lehtinen 1997, 17). Kun prosessiin lisäksi oli integroitu voimakkaasti pedagoginen ajattelutapa etenkin koulutuksellisen lähestymistavan ryhmässä (MODEM -viitekehys), toimintani oli sopusoinnussa esitettyjen koulutustavoitteiden kanssa, jotka jo esiintyvät osittain opettajankoulutuksen opetus suunnitelmaehdotuksessa:

*Opiskelijaa tuetaan rakentamaan ajanmukaisiin tieto- ja oppimisnäkemysiin perustuva käyttäteoria, jota hän tarvitsee kohdatessaan matematiikan opetukseen liittyviä ongelmatilanteita. Keskeisimmiksi tavoitteiksi nousevat erilaiset ongelmanratkaisu- ja tiedonhankintaprosessit, joissa oppijan tiedot, taidot, asenteet, ihmis- ja luontokuva jne. rakentuvat erilaisissa integroituvissa sosiaalisissa vuorovaikutustilanteissa. (Haapasalo 2004b, 183).*

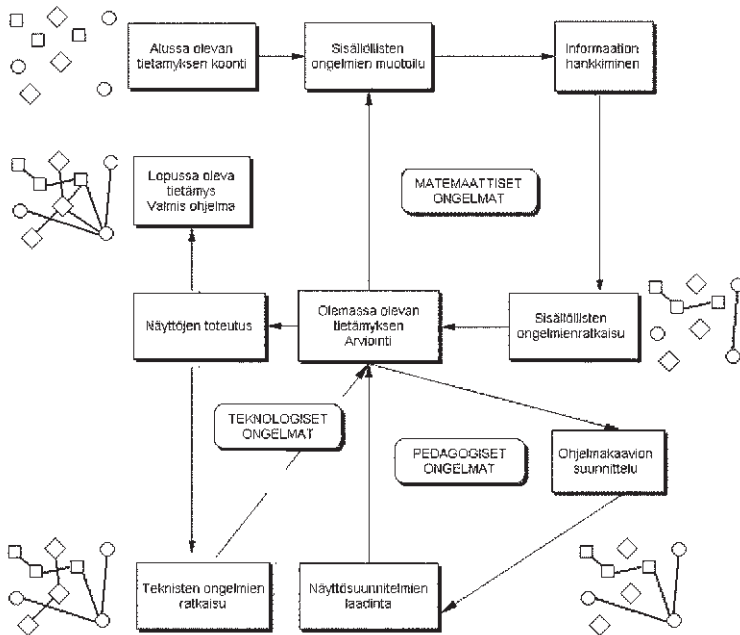
*Kouluttajan kannattaa harkita tarkoin, mitä opiskelijoiden on tarkoitus tehdä. Tekemisellä on oltava paitsi psykologinen mielekkäisyys yksilön ja ryhmädynamiikan kannalta, myös luonnollisella tavalla eriytyvää haasteellisuutta ideoiden esiin nostamiseksi. Yleensä opiskelijan spontaanit ideat ovat se pohja, jolle abstrakteimpienkin asioiden tarkastelun tulisi pohjautua. Pohjautuminen on kuitenkin eri asia kuin asioiden käsitteilyjärjestys, joka määräytyy aina toiminnan perustana olevista kehysteorioista. Tärkeintä ei ole tehdä, vaan ymmärtää mitä, miten, ja miksi olen milloinkin tekemässä. Tämä vaatii kysymysten 'tiedätkö, että', 'tiedätkö, miksi' ja 'tiedätkö, miten tiedän' esittämistä, linkittämistä sekä niihin vastaamista. (Haapasalo 2004b, 187).*

Kuvio 60 esittää hieman yksityiskohtaisemmin opiskelijoiden tietämyksen organisoitumista autenttisten ongelmanratkaisuprosessien kautta. Aluksi opiskelijat saivat selkeän tehtävänannon<sup>111</sup> (liite 5), minkä perusteella he suorittivat alussa olevan tietämyksensä koonnin (liite 12 harjoitusten 2 ja 3 kuvaukset). Tämän varassa he muotoilivat mittaamiseen ja tarkkuuteen liittyvät ongelmansa ja konstruivat uutta tietoa niiden ratkaisemista varten. Ongelmien ratkaisemisen yhteydessä opiskelijoiden matemaattiseen tietorakenteeseen (kuvion 60 neliöt) muodostui uusia linkkejä (vrt. luku 4.1 esittämäni konseptuaalisen tiedon määritelmä; vrt. Hiebert & Lefevre 1986, 4). Oman tietämyksen arviointi ohjasi vahvasti opiskelijoiden toimintaa. Samassa yhteydessä myös pedagoginen tietämys orientoitui ja linkittyi (kuvion 60 ympyrät; ks. luku 7.1.3 kuvio 32 ja luku 7.1.4 kuvio 38). Kun opiskelijat

<sup>111</sup> Projektioppimisen alkuvaiheessa opiskelijat pyrkivät muodostamaan käsitystä siitä, mihin toiminta tähtää. Tällöin on tärkeää, että tehtävien tavoitteet ja käsitys koko projektin päämäärästä on selkeä (esim. Rasku-Puttonen ym. 2003, 53)

tiesivät substanssista mielestään tarpeeksi, he siirtyivät suunnittelemaan ohjelmakaaviota. Mikäli tietämys ei riittänyt, seurauksena oli uusien sisällöllisten ongelmien muotoilu ja matemaattisten ongelmien ratkaisusykli (liite 12 harjoitusten 2, 3 ja 4 kuvaukset).

Ohjelmakaavion suunnittelun ja näyttösuunnitelmien laadinnan osalta prosessi sovelsi käsittekarttatekniikkaa tiedon jäsentämis- ja esittämismenetelmänä (luku 4.1; liite 10; liite 12). Tämän vaiheen aikana opiskelijat muotoilivat pedagogisia ongelmia ja ratkaisivat niitä. Tämä oli suotuisa tilanne myös opiskelijoiden tietämyksessä tapahtuvan matematiikan ja pedagogiikan välisien linkkien<sup>112</sup> muodostumiselle (kuviot 58 ja 60; ks. liite 12 harjoitusten 2 – 4 kuvaukset). Olemassa olevan tietämyksen arviointi ohjasi oppimisprosessia. Hyväksytyinä kaavion ja näyttösuunnitelmat opiskelijat siirtyivät toteuttamisvaiheeseen.



**Kuio 60.** Opiskelijoiden tietämyksen uudelleen organisoituminen design-prosessin yhteydessä.

<sup>112</sup> Lisäksi koulutuksellisessa lähestymistavassa opiskelijoita motivoitiin suunnittelemaan kognitiiviseen ristiriitaan perustuvaa oppimateriaalia.



Tietokonenäyttöjen toteutus muodosti uuden autenttisen oppimistehävän. Opiskelijat oppivat käyttämään sovellusohjelmaa ratkaisemalla opetusteknologian käyttöön liittyviä teknisiä ongelmia. Tämä mahdollisti HyperStudion käyttötaitojen oppimisen ratkaisuna kyseiseen ongelmaan (ks. liite 12 harjoitusten 5 – 8 kuvaukset). Opiskelijoiden tietorakenteen tasolla tapahtui linkkien muodostumista opetusteknologian käyttötaidoissa (kuvion 60 kärjellään olevat neliöt) ja olemassa olevan tietämyksen arviointi ohjasi prosessia. Mikäli osa suunnitelmasta osoittautui toteuttamiskelvottomaksi, seurauksena oli pedagogisia muutoksia näyttösuunnitelmissa tai kaaviossa sekä mahdollisesti myös matemaattisessa sisällössä (ks. liite 12 harjoituksen 6 kuvaus). Oppimisprojektin päättyessä opiskelijoilla oli valmis ohjelma. Sen lisäksi opiskelijoiden matematiikkaa, pedagogiikkaa (luku 7.1; luku 7.4) ja teknologiaa (luku 7.2) koskeva tietämys oli mitä ilmeisimmin linkittynyt tiheämmäksi verkoksi (kuvio 60) kuin ennen prosessia.

Opettajan oman tieto- ja oppimisteoreettisen näkemyksen osalta tehtävä oli relevantti. Opiskelijat pääsivät miettimään omaa oppimistaan oppilaan oppimisprosessin näkökulmasta. Tärkeäksi nousi sen pohtiminen, millaisia tehtäviä ratkaisemalla oppilas oppii opiskeltavat käsitteet (ks. kuvat 9, 10, 12 - 16) ja tämän myötä se, mistä oppimisesta on kysymys (luku 7.1.4). Nyt opettaja ei enää voinut olla tiedon jakaja tai välittäjä (luku 7.1.3), koska hän ei itse kohdannut oppilasta. Näin muodostui todellinen tarve pohtia oppilaan oppimista. Tämän kautta opiskelijoiden oli mahdollista nähdä oppiminen perusluonteeltaan loogis-kognitiivisen ristiriitatilanteen ratkaisuna. Teknologian hyödyntäminen myös jalosti oppimisprosessia. Tässä yhteydessä esimerkiksi näyttöjen suunnittelu ja näytöillä oleva rajallinen tila vaati opiskelijoita pohtimaan yhä uudestaan sitä, mikä kussakin ongelman asettelussa on relevanttia? Minkä voi jättää pois, esimerkiksi esityksen selkeyden vuoksi? (vrt. parannetun käsittekarttamenetelmän piirteet Ålhberg 2002, 302 - 306). Näin esitykseen tuli löytää olennainen tieto tiiviissä muodossa. Samalla hypermedian suunnittelu kehitti tiedon rakenteen jäsentymistä, koska prosessissa oltiin tekemisissä esimerkiksi seuraavien kysymysten kanssa: Miten ongelma rakentuu ja kuinka se jakautuu relevanteiksi osaongelmiksi? Millaisia ongelmia ohjelmaa käyttävän pitää ratkaista, jotta hän luo itselleen ohjelman sisällöllisenä tavoitteena olevan tietorakenteen? Miten ohjelma rakentuu? Miten ongelmat jaetaan eri näytöille? Millaisia etenemisteitä ohjelma tarjoaa? Ohjelman suunnittelun

syklinen design-luonne tuli voimakkaasti esille tässä prosessissa (luku 2.8). Ohjelman sisällön luominen ja muokkaaminen hypermedialle soveltuvaan muotoon johdatti opiskelijat ajattelemaan tutkittavia käsitteitä ja niiden välisiä suhteita yhä uudestaan (ks. kuvio 60) hieman eri näkökulmista. Siten ”behavioristisenkin” hypermedian rakentaminen muodosti lopulta varsin konstruktivistisen oppimistehtävän.

## 8.2 Tieto- ja oppimisteoria

Tutkimuksen päätulos, opiskelijoiden konstruktivistinen käsitys opetuksesta ja oppimisesta, vahvistui voimakkaasti, sillä 84 % opiskelijoista ylitti loppumittauksessa alkumittauksen keskiarvon (kuvio 35). Tätä tulosta tukevin tuloksina opiskelijoiden behavioristinen käsitys opetuksesta ja oppimisesta heikkeni (kuvio 30) ja konstruktivistinen tietokäsitys vahvistui (kuvio 27). Ensiksi mainitussa 61 % opiskelijoista alitti ja jälkimmäisessä 62 % ylitti loppumittauksessa alkumittauksen keskiarvon.

Opiskelijoiden konstruktivistista käsitystä opetuksesta ja oppimisesta mittaavan summamuuttujan keskiarvo kasvoi noin mittayksikön ( $0,95_{16\%}$ ) verran, jolloin loppukäsitysten keskiarvoksi muodostui +1,5. Tämä tarkoittaa, että loppukäsitys sijoittuu väliin ’hieman samaa mieltä’ ja ’jokseenkin samaa mieltä’. Vaikutuskertoimen 0,98 mukaisesti muutos kuuluu luokkaan *suuri*. Tämä on merkittävä tulos opettajankoulutuksen kannalta. Koska käsitys oppimisesta muuttui ongelmanratkaisulle myönteiseen suuntaan, opiskelijoiden on todennäköisesti helpompi käyttää kompleksisia ongelmanratkaisuprosesseja hyödyntäviä opetusmenetelmiä. Nämä mahdollistavat monimutkaisten ongelmien ratkaisuun kykenevien oppilaiden kehittymisen. Tulos on yksi askel kohti koulukulttuuria, jossa tieto konstruoidaan vastauksena johonkin oppilaalle merkitykselliseen ongelmaan. Parhaimmillaan se voi johtaa pois pintapuolisesta oppimisesta, joka on seurausta tiedon välittämiseen perustuvasta koulukulttuurista (ks. Väisänen 2000, 36 - 37). Pragmaattisesti relevantti tulos (Sierpinska 1992, 38) tukee uuden perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (Opetushallitus 2004, 7) oppimiskäsitystä, jonka mukaan oppiminen on kaikissa muodoissaan aktiivinen ja päämääräsuuntautunut, itsenäistä tai yhteistä ongelmaratkaisua sisältävä prosessi.

Konstruktivistisessa oppimiskäsityksessä tapahtuneen muutoksen voimakkuus oli positiivinen yllätys, vaikkakin oli Lehrerin (1994, 248) hypoteesin mukainen. Näiden tulosten perusteella design-prosessi on arvokas osa opettajankoulutusta sen perusteella, että se toteuttaa nykyaikaisen tieto- ja oppimiskäsityksen mukaista opetusta käytännössä. Se myös vaikuttaa opiskelijoiden käsitykseen opetuksesta ja oppimisesta varsin radikaalisti. Tosin opiskelijoiden traditionaalisen käsityksen pysyvyydestä kertoo behavioristisen summamuuttujan neutraali loppumittauksen keskiarvo (kuvio 30). Tästä huolimatta prosessi on erityisen tärkeä koulun kehittämisen näkökulmasta. Se, millainen käsitys opettajalla on tiedosta, opetuksesta ja oppimisesta vaikuttaa opettajan käyttämiin opetusmenetelmiin ja siten siihen, millaisena opetustilanne näyttäytyy oppilaalle, vaikkakaan tutkimusten valossa yhteys ei ole lineaarinen (esim. Kupari 1999, 175; vrt. Sormunen 2004b, 362).

Konstruktivistisessa oppimiskäsityksessä, jossa suurin muutos tapahtui, ei ole juuri eroa eri lähestymistapojen välillä. Suunnittelu- vaiheessa koulutuksellisen lähestymistavan vaikutus tulee kuitenkin hyvin näkyviin kuvion 25 kautta. Lisäksi opiskelijoiden behavioristinen käsitys opetuksesta ja oppimisesta heikkeni tilastollisesti merkitsevästi myös koulutuksellisessa lähestymistavassa (kuvio 30). Vaikka prosessi ei vaikuttanut opiskelijoiden objektivistiseen tietokäsitykseen koko aineiston tasolla, design-prosessin dynaamisuudesta kertoo se, että konstruktivistisessa tietokäsityksessä tapahtunut suhteellinen muutos oli voimakkaampi kehityksellisessä lähestymistavassa (kuvio 27).

### **8.3 Itsearviointi opetusteknologian käyttötaidoista**

Opiskelijoiden dynaamisten taitojen kehittämisessä 94 % opiskelijoista ylitti alkumittauksen keskiarvon, kehityksellisessä lähestymistavassa vastaava luku oli jopa 100 %. Taitojen kehittyminen oli seurausta autenttisten, teknologian käyttöön liittyvien ongelmien onnistuneista ratkaisuksista. Design-prosessissa tarvittu, hypermedian rakentamiseen liittyvät taidot kehittyivät voimakkaimmin. Tosin myös muissa opetusteknologisia valmiuksia mittaavissa summamuuttujissa tapahtui tilastollisesti merkitseviä, positiivisia muutoksia koko aineiston tasolla (kuvio 40). Tulos on projektioppimisen idean mukainen (luku 2.3) ja Lehrerin ym. (1994, 236 - 239) tulosten suuntainen.

Työskentelyssä käytetty lähestymistapa vaikutti opiskelijoiden itsearviointiin omista opetusteknologisista valmiuksistaan, sillä muutos dynaamisissa taidoissa oli suurempi kehityksellisessä lähestymistavassa (taulukko 15). Tämän lisäksi kehityksellisessä lähestymistavassa tapahtui tilastollisesti merkitsevä positiivinen muutos myös muissa taitoja mittaavissa summamuuttujissa (kuvio 42). Siten muutos kokonaisuutena kehityksellisessä lähestymistavassa oli positiivisempi kuin koulutuksellisessa lähestymistavassa.

Summamuuttujat *Perustaidot* ja *Kehittyneet taidot* (taulukko 6) sisältävät osia Koiviston ym. luokittelun työvälineohjelmista ja verkkotyövälineistä. Dynaamiset taidot taas vastaavat lähinnä Koiviston ym. (1999, 44) sovelluskehittäjiä. Mainitun ohjelmistoluokituksen työvälineohjelmat kuten tekstinkäsittely (*v22*), taulukkolaskenta (*v23*), kuvankäsittely (*v24*, *v25*) sekä verkkotyövälineet – muun muassa Internet (*v21*) – sisältyvät Joensuun yliopistossa atk-passi-opintoihin (atk-passi, 2003). Sovelluskehittimet kuten HyperStudio (*v30*, osin *v29*, *v28*, *v27*) ja Frontpage (*v26*) sekä simulaatio-ohjelmat (Legologo) sisältyivät kasvatustieteellisen tiedekunnan järjestämiin opintoihin.

Koivisto ym. (1999, 45 - 46) epäilevät, että suurin este tieto- ja viestintätekniiikan mielekkäälle opetuskäytölle on opettajien pinta-puolinen käsitys oppimisesta ja myös riittämätön opetettavan sisällön hallinta. Opettajan olisi hallittava opetettavat tiedot ja taidot siten, että hän pystyy ohjaamaan oppilaitaan kohti keskeisten ideoiden ymmärtämistä ja niihin liittyvien taitojen hallintaa. Työvälineiden osalta on oleellisempaa oppia käyttämään niitä ajattelun sekä tiedon prosessoinnin ja yhteistoiminnan välineinä kuin oppia mahdollisimman monta käyttötointa. Projektin aikana tapahtuneen opetusteknologian käyttötaitojen oppimisen lisäksi prosessi integroi opiskeltavan matemaattisen sisällön ja sen opettamisen mielekkääksi yhteistoiminnalliseksi oppimistehtäväksi.

## 8.4 Design-prosessi ryhmäilmion kannalta

Tavoitteenani oli selvittää, millaisia yhteisiä piirteitä opiskelijoiden design-prosessilla ja ryhmäilmion teoriolla (ryhmän kehitysprosessilla) on. Tämä on relevantti kysymys, koska prosessissa sovellettiin tieto- ja viestintätekniikan mahdollistamia innovatiivisia pedagogisia käytänteitä (vrt. Kankaanranta ym. 2000, 119). Kaikkien ryhmien toimintaan kuuluu monen tasoisia ilmiöitä (esim. Ristelä 2003, 188 - 191; ks. luku 2.9). Tutkimukseni tuloksena design-prosessista oli tunnistettavissa ryhmän kehitysprosessin piirteitä. Näin ollen ryhmäilmion teoreettisiin ulottuvuuksiin kohdistuvalla empiirisellä analyysillä on käytännön merkitystä. Projektioppimiseen on kohdistettu huomattavia odotuksia sekä oppimisteoreettisesta näkökulmasta että koulutuksen ajankohtaisten ongelmien ratkaisijana (esim. Rasku-Puttonen ym. 2003, 44). Analyysi on erityisen tärkeä opettajankoulutuksen näkökulmasta.

Uusi perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet (tulee olla käytössä viimeistään 1.8.2006) painottaa oppimista vuorovaikutuksessa vertaisryhmän kanssa. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden mukaan yksilöllistä oppimista tukee vastavuoroisessa yhteistyössä tapahtuva oppiminen. Työtapojen tulisi muun muassa edistää sosiaalista joustavuutta, kykyä toimia rakentavassa yhteistyössä sekä hankkia palautetta oman toiminnan reflektointia varten. Huolimatta uuden perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden rohkaisevasta suhtautumisesta yhteistoiminnalliseen työskentelyyn ei ryhmätyö opettajien keskuudessa nauti tehokkaan työmuodon statusta. Ristelän (2003, 187) mukaan jo alakoulussa on sekä oppilaiden että opettajien keskuudessa yleistynyt käsitys, että ryhmätyö on pääasiassa mukavaa yhdessäoloa, joka ei kuitenkaan edistä oppimista. Siten ryhmätyön merkitys koulun normatiivisten tavoitteiden saavuttamiseksi on vähintäänkin problemaattinen.

Rasku-Puttosen ym. (2003, 53 - 54) projektioppimista koskeva tutkimus antoi viitteitä siitä, että uudenlaisessa oppimisympäristössä syntyy muutospainetta, jotka aiheuttavat epävarmuutta oppilaissa ja opettajassa. Näyttääkin siltä, että samalla kun opettajalta edellytetään uudenlasta tapaa toimia luokkatilanteessa, myös oppilaat joutuvat rakentamaan uudenlaista oppimisen kulttuuria. Esimerkiksi projektin alkuvaiheessa oppilaat olettivat, että opettaja on keskeinen tiedon lähde (vrt. kuvio 47). Kuitenkin projektioppimisessa oppilailta edellytetään erityisesti aktiivista tiedon etsijän ja jäsentäjän roolia.

Opettajilla on tärkeä asema lasten oppiessa ryhmätyöskentelyssä tarvittavia tietoja ja taitoja. Tämän vuoksi heidän pitäisi olla tietoisia ryhmän toimintaan kuuluvista ilmiöistä. Vasta tämän tiedostamisen jälkeen opettaja voi käytännön työssä käsitellä työmuotoon itseensä liittyviä ongelmia ja oppia käyttämään ryhmiä tehokkaasti. Tämä tietysti vaatii opettajalta hieman kypsyyttä tai ainakin halua kehittää sekä itseään että opetustaan. Toisaalta se mahdollistaa myös hypermediaa hyödyntävien opetusmenetelmien käytön, joiden avulla oppilaat pystyvät ”ylittämään itsensä”. Tällaisten oppimisen kokemusten kautta kollaboratiivisen ryhmätyön status opettajien ja oppilaiden silmissä voi muuttua myönteisemmäksi.

Kun tarkastelen tuloksia yhteistoiminnalliseen oppimiseen liittyvien tutkimustuloksien valossa, sosiaaliset taidot (kuvio 51) paranivat, mikä tukee aikaisempia yhteistoiminnallisen oppimisen tuloksia (luku 2.4.3; Salhberg & Leppilampi 1994, 82 - 83). Aiemmista tuloksista poiketen opiskelijoiden ryhmätyöskentelyssä kokema ahdistus ja aggressio vahvistuivat. Kuitenkin kirjallisuuden mukaan ”ryhmässä uskalletaan tarttua myös vaikeisiin asioihin ja siedetään entistä paremmin ahdistusta”, joten ei ahdistus mikään vieras käsite ole.

Ahdistuksen ja aggression osalta loppukäsitysten keskiarvoksi muodostui -1,89 jolloin 68 % opiskelijoista ylitti alkumittauksen keskiarvon. Kun -2 tutkimusmittareissa tarkoitti, ”olen väittämästä jokseenkin eri mieltä”, niin opiskelijat olivat jokseenkin eri mieltä ryhmätyön aiheuttamasta ahdistuksesta ja aggressiosta työskentelyn jälkeen. On syytä olettaa, että uudenlaisen työskentelykulttuurin yleistyessä opiskelijat oppivat käsittelemään aggressioitaan.

Puheviestinnän vaikutuksesta yhteistoiminnallisiin käsityksiin ei muodostunut yksikäsitteistä linjaa, joten tarkastelen tuloksia lähestymistavoittain. Yhteisenä piirteenä sekä koulutuksellisessa lähestymistavassa että kehityksellisessä lähestymistavassa opiskelijoiden sosiaaliset taidot paranivat. Erottavana piirteenä prosessi lisäsi opiskelijoiden aggressioita ja ahdistusta ryhmätyöskentelyä kohtaan koulutuksellisessa lähestymistavassa, mitä ei tapahtunut kehityksellisessä lähestymistavassa.

Kehityksellisessä lähestymistavassa opiskelijoiden vastuullista itsetuntoa mittaavassa summamuuttujassa tapahtui tilastollisesti merkitsevä muutos ensimmäisen harjoituksen ja viivästetyn jälkiarviointin välillä, kun koulutuksellisessa lähestymistavassa tilastollisesti merkitsevä muutos tapahtui suunnitteluvaiheen päättymisen ja viivästetyn jälkiarviointin välillä. Tutkimus antoi myös viitteitä opiskelijoiden

matemaattisen itsetunnon paranemisesta kehityksellisessä lähestymistavassa. Tätä ei tapahtunut koulutuksellisessa lähestymistavassa. Matemaattisen itsetunnon paraneminen on ilmennyt myös aikaisemmista yhteistoiminnallisen oppimisen tutkimuksista. Esimerkiksi Sahlbergin ja Berryn (2002) mukaan yhteistoiminnallisen oppimisen avulla voidaan parantaa oppilaiden asenteita matematiikkaa kohtaan, heidän metakognitiivisia taitojaan ja uskoa omaan kykyihinsä suoriutua matemaattisista tehtävistä.

Hyvin rakennettu tehtävänanto haastoi opiskelijat yhteiseen suunnitteluun ja aitoon ongelmanratkaisuun. Konstruktivistisen työskentelyn pohjana olevien kognitiivisten konfliktien käsittely näytti olevan useimmille opiskelijoille vierasta. Vaikkakin spontaaniin proseduraaliseen tietoon pohjautuva kehityksellinen lähestymistapa näyttäisi olevan monessa suhteessa välttämätön ja opiskelijoita vähiten ahdistava, tutkimus antaa lupaavia viitteitä siitä, että koulutuksellinen lähestymistapa on sovittavissa yhteen sen kanssa. Tämä vaatii huolellista ja tieteelliseen tutkimukseen pohjautuvaa suunnittelua. Opiskelijoiden oppimisprofiilien erilaisuudesta johtuen kognitiivisten ja emotionaalisten muuttujien käsittely vaatii kouluttajilta suurta herkkyyttä ja vastaavasti opiskelijoilta kriittistä itsearviointia. Mitä vaativampaa avointa tehtävää ryhmä suorittaa, sitä tärkeämpää ohjaajan on tuntee ryhmän kehitysprosessin kulku. Ohjaajan haasteena on opiskelijoiden oppimis- ja ryhmäprosessien tuki. Näissä prosesseissa reflektiivisen viestinnän asiantuntijuudelle näyttäisi jäävän oma haastava tilauksensa.

## 8.5 Virhelähteet ja yleistettävyyys

Olen jo tarkastellut virhelähteitä ja yleistettävyyttä luvussa 6.5. Yhteenvetona totean seuraavaa. Mittarin väittämät on johdettu teoriasta, mikä osaltaan vastustaa systemaattista virhettä. Testauksessa alku- ja loppumittauksen väli oli yli neljä kuukautta, joten alkutesti lienee toiminut korkeintaan orientaationa oppimiseen, tietoon ja ongelmanratkaisuun liittyville käsityksille. Muun opiskelun vaikutus esimerkiksi opiskelijoiden käsityksiin oppimisesta ja opettamisesta pyrittiin ehkäisemään sisältövalideilla väittämillä. Lisäksi mitattiin kurssin ulkopuolista sosiaalista vuorovaikutusta.

Tutkimukseen osallistui 84 tutkimushenkilöä, joten sen antamia tuloksia voidaan pitää kvantitatiivisesta näkökulmasta melko luotettavina. Vaikka tutkimusasetelmassa opiskelijat jaettiin neljään eri tyyppistä opetusta saaneeseen ryhmään, ryhmät pysyivät kuitenkin riittävän kokoisina. Puheviestinnän tietoisien lisäämisen tehokkuutta oli tosin vaikeampi määrittää kuin lähestymistavan vaikutusta. Tämän vuoksi muutoksia tarkasteltiin koko aineiston tasolla ja lähestymistavoittain. Jälkikäteen harmittamaan jää, ettei prosessiin liitetty kvalitatiivista analyysiä käyttämällä hyväksi esimerkiksi ulkoista observointia, videoita tai simulated recall – haastatteluja. Tätä harmia kuitenkin vähentää se tosiasia, että itse kurssistakin vastuullisena opettajana minulla ei ollut realistisia mahdollisuuksia selviytyä muutoinkin jo varsin moniulotteisen tutkimuksen taakasta, mikäli olisin paisuttanut tutkimusasetelmaa kvalitatiiviseen suuntaan.

Tuloksen yleistettävyyttä puoltaa koeasetelman kvasikokeellinen kenttäkoeluonne, vaikkakin se on jossain määrin kulttuurisidonnainen. Koska tutkimus toteutettiin normaalilla opetus suunnitelmaan kuuluvala kurssilla, tulos on yleistettävissä opettajankoulutuksen kontekstiin.

## 8.6 Mahdolliset jatkotutkimukset ja sovellukset

Tutkimuksen tarkastelun ulkopuolelle jäi eri lähestymistapojen vaikutus valmiiden ohjelmien didaktiseen rakenteeseen ja laatuun, saati että ohjelmilla olisi testattu koulussa oppilaiden oppimista. Nämä molemmat muodostavat mahdollisen jatkotutkimuksen. Toinen tutkimuskohde olisi selvittää, kuinka tutkimukseen osallistuneiden opiskelijoiden käsitykset muuttuivat tai olivat muuttuneet myöhemmin heidän suorittaessaan muita opintoja.

Sovellusten näkökulmasta on tärkeä huomata, että jo näinkin lyhyellä työskentelyllä oli varsin radikaali vaikutus opiskelijoiden käsityksiin. Millaisia muutoksia opiskelijoiden käsityksiin mahtaisikaan tulla pitempijaksoisen työskentelyn kautta? Olisi erittäin tärkeää jatkaa tutkimusprosessia siten, että opiskelijat pääsisivät testaamaan luomaansa opetusohjelmaa aidossa opetustilanteessa, esimerkiksi opetusharjoittelussa. Tämän kokemuksen ja autenttisen palautteen kautta opiskelijat pääsisivät arvioimaan oman materiaalin relevanttiutta ja korjaamaan havaitsemiaan puutteita. Tällöin voitaisiin hyödyntää opittua opetus-



ohjelman rakentamisen taitoa tilanteessa, jossa ryhmädynaamiset suhteet olisivat jo olemassa. Näissä suotuisissa olosuhteissa matemaattisen substanssin tarkastelu saisi aivan uuden ulottuvuuden. Autenttinen palaute, sosiaaliset suhteet ja teknologia tukisivat matemaattisen tiedon rakentumista. Tällä saattaisi olla merkittävä vaikutus opiskelijoiden käsitykseen matematiikasta.

Ehdottamani design-prosessin jatko-osa voidaan käytännössä toteuttaa hyödyntämällä tämän tutkimuksen tuloksia ja muokkaamalla opetussuunnitelmaa. Prosessin substansseiksi voidaan valita mikä tahansa tärkeä matemaattinen käsite, jonka oppimista varten rakennetaan prototyypiohjelma johdantokursilla. Perusharjoittelun aikana prototyyppiä testataan käytännössä oppilaiden kanssa. Autenttista palautetta voidaan reflektoida ryhmässä, johon liittyvät myös harjoittelua ohjaava opettaja sekä matematiikan asiantuntija. Opetusharjoittelussa sekä didaktisilla kursseilla substanssiin voidaan liittää voimakkaammin koulutuksellinen lähestymistapa. Tällöin autenttinen palaute, olemassa olevat sosiaaliset suhteet ja opittu opetusohjelman rakentamisen taito tukisivat matemaattisen tiedon ja pedagogisen ajattelutavan rakentumista.

Kuvaamani työskentelyprosessi linkittäisi teoreettisen (konseptuaalisen) tiedon ja käytännöllisen (proseduraalisen) tiedon luonnollisella tavalla. Se huomioisi ryhmädynaamisen vuorovaikutuksen rajaamalla ongelma-avaruutta tutkimustulosten näkökulmasta relevantilla tavalla. Opettajien myöhemmät mahdollisuudet soveltaa toimintatapaa itsenäisesti omassa opetuksessaan paranisivat oleellisesti.

Design-prosessia voidaan helposti soveltaa opettajankoulutuksessa missä tahansa oppiaineessa. Se sopii lähes jokaiseen substanssiin, jonka opiskelussa voidaan käyttää apuna käsitekarttaa (luku 4.1). Esimerkiksi biologian (Pulkinen ym. 2000; Druin & Solomon 1996; luku 2.7) tai historian (Lehrer 1999; 1994; ks. luku 2.8) opiskelu saavat tällaisessa prosessissa aivan uusia tarkastelunäkökulmia. Kadıjevich & Haapasalo (2003) sekä Haapasalo & Järvelä (2003) esittävät havainnollisesti, että jo sangen vähäisellä ohjauksella opiskelijat kykenevät tuottamaan varsin monipuolisia hypermediapohjaisia materiaaleja. Teknologiapohjaisten kollaboratiivisten opiskeluympäristöjen tutkiminen kuuluukin Kadıjevichin (2004) mukaan matematiikan opetuksen ja oppimisen tutkimuksen laiminlyötyihin osa-alueisiin. Uskon työni tarjoavan hyödyllisiä näkökulmia tutkimuksille, joilla tähän haasteeseen vastataan Jonassenin (2000) hengessä: ”Ne, jotka oppivat eniten oppimateriaaleista, ovat niiden suunnittelijat, eivät käyttäjät”.

---

## LÄHTEET

- Aho, L. 1997. Koulutus, opetus ja oppiminen. Teoksessa M-L. Julkunen (toim.) Opetus, oppiminen vuorovaikutus. Helsinki: WSOY, 14 - 34.
- Anderson, G. 1996. Fundamentals of educational research. London: The Falmer Press.
- Alessi, S. M. & Trollip S. R. 2001. Multimedia for learning. Methods and development. Third Edition. Boston: Allyn & Bacon.
- Alkula, T., Pöntinen, T. & Ylöstalo, P. 1994. Sosiaalitutkimuksen kvantitatiiviset menetelmät. Helsinki: WSOY.
- Atk-passi. 2003. <http://www.cs.joensuu.fi/pages/amanuenssi/instruction/atk-passi/> (14.5.2003)
- Bion, W. R. 1979. Kokemuksia ryhmästä. Helsinki: Weilin & Göös.
- Bransford, J. D., Brown, A. L. & Cocking, R. R. (toim.) 1999. How people learn: brain, mind, experience and school. The National Academy of Science. <http://books.nap.edu/html/howpeople1/> (17.11.2003)
- Carpenter, T. P. 1986. Conceptual knowledge as a foundation for procedural knowledge. Teoksessa: J. Hiebert (toim.) Conceptual and procedural knowledge: The case of mathematics. London: Erlbaum, 113 - 132.
- Cohen, J. 1977. Statistical power analysis for the behavioral science. NY: Academic Press.
- Dillon, W. R. & Goldstein, M. 1984. Multivariate analysis methods and applications. NY: Wiley.
- Duell, O. K. & Schommet-Aikins, M. 2001. Measures of people's beliefs about knowledge and learning. Educational Psychology Review, 13 (4), 4, 419 - 449.
- Druin, A. & Solomon, C. 1996. Designing multimedia environments for children. NY: Wiley.
- Enkenberg, J. 1989. Tietokoneen koulukäyttö, ajattelu ja ajattelun kehittyminen logo-ympäristössä. Joensuun yliopiston kasvatustieteellisiä julkaisuja n:o 8.
- Enkenberg, J., Lakotieva, A. & Kukkonen, J. 1995. Kohti autenttista oppimista. Teknologiaympäristössä tapahtuva autenttinen ongelmanratkaisu. Joensuun yliopisto: Joensuu university press.

- Enkenberg, J. 1997. Uutta pedagogiikkaa etsimässä. Teoksessa M-L. Julkunen (toim.) Opetus, oppiminen vuorovaikutus. Helsinki: WSOY, 158 - 178.
- Enkenberg, J. 2000. Oppimisesta ja opetusmalleista yliopistokoulutuksessa. Teoksessa J. Enkenberg, P. Väisänen & E. Savolainen (toim.) Opettajatiedon kipinöitä Kirjoituksia pedagogiikasta. Joensuun yliopisto. Savonlinnan opettajankoulutuslaitos, 7 - 33.
- Enkenberg, J. 2002. Uuden pedagogiikan perusta. Teoksessa M-L. Julkunen (toim.) Opetus, oppiminen, vuorovaikutus. Helsinki: WSOY, 157 - 177.
- Eskelinen, P. 2000. Lyhimmät verkostot. Joensuun yliopisto. Matematiikan laitos. Pro gradu -tutkielma.
- Eskelinen, P. 2003. Construction of collaborative knowledge in hypermedia production: designing an educational software for mathematical concepts of measurement and accuracy. Teoksessa: B. H. J. Smit (toim.) Proceedings of the 11th Biennial Conference 2003. New Directions in Teachers' Working and Learning Environment. ISATT. ICLON / Leiden university, 56.
- Eskelinen, P. 2004. Teoksessa: S. Havu-Nuutinen & M. Heiskanen (toim.) Yhtenäistyvät vai erilaistuvat oppimisen ja koulutuksen polut. Abstraktikirja. Kasvatustieteen päivät Joensuussa 25.-26.11.2004. Suomen kasvatustieteellinen seura, 126.
- Ferretti, R. P. & Okolo, C. M. 1996. Authenticity in learning: multimedia design projects in the social studies for students with disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 29 (5), 450-460.
- Forrest, R. The group and the shadow: explorations and echoes of relatedness in a small study group setting. *Human Relations* 5/1991, 459 - 480.
- Fraenkel, J. R & Wallen, N. E. 1996. How to design and evaluate research in education. Third Edition. NY: McGraw-Hill.
- Galperin, P. J. 1979. Johdatus psykologiaan. Suomentaneet K. Helkama & R. Kauppila. Helsinki: Kansankulttuuri.
- von Glasersfeld, E. (toim.). 1991a. Radical constructivism in mathematics education. Dordrecht: Kluwer.
- von Glasersfeld, E. 1991b. Knowing without metaphysics: aspects of the radical constructivist position. Teoksessa F. Steier (toim.) Research and reflexivity. London: Sage, 12 - 29.

- von Glasersfeld, E. 1995. Radical constructivism: a way of knowing and learning. London: The Palmer Press.
- Haapasalo, L. 1991. Konstruktivismi matemaattisen käsitteenmuodostuksen ohjaamisessa ja analysoimisessa. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden tutkimuslaitoksen julkaisusarja A. Tutkimuksia 43.
- Haapasalo, L. 1993. Desimaalilukujen ja yksikkömuunnosten konstruktivistinen oppiminen. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden tutkimuslaitoksen julkaisusarja A. Tutkimuksia 55.
- Haapasalo, L. 1996. Desi. Windows -pohjainen opiskeluohjelma desimaalilukujen ja yksikkömuunnosten oppimiseksi. Vaajakoski: Medusa.
- Haapasalo, L. 1997. Konstruktivistisen pedagogiikan problematiikasta. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen (toim.) Matematiikka – näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti, 52 - 79.
- Haapasalo, L. 2003. The conflict between conceptual and procedural knowledge: Should we need to understand in order to be able to do, or vice versa? Teoksessa L. Haapasalo & K. Sormunen (toim.) Towards meaningful mathematics and science education. Proceedings of the IXX Symposium of the Finnish Mathematics and Science Education Research Association. University of Joensuu. Bulletins of the Faculty of Education. 86, 1 - 20.
- Haapasalo, L. 2004a. Oppiminen, tieto & ongelmanratkaisu. Joensuu: Medusa.
- Haapasalo, L. 2004b. Opettajankoulutuksen dilemma: Tekemällä oppimaan vai oppimalla tekemään? Teoksessa P. Atjonen & P. Väisänen (toim.) Osaava opettaja. Joensuun yliopisto: Soveltavan kasvatustieteen laitos, 170 - 190.
- Haapasalo, L. 2004c. Pitääkö ymmärtää voidakseen tehdä vai pitääkö tehdä voidakseen ymmärtää? Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen (toim.) Matematiikka - näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen. Jyväskylä: Niilo Mäki -Instituutti, 50-83.
- Haapasalo, L. & Järvelä, J. 2003. Conceptual and procedural features by designing of technology-based learning environments. Paper presented in the JULIS Conference, October 2003. University of Joensuu.

- Haapasalo, L. & Kadujevich, D. 2000. Two types of mathematical knowledge and their relation. *Journal für Mathematikdidaktik* 21 (2), 139 - 157.
- Haapasalo, L., Selkama, P. & Simola, H. 1996. Suoran jyrkkyys - suoraan verrannollisuus - lineaarinen riippuvuus. Windows-pohjainen opetusohjelma. Vaajakoski: Medusa.
- Haapasalo, L. & Venola R. 1992. Metallialan matematiikkaa. Helsinki: VAPK-Kustannus.
- Hakkarainen, K., Lonka, K. & Lipponen, L. 1999. Tutkiva oppiminen - Älykkään toiminnan rajat ja niiden ylittäminen. Helsinki: WSOY.
- Hiebert, J. & Lefevre, P. 1986. Conceptual and procedural knowledge in mathematics: an introductory analysis. Teoksessa: J. Hiebert (toim.) *Conceptual and procedural knowledge: The case of mathematics*. London: Erlbaum, 1 - 27.
- Hirsjärvi, S. (toim.) 1990. Kasvatustieteen käsitteistö. Helsinki: Otava.
- Hofer, B. K. & Pintrich, P. R. 1997. The development of epistemological theories: Beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of Educational Research* 67 (1), 88 - 140.
- Holland, B. S. & DiPonzio Copenhaver, M. 1988. Improved bonferoni-type multiple testing procedures. *Psychological Bulletin*, 1988, Vol 4. 104, No. 1, 145 - 149.
- Huusko, J. 1999. Opettajayhteisö koulun omaleimaisten vahvuuksien hahmottajana, käyttäjänä ja kehittäjänä. Joensuun yliopisto. *Kasvatustieteellisiä julkaisuja* 49.
- Häkkinen, P. 1996. Design, take into use and effects of computer-based learning environments – Designer's, teacher's and student's interpretation. Joensuun yliopisto. *Kasvatustieteellisiä julkaisuja* 34.
- Häkkinen, P. & Arvaja, M. 1999. Kollaboratiivinen oppiminen teknologiaympäristöissä. Teoksessa A. Eteläpelto & P. Tynjälä (toim.) *Oppiminen ja asiantuntijuus*. Helsinki: WSOY, 206 - 221.
- Jauhiainen, R. & Eskola, M. 1994. Ryhmäilmiö. Helsinki: WSOY.
- Joensuun normaalikoulu. 1999. Perusasteen opetussuunnitelma. Joensuun yliopisto. 2000. *Kasvatustieteiden tiedekunta. Opinto-opas 2000 - 2002*.
- Johnson, D. W. & Johnson, R. T. 1997. *Joining together group theory and group skills*. Sixth Edition. Boston: Allyn & Bacon.

- Johnson, D. W. & Johnson, R. T. 2002a. Yhdessä oppiminen. Teoksessa P. Sahlberg & S. Sharan (toim.) Yhteistoiminnallisen oppimisen käsikirja. Helsinki: WSOY, 101 - 118.
- Johnson, D. W. & Johnson, R. T. 2002b. Yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisu. Teoksessa P. Sahlberg & S. Sharan (toim.) Yhteistoiminnallisen oppimisen käsikirja. Helsinki: WSOY, 119 - 136.
- Jonassen, D. H. 2000. Computers as mindtools for schools. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Joutsimäki, A. 1999. HyperStudio pikaopas versioille 3.1 ja 3.2. Helsinki: Mac&Carry Finland.
- Jussila, J. & Saari, S. (toim.) 1999. Opettajankoulutus tulevaisuuden tekijänä. Yliopistossa annettavan opettajakoulutuksen arviointi. Korkeakoulujen arviointineuvoston julkaisuja 1999:11. Helsinki:Edita.
- Kadijevich, D. 2004. Improving mathematics education: neglected topics and further research directions. Joensuun yliopisto. Kasvatustieteellisiä julkaisuja 101.
- Kadijevich, D. & Haapasalo, L. 2003. Mathematics teachers as multimedia lessons designers. Paper submitted for ITEM 2003 Conference in Reims. <http://www.reims.iufm.fr/Recherche/ereca/itemcom> (30.4.2005).
- Kalliala, E. 2002. Verkko-opettamisen käsikirja. Helsinki: Finn Lectura.
- Kankaanranta, M., Puhakka, E. & Linnakylä, P. 2000. Tietotekniikka koulussa. Kansainvälisen arvioinnin tuloksia. Jyväskylän yliopisto. Koulutuksen tutkimuslaitos.
- Kankkunen, M. 1999. Opittujen käsitteiden merkityksen ymmärtäminen sekä ajattelun rakenteiden analyysi käsittekarttamenetelmän avulla. Joensuun yliopisto. Kasvatustieteellisiä julkaisuja 54.
- Khamis. 1991. Manual computations - a tool for reinforcing concepts and techniques. The American Statistician, 45 (4). American Statistical Assosiation, 294 - 299.
- Kuittinen, M. 1998. Tao-ohjelmien tekovälineet. Luentorunko kevät 1998. Joensuun yliopisto. Tietojenkäsittelytieteen laitos.
- Kumpulainen, K. 2002. Yhteistoiminnallinen oppiminen vertaisryhmässä: Tutkimuskatsaus. Kasvatus 3, 252 - 265.

- Kupari, P. & Haapasalo, L. (toim.) 1993. Constructivist and curriculum issues in school mathematics education. Finnish Association of Mathematics and Science Education. University of Jyväskylä. Institute for Educational Research. B 82.
- Kupari, P. 1999. Laskutaitoharjoittelusta ongelmanratkaisuun - Matematiikan opettajien matematiikkauskomukset opetuksen muovaajina. Koulutuksen tutkimuslaitos. Tutkimuksia 7. Jyväskylän yliopisto.
- Kohonen, V. 2002. Yhteistoiminnallisuus oppimiskulttuurin muutoksessa. Teoksessa: P. Sahlberg & S. Sharan (toim.) Yhteistoiminnallisen oppimisen käsikirja. Helsinki:WSOY, 348 - 366.
- Koivisto, J., Huovinen, L. & Vainio, L. 1999. Opettajat oppimisympäristön rakentajina - tieto ja viestintätekniiikan haasteet tulevaisuuteen. Opettajien perus- ja täydennyskoulutuksen ennakkointihankkeen (OPEPRO) selvitys 5. Helsinki: Opetushallitus.
- Koppinen, M-L. & Pollari, J. 1993. Yhteistoiminnallinen oppiminen – tie tuloksiin. Helsinki: WSOY.
- Kopponen, M. 1997. CAI in CS. University of Joensuu. Computer Science, Dissertations 1.
- Kristof, R & Satran, A. 1995. Interactivity by design. Adobe prees.
- Kämäräinen, J. & Haapasalo, L. 1999. Hyperteksti -laatinen ja käyttö oppimisen tiedonhankinnan ja kirjallisuuden näkökulmista. Joensuu: Medusa.
- Lattu, M. 1999. Automaatioteknologian opetus kuvakepohjaisella ohjelmointikielellä. Teknologiakasvatuksen opetuskokeilu kolmessa eri käyttöympäristössä. Helsingin yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Liseniaatintyö.
- Lehtinen, E. (toim.) 1997. Verkkopedagogiikka. Helsinki: Edita.
- Lehtinen, E. 1998. Osaamisen uudet haasteet tietoyhteiskunnassa. Teoksessa M. Sinko, & E. Lehtinen (toim.) Bitit ja pedagogiikka. Tieto- ja viestintätekniiikka opetuksessa ja oppimisessa. Opetus 2000. Jyväskylä: Atena.
- Lehrer, R. 1993. Authors of knowledge: patterns of hypermedia design. Teoksessa S. P. Lajoie & S. J. Derry (toim.) Computers as cognitive tools. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Lehrer, R., Ericson, J. & Connell, T. 1994. Learning by designing hypermedia documents. Computers in the Schools. 10 (1/2), 227 - 254.

- Leino, J. 1992. The importance of project work in teaching mathematics. Teoksessa: J. Leino (toim.) Mathematics teaching through project work. Tampereen yliopisto. Hämeenlinnan opettajan-koulutuslaitos. Julkaisu 27, 1 - 6.
- Leino, J. 1993. Origins and varieties on constructivism. Teoksessa: P. Kupari & L. Haapasalo (toim.) Constructivist and curriculum issues in school mathematics education. University of Jyväskylä. Institute for Educational Research. B 82, 1 - 8.
- Leino, J. 1997. Konstruktivismi matematiikan opetuksessa. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen (toim.) Matematiikka – näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen. Jyväskylä: NMI, 39 - 51.
- Leppilampi, A. & Piekkari, U. 1999. Opitaan yhdessä. Aikuiskoulutusta yhteistoiminnallisesti. Lahti: Asko Leppilampi.
- Lifländer, V-P. 1999. Verkko oppiminen. Yhteistoiminnallinen projektioppiminen verkossa. Helsinki: Edita.
- Linnanmäki, K. 1997. Minäkäsitys ja matematiikan oppiminen. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen (toim.) Matematiikka – näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen. Jyväskylä: NMI, 283 - 300.
- Liu, M. 2003. Enhancing learners' cognitive skills through multimedia design. Interactive Learning Environments. 11 (1), 23-39.
- Mannisenmäki, E. 2000. Oppija verkossa - yksin ja yhdessä. Teoksessa Matikainen, J. & Manninen, J. (toim.) Aikuiskoulutus verkossa. Helsingin yliopiston Lahden tutkimus ja koulutuskeskus.
- Matthews, M. 1994. Science teaching: the role of history and philosophy of science. NY: Routledge.
- Meisalo, V., Sutinen, E. & Tarhio, J. 2000. Modernit oppimisympäristöt. Helsinki: Tietosanoma.
- Metsämuuronen, J. 2001. Monimuuttujamenetelmien perusteet SPSS-ympäristössä. Helsinki: Methelp.
- Metsämuuronen, J. 2004. Pienten aineistojen analyysi – Parametrittömien menetelmien perusteet ihmistieteessä. Helsinki: Methelp.
- Miettinen, R. 2000. Konstruktivistinen oppimisnäkemys ja esineellinen toiminta. Aikuiskasvatus 4, 277 - 292.
- Moore, D. S. 1997. New pedagogy and new content: the case of statistics. International Statistical Review. 65 (2), 123 - 165.



- 
- Muhli, A. & Kanninen, A. 2000. SPSS for windows perusteet. Oulun yliopisto. ATK-keskus.
- Muhonen, H. 2002. Vertaisoppiminen tietokoneympäristössä. WWW-esikoulu. [http://www.esikoulu.com/pages/artikk\\_2.html](http://www.esikoulu.com/pages/artikk_2.html) (9.4.2004)
- Mäki, U. 1987. Tieteellinen realismi ja marxismi. Teoksessa I. Niiniluoto & E. Saarinen (toim.) Vuosisatamme filosofia. Helsinki: WSOY, 74-110.
- Mäkinen, J. & Olkinuora, E. 1999. Akateemisen asiantuntemuksen rakentaminen tietoyhteiskunnassa -kuka vaatii ja mitä? Kasvatus 3, 290 - 305.
- NCTM. 1989. Curriculum and evaluation standards for school mathematics. Reston, Va.: NCTM.
- Nesher, P. 1986. Are mathematical understanding and algorithmic performance related? For the learning of mathematics. 6 (3), 2 - 9.
- Nevgt, A & Tirri, K. 2003. Hyvää verkko-opetusta etsimässä. Helsinki: Suomen kasvatustieteellinen seura.
- Niiniluoto, I. 1997a. Informaatio, tieto ja yhteiskunta filosofinen käsiteanalyysi. Helsinki: Edita.
- Niiniluoto, I. 1997b. Johdatus tieteenfilosofiaan: käsitteen- ja teorianmuodostus. Kolmas painos. Helsinki: Otava.
- Niiniluoto, I. 1987. Pragmatismi. Teoksessa: I. Niiniluoto & E. Saarinen (toim.) Vuosisatamme filosofia. Helsinki: WSOY, 40 - 73.
- Niiranen, P. & Siekkinen, M. 2004. Lasten kehitys, oppiminen ja opettaminen alkukasvatuksen ydinaineksena. Teoksessa P. Atjonen & P. Väisänen (toim.) Osaava opettaja: keskustelua 2000-luvun opettajankoulutuksen ydinaineksesta. Joensuun yliopisto: Soveltavan kasvatustieteen laitos, 293 - 308.
- Novak, J. D. 2002. Tiedon oppiminen, luominen ja käyttö. Käsitekartat työvälineinä oppilaitoksissa ja yrityksissä. Jyväskylä: PS-Kustannus.
- Nummenmaa, T., Konttinen, R., Kuusinen, J. & Leskinen, E. 1997. Tutkimusaineiston analyysi. Helsinki: WSOY.
- Nunnally, J. C. 1994. Psychometric theory. Third Edition. NY: McGraw-Hill.
- Nurmi, S. & Jaakkola, T. 2002. Teknologiset oppimisympäristöt ja oppiminen. Teoksessa E. Lehtinen & T. Hiltunen (toim.) Oppiminen ja opettajuus. Turun yliopisto. Kasvatustieteellisen tiedekunnan julkaisuja B 71.

- Opetushallitus. 2001. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2002. Vuosiluokat 1 - 2. Luonnos 20.12.2001.
- Opetushallitus. 2004. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004. <http://www.oph.fi/info/ops/> (16.4.2005)
- Opetusministeriö. 1995. Koulutuksen ja tutkimuksen tietostrategia. <http://www.minedu.fi/tietostrategia/tietostrategia.html> (16.4.2005)
- Opetusministeriö. 1999. Koulutuksen ja tutkimuksen tietostrategia 2000 - 2004. [http://www.minedu.fi/toim/koul\\_tutk\\_tietostrat/index.html](http://www.minedu.fi/toim/koul_tutk_tietostrat/index.html) (16.4.2005)
- Parr, J. M. 2003. A review of the literature on computer-assisted learning, particularly integrated learning systems, and outcomes with respect to literacy and numeracy. New Zealand Ministry of education. <http://www.minedu.govt.nz/> (22.1.2004)
- Patrikainen. R. 1999. Opettajuuden laatu. Ihmiskäsitys, tietokäsitys ja oppimiskäsitys opettajan pedagogisessa ajattelussa ja toiminnassa. Jyväskylä: PS-Kustannus.
- Pehkonen. E. & Pietilä. A. 2002. Uskomukset oppimisen ja opettamisen piilovaikuttajina - Esimerkkinä matematiikan opetus. Teoksessa E. Lehtinen & T. Hiltunen (toim.) Oppiminen ja opettajuus. Turun yliopisto. Kasvatustieteellisen tiedekunnan julkaisuja B 71.
- Pehkonen. L. 1992. Project study in school. Teoksessa: J. Leino (toim.) Mathematics teaching through project work. Tampereen yliopisto. Hämeenlinnan opettajankoulutuslaitos. Julkaisu 27, 57 - 65.
- Pehkonen. L. 2001. Täydestä sydäimestä ja tarkoituksella. Projektityöskentelyn käsitteellistä viitekehystä jäljittämässä. Helsingin Yliopisto. Helsingin yliopiston kasvatustieteen laitoksen tutkimuksia 171.
- Perkins, D. N. 1986. Knowledge as design. Hillsdale: LEA.
- Piaget, J. 1973. Main trends in psychology. London: Harper.
- Piaget, J. & Inhelder, B. 1977. Lapsen psykologia (Suomentanut M. Rutanen). Jyväskylä: Gummerus.
- Pietilä, A. 2002. Luokanopettajien matematiikkakuva. Matematiikkakokemukset matematiikkakuvan muodostajina. Helsingin yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Tutkimuksia 238.

- Poikela, E. & Poikela, S. 1999. Kriittisyys ja ongelma-perustainen oppiminen. Teoksessa J. Järvinen-Taubert & P. Valtonen (toim.) Kriittisyyteen kasvu korkeakouluopetuksessa. Tampere: Taju, 167 - 185.
- Pulkkinen, L., Karvonen, P., Lehtelä, P-L., Hartikainen, A. & Kukkonen, J. Multimediaa maastossa -osana luokanopettajien kenttäkurssia. Teoksessa I. Buchberger (toim.) Opettaja ja aine 2000. Ainedidaktiikan symposiumi 4.2.2000. Osa 2. Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos. Tutkimuksia 225.
- Puolimatka, T. 2002a. Opetuksen teoria: konstruktivismista realismiin. Helsinki: Tammi.
- Puolimatka, T. 2002b. Kvalitatiivisen tutkimuksen luotettavuus ja totuusteorioiden. Kasvatus 5, 466 - 474.
- Puolimatka, T. 2003. Realismin rajankäyntejä. Vastine Kasvatuksen 5/2002 kirja-arviointiin. Kasvatus 1, 93 - 98.
- Rasku-Puttonen, H., Eteläpelto, A., Arvaja, M. & Häkkinen, P. 2003. Opettajan ja oppilaiden vuorovaikutus korkeatasoisten oppimisen edistäjänä innovatiivisessa oppimisympäristössä. Kasvatus 1, 43 -55.
- Rauste-von Wright, M. & von Wright, J. 1996. Oppiminen ja koulutus. Helsinki: WSOY.
- Rauste-von Wright, M. 1997. Opettaja tienhaarassa. Jyväskylä: Atena.
- Repo, S. 1996. Matematiikkaa tietokoneella. Derivaatan käsitteen konstruointi symbolisen laskennan ohjelman avulla. Kasvatustieteellisiä julkaisuja 33. Joensuun yliopisto.
- Ristelä, P. 2003. Ryhmätyö – Mukavaa yhdessäoloa vai tehokasta työskentelyä? Kasvatus 2, 183 - 192.
- Rittle-Johnson, B., Siegler, R. S. & Alibali, M. 2001. Developing conceptual understanding and procedural skill in mathematics: an iterative process. *Journal of Educational Psychology*. 93 (2), 346 - 362.
- Roth, W-M. & Roychoudhury, A. 1994. Physics students' epistemologies and views about knowing and learning. *Journal of Research in Science Teaching*. 31 (1), 5 - 30.
- Saari, H. 2000. Oppilaiden käsitykset malleista ja mallintaminen fysiikan kouluopetuksessa. University of Joensuu. Department of Physics. Väisälä Laboratory. Dissertations 22.
- Sahlberg, P. & Leppilampi, A. 1994. Yksinään vai yhteistoimin. Vantaa: Vantaan täydennyskoulutuslaitos.
- Sahlberg, P. & Sharan, S. (toim.). 2002. Yhteistoiminnallisen oppimisen käsikirja. Helsinki: WSOY.

- Sahlberg, P. & Berry, J. 2002. Matematiikan oppiminen pienryhmissä. Teoksessa P. Sahlberg & S. Sharan (toim.) Yhteistoiminnallisen oppimisen käsikirja. Helsinki: WSOY, 176 - 198.
- Salmivalli, K. 1998. Koulukiusaaminen ryhmäilmionä. Tampere: Gaudeamus.
- Schommer-Aikins, M. & Hunter, R. 2002. Epistemological beliefs and thinking about everyday controversial issues. *Journal of Psychology*. 136 (1), 5-20.
- Seaman, M. A., Levin J. R. & Serlin, R. C. 1991. New developments in pairwise multiple comparisons: some powerful and practicable procedures. *Psychological Bulletin*. 110 (3), 577 - 586.
- Sharan, S. & Shachar, H. 1988. Language and learning in the cooperative classroom. NY: Springer.
- Sharan, S. & Sahlberg, P. 2002. Tutkimustietoa yhteistoiminnallisesta oppimisesta. Teoksessa P. Sahlberg & S. Sharan (toim.) Yhteistoiminnallisen oppimisen käsikirja. Helsinki: WSOY, 385 - 406.
- Sharan, Y. & Sharan, S. 1992. Expanding cooperative learning through group investigation. NY: Teachers Collage Press.
- Siegel, S & Castellan, N. J. Jr. 1988. Nonparametric statistics for the behavioral sciences. Second Edition. NY: McGraw-Hill.
- Siekkinen, M. 2003a. Tietotekniikan integrointi esi- ja alkuopetukseen: välineistä aktiiviseen oppimiseen. [http://www.esikoulu.com./pages/artikk\\_1.html](http://www.esikoulu.com./pages/artikk_1.html) (4.3.2003)
- Siekkinen, M. 2003b. Challenging children's thinking activities in innovate technology-supported environments. Teoksessa L. Haapasalo & K. Sormunen (toim.) Towards meaningful mathematics and science education. Proceedings of the IXX Symposium of the Finnish Mathematics and Science Education Research Association. University of Joensuu. *Bulletins of the Faculty of Education*. 86, 1 - 20.
- Silver, E. A. 1986. Using conceptual and procedural knowledge: a focus on relationships. Teoksessa: J. Hiebert (toim.) Conceptual and procedural knowledge: The case of mathematics. London: Erlbaum, 181 - 198.

- Sierpinska, A. 1992. Criteria for scientific quality and relevance in the didactics of mathematics. Teoksessa G. Nissen & M. Blomhøj (toim.) Criteria for scientific quality and relevance in the didactics of mathematics. Report from symposium held in Gilleleje, Denmark, from April 27 to May 2, 1992. Danish Research Council for the Humanities, 35 - 74.
- Soininen, M. 1995. Tieteellisen tutkimuksen perusteet. Turun yliopiston täydennyskoulutuskeskuksen julkaisuja A 43.
- Sormunen, K. 2003. Epistemic demands in science education. Teoksessa L. Haapasalo & K. Sormunen (toim.) Towards meaningful mathematics and science education. Proceedings on the IXX Symposium of the Finnish Mathematics and Science Education Assosiation. University of Joensuu. Bulletins of the faculty of education 86, 99 - 113.
- Sormunen, K. 2004a. Tiedon luonteen tuntemisen tarve kouluopetuksessa ja opettajankoulutuksessa. Teoksessa P. Atjonen, & P. Väisänen, (toim.) Osaava opettaja. Joensuun yliopisto: Soveltavan kasvatustieteen laitos, 191 - 207.
- Sormunen, K. 2004b. Seitsemäsluokkalaisten episteemiset näkemykset luonnontieteiden opiskelun yhteydessä. Joensuun yliopisto. Kasvatustieteellisiä julkaisuja 95.
- Srivastva, S. & Barrett, F. J. 1988. The transforming nature of metaphors in group development. A study in group theory. Human Relations 1, 31 - 64.
- Tella, S., Vahtivuori, S., Vuorento, A., Wager, P. & Oksanen, U. 2001. Verkko opetuksessa - opettaja verkossa. Helsinki: Edita.
- Tynjälä, P. 1999. Oppiminen tiedon rakentamisena. Konstruktivistisen oppimiskäsityksen perusteita. Tampere: Kirjayhtymä.
- Vygotsky, L. S. (1934/1978) Mind in society. The development of higher psychological processes. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Vygotsky, L. S. 1982. Ajattelu ja kieli. Helsinki: WSOY.
- Väisänen, P. 2000. Kohti oppimiskeskeistä pedagogiikkaa opettajankoulutuksessa. Teoksessa J. Enkenberg, P. Väisänen & E. Savolainen (toim.) Opettajatiedon kipinöitä Kirjoituksia pedagogiikasta. Joensuu: Joensuun yliopiston Savonlinnan opettajankoulutuslaitos, 34 - 60.

- Zimmermann, B. 2003. On the genesis of mathematics and mathematical thinking - a network of motives and activities drawn from history of mathematics. Teoksessa L. Haapasalo & K. Sormunen (toim.) Towards meaningful mathematics and science education. Proceedings on the 19th Symposium of the Finnish Mathematics and Science Education Research. University of Joensuu. Bulletins of the Faculty of Education 86, 29-47.
- Åhlberg, M. 2002. Suomentajan jälkisanat: Eheyttävän kasvatuksen teorian, käsitekarttojen ja Vee-heurestiikan käytöstä sekä tutkimus- ja kehittämistyöstä suomessa. Teoksessa J., D. Novak Tiedon oppiminen, luominen ja käyttö. Käsitekartat työvälineinä oppilaitoksissa ja yrityksissä. Jyväskylä: PS-Kustannus, 300 - 315.

## **JULKAISEMATTOMAT LÄHTEET**

- Anon. 2002. Aineenopettajaopiskelijoiden laatima jaksosuunnitelma käsitekenttään Mittaaminen-desimaalilukuvut (Ohjaaja prof. Lenni Haapasalo).
- Eskelinen, P. 1998. Työrauha Joensuun keskustan yläasteen yhdeksännen luokan oppilaiden kokemana. Joensuun yliopisto. Julkaise-maton. Tutkimuspraktikum.

---

# LIITTEET

- Liite 1. Ensimmäinen mittauskaavake
- Liite 2. Toinen mittauskaavake
- Liite 3. Kolmas mittauskaavake
- Liite 4. Neljäs mittauskaavake
- Liite 5. Harjoitusten tehtävä
- Liite 6. Tutkimushenkilöiden taustatiedot
- Liite 7. Tutkimushenkilöiden tietotekniikan käyttökokemukset kurssin alussa
- Liite 8. Väittämien kommunaliteetit
- Liite 9. Summamuuttujan erotusmuuttujan jakauman symmetrisyydestin arvot
- Liite 10. Opiskelijan luentotentissä tekemä käsitekartta aiheesta ongelmanratkaisu(taito) ja sen kehittyminen
- Liite 11. Opiskelijoiden käsitykset opetusteknologian roolista
- Liite 12. Tutkimusprosessin kuvaus
- Liite 13. Valmiin ohjelman tarkastelu

# Liite 1. Ensimmäinen mittaускаavake

## Kysely Teknologiaympäristö ja oppiminen -kurssin opiskelijoille.

Kyselyn tarkoituksena on hankkia tietoa tutkimuskäyttöä varten.

Vastaa kysymyksiin rehellisesti ja aidosti!

Ohje: Täydennä, ympyröi tarvittaessa oikea vaihtoehto

### Taustatietoja vastaajasta:

0. Opiskelen 1) luokanopettajaksi 2) erityispedagogiikkaa 3) kasvatustiedettä 4) muuta, mitä?

1. Sukunimi: \_\_\_\_\_ Etunimi: \_\_\_\_\_

2. Opiskelijanumero: \_\_\_\_\_

3. Sukupuoli: 1) mies 2) nainen

4. Ikä: \_\_\_\_\_ vuotta

5. Nykyisten opintojen aloitusvuosi: \_\_\_\_\_

6. Ylioppilas vuonna: \_\_\_\_\_

7. Mahdolliset aikaisemmat tutkinnot:

- 1) Ammattitutkinto
- 2) Peruskoulupohjainen keskiasteentutkinto (esim. merkonomi)
- 3) Ylioppilaspohjainen keskiasteen tutkinto (Esim. yo-merkonomi)
- 4) Ammattikorkeakoulututkinto
- 5) Alempi yliopistotutkinto (Esim. Luk)
- 6) Ylempi korkeakoulututkinto (Esim. FM, FK)

8. Aiemmat opinnot:

1) Yliopisto-opinnot: \_\_\_\_\_

2) Avoimen yliopiston opinnot: \_\_\_\_\_

3) Muut opinnot: \_\_\_\_\_

9. Olen suorittanut matematiikassa

1) Lukion laajan, "pitkän" oppimäärän, arvosana: \_\_\_\_\_

2) Lukion yleisen, "lyhyen" oppimäärän, arvosana: \_\_\_\_\_

Ylioppilaskirjoitusten arvosana: \_\_\_\_\_

10. Olen opiskellut tietotekniikka

1) Lukiossa \_\_\_\_\_ kurssia, arvosana: \_\_\_\_\_

2) Muualla \_\_\_\_\_ kurssia:

Missä? \_\_\_\_\_

Mitä? \_\_\_\_\_

11. Nykyiset harrastukset: \_\_\_\_\_

12. Aiemmat harrastukset: \_\_\_\_\_

13. Sisarusten lukumäärä: \_\_\_\_\_ sisarusta

14. Vanhempani ovat eronneet: 1) kyllä 2) ei

15. Olen 1) naimaton 2) naimisissa 3) avioliitossa 4) eronnut 5) leski

16. Minulla on lapsia \_\_\_\_\_ (lukumäärä)



### Vastaajan tietotekniikan käyttökokemukset:

Ohje: Ympyröi oikea vaihtoehto

1. Minulla on henkilökohtainen tietokone: 1) kyllä 2) ei
2. Käytän
- |                   |   |   |   |   |            |
|-------------------|---|---|---|---|------------|
| tekstinkäsittelyä | 0 | 1 | 2 | 3 | 4          |
| taulukkolaskentaa | 0 | 1 | 2 | 3 | 4          |
| valmisohjelmia    | 0 | 1 | 2 | 3 | 4          |
| sähköpostia       | 0 | 1 | 2 | 3 | 4          |
| internetiä        | 0 | 1 | 2 | 3 | 4          |
| muuta _____       | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 (mitä ?) |
- 0 = En lainkaan , 1= Muutaman kerran vuodessa,  
2 = Muutaman kerran kuukaudessa, 3=Viikoittain, 4= Päivittäin
3. Käytän keskimäärin tietokonetta päivässä: \_\_\_\_\_ tuntia
4. Vietän aikaa tietoverkossa vuorokaudessa: \_\_\_\_\_ tuntia
5. Olen imuroinut verkosta tiedostoja (arvio): 0 5 10 25 50 100 yli 100 kpl
6. Olen lähettänyt sähköpostin mukana liitetiedostoja: 0 5 10 25 50 100 yli 100 kertaa
7. Minulla on omat WWW-sivut: 1) kyllä 2) ei
8. Olen käyttänyt tietokonetta opinnoissani tutkimusvälineenä: 0 1 3 5 10 20 50 kertaa  
miten? \_\_\_\_\_  
mitä ohjelmia? \_\_\_\_\_
9. Olen opiskellut opetusohjelman avustuksella: 0 1 3 5 10 20 50 kertaa  
miten? \_\_\_\_\_  
millä ohjelmilla? \_\_\_\_\_
10. Netistä löytämästäni tiedosta on ollut hyötyä opinnoissani: 0 1 3 5 10 20 50 kertaa  
miten? \_\_\_\_\_
11. Sähköpostin käyttö on helpottanut minua opinnoissani: 0 1 3 5 10 20 50 kertaa  
miten? \_\_\_\_\_
12. Tietokoneesta on ollut minulle apua ryhmätoissa: 0 1 3 5 10 20 50 kertaa  
miten? \_\_\_\_\_
13. Tietokoneiden käyttöön liittyvä työkokemus?  
Mitä ja kesto: \_\_\_\_\_

### Kantani väittämään on:

- 3 = olen väittämästä täysin eri mieltä  
 -2 = olen väittämästä jokseenkin eri mieltä  
 -1 = olen väittämästä on hieman eri mieltä  
 0 = neutraali (ei puolesta ei vastaan)  
 +1 = olen väittämästä hieman samaa mieltä  
 +2 = olen väittämästä jokseenkin samaa mieltä  
 +3 = olen väittämästä täysin samaa mieltä

Ohje: Ympyröi oikea vaihtoehto, kirjoita nimet pyydyttäessä

#### **Väittämiä:**

1. Opettajan tehtävä on välittää olemassa olevaa tietoa..... -3 -2 -1 0 1 2 3
2. Oppimisen tarkoitus on vastaanottaa tämä tieto..... -3 -2 -1 0 1 2 3
3. Oppimateriaalien tehtävä on koota oppilaalle välitettävä tieto..... -3 -2 -1 0 1 2 3
4. Ongelmanratkaisun tarkoitus on esittää ratkaisu johonkin ongelmaan..... -3 -2 -1 0 1 2 3
5. Opettajan tehtävä on ratkaista ongelmat..... -3 -2 -1 0 1 2 3
6. Ongelmanratkaisun tarkoitus on nähdä ja synnyttää uusia ongelmia..... -3 -2 -1 0 1 2 3
7. Opettajan tehtävä on saattaa oppilaat ongelmatilanteiden eteen..... -3 -2 -1 0 1 2 3
8. Opettajan tehtävä on saattaa oppilaat ristiriitatilanteisiin..... -3 -2 -1 0 1 2 3
9. Oppimiseksi tarvitaan ristiriitatilanne..... -3 -2 -1 0 1 2 3
10. Tieto on olemassa minusta riippumatta..... -3 -2 -1 0 1 2 3
11. Oppilas luo tiedot pohjimmiltaan itse..... -3 -2 -1 0 1 2 3
12. Tietokonepohjainen oppimateriaali on mekaaninen tiedonvälittäjä..... -3 -2 -1 0 1 2 3
13. Tietokonepohjaisen oppimateriaalin tehtävä on saattaa oppija ristiriitatilanteisiin..... -3 -2 -1 0 1 2 3
14. Kun opettaja tai tietokone havainnollistaa asian hyvin, kaikki näkevät sen samalla tavalla..... -3 -2 -1 0 1 2 3
15. Jokainen oppilas havaitsee ainoastaan sen, mitä hänen oma teoriansa asiasta mahdollistaa..... -3 -2 -1 0 1 2 3
16. WWW-pohjainen oppimateriaali ei voi olla muuta kuin tiedon mekaaninen välittäjä..... -3 -2 -1 0 1 2 3
17. WWW-pohjaisessa oppimateriaalissa voidaan ainoastaan linkittää tunnettuja tietoja toisiinsa..... -3 -2 -1 0 1 2 3
18. WWW-pohjaisessa oppimateriaalissa on mahdollista synnyttää yhteys kahden tiedon välille, vaikka näitä ei vielä olisi olemassakaan..... -3 -2 -1 0 1 2 3
19. Matematiikka on olemassa oleva rakennelma, ihminen voi ainoastaan opetella sen..... -3 -2 -1 0 1 2 3
20. Matematiikan oppimisessa jokainen ihminen luo oman tietorakennelmansa... -3 -2 -1 0 1 2 3
21. Osaan etsiä tehokkaasti tietoa verkosta..... -3 -2 -1 0 1 2 3
22. Osaan käyttää tekstinkäsittelyohjelmia..... -3 -2 -1 0 1 2 3  
Mitä tekstinkäsittelyohjelmia?
23. Osaan käyttää taulukkolaskentaohjelmia..... -3 -2 -1 0 1 2 3  
Mitä taulukkolaskentaohjelmia?
24. Osaan skannata kuvia..... -3 -2 -1 0 1 2 3
25. Osaan editoida kuvatiedostoja kuvankäsittelyohjelmalla..... -3 -2 -1 0 1 2 3
26. Osaan tehdä **WWW-sivuja**..... -3 -2 -1 0 1 2 3
27. Osaan tehdä äänitiedostoja..... -3 -2 -1 0 1 2 3
28. Osaan ohjelmoida..... -3 -2 -1 0 1 2 3

29. Osaan rakentaa liikkuvia kuvia, animaatioita.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
30. Osaan rakentaa multimediaa.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
31. Tietokoneita ei pitäisi käyttää opetuksessa.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
32. Tietotekniikan opiskelu on hyödyllistä kaikilla tieteenaloilla.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
33. Tarvitsen tietotekniikan opetuskäytön opetusta.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
34. Tietokoneavusteinen matematiikan opetus heikentää mekaanisia rutiinointoimintoja .....	-3	-2	-1	0	1	2	3
35. Tietokoneavusteinen opetus innostaa matemaattisten käsitteiden teorian omaehtoiseen tutkimiseen.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
36. Tietokoneavusteista matemaattisten käsitteiden opettamista tulee edeltää käsitteiden tavanomainen opettaminen.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
37. Työskentelen yleensä enemmän kuin muut ryhmän jäsenet.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
38. Teen ne ryhmätyön osat, joita muut välttelevät.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
39. Koordinoin yleensä ryhmämme työn etenemistä.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
40. Ryhmän jäsenten sitoutuminen tehtävään parantaa työskentelyn tulosta.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
41. Ryhmätöiden tekeminen on ajanhukkaa.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
42. Koen aggressiivisia tunteita ryhmätyöskentelyssä.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
43. Ryhmätilanteet aiheuttavat minulle ahdistusta.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
44. Pidän ryhmätyöskentelystä.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
45. Ryhmätyöskentely on helpottanut minua oppimaan opiskeltavia asioita.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
46. Ryhmätyöskentelystä on hyötyä erityisesti vaativien, monimutkaisten ongelmien ratkaisussa.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
47. Ryhmätyöskentely ei helpota minun oppimistani.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
48. Olen hyvä ongelmanratkaisija.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
49. Olen hyvä matematiikassa.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
50. Olen hyvä väittelemään kiihtymättä.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
51. Kestän hyvin kritiikkiä.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
52. Annan helposti rakentavaa kritiikkiä.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
53. Annan helposti negatiivista kritiikkiä.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
54. Olen mielestäni älykäs ihminen.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
55. Olen kätevä tietokoneiden kanssa.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
56. Matematiikan oppiminen on minulle vaikeaa.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
57. Opin helpoimmin matemaattisia käsitteitä tutkimuksen avulla.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
58. Vaikka tekisin paljon työtä, en opi matematiikkaa.....	-3	-2	-1	0	1	2	3

59. Millaisena matematiikan oppijana näet itsesi? Kuvaile omin sanoin:

---



---



---

60. Minun on helppo oppia uusia asioita.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
61. Uuden oppiminen vaatii minulta tietoisia ponnisteluja.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
62. Opin helpoimmin kuin useimmat ystäväni.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
63. Olen kehittänyt itselleni tehokkaan oppimisstrategian.....	-3	-2	-1	0	1	2	3

64. Millainen käsitys sinulla on itsestäsi oppijana? Kuvaile omin sanoin:

---



---



---

---

65. Olen ryhmämme paras jäsen.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
66. Minun kanssani on helppo työskennellä ryhmässä.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
67. Arvostan muita ryhmäni jäseniä.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
68. Otan vastuuta ryhmätyöstä.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
69. Löydän yleensä ryhmätyön ratkaisevat ideat.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
70. Kuuntelen mielelläni muiden ryhmäni ihmisten käsityksiä ryhmätyöstä.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
71. Rohkaisen ryhmäni jäseniä työskentelyyn.....	-3	-2	-1	0	1	2	3

72. Kerro itsestäsi ryhmätyön tekijänä? Kuvaile omin sanoin

---

---

---

73. Mitä tieto mielestäsi on?

---

---

---

74. Mitä oppiminen mielestäsi on?

---

---

---

## Liite 2. Toinen mittauskaavake

1. Sukunimi: \_\_\_\_\_ Etunimi: \_\_\_\_\_

2. Opiskelijanumero: \_\_\_\_\_

### Kysely Johdatus tietotekniikan opetuskäytön perusteisiin -kurssin opiskelijoille

Kyselyn tarkoituksen on hankkia tietoa tutkimuskäyttöä varten.

Vastaa kysymyksiin rehellisesti ja aidosti tämän hetken tuntemusten perusteella!

#### Kantani väittämään on:

- 3 = olen väittämästä täysin eri mieltä
- 2 = olen väittämästä jokseenkin eri mieltä
- 1 = olen väittämästä hieman eri mieltä
- 0 = neutraali (ei puolesta ei vastaan)
- +1 = olen väittämästä hieman samaa mieltä
- +2 = olen väittämästä jokseenkin samaa mieltä
- +3 = olen väittämästä täysin samaa mieltä

Ohje: Ympyröi oikea vaihtoehto!

#### **Väittämä:**

1. Opettajan tehtävä on välittää olemassa olevaa tietoa..... -3 -2 -1 0 1 2 3
2. Oppimateriaalien tehtävä on koota oppilaalle välitettävä tieto.....-3 -2 -1 0 1 2 3
3. Oppimiseksi tarvitaan ristiriitatilanne.....-3 -2 -1 0 1 2 3
4. Oppilas luo tiedot pohjimmiltaan itse.....-3 -2 -1 0 1 2 3
5. WWW-pohjainen oppimateriaali ei voi olla muuta kuin tiedon  
mekaaninen välittäjä.....-3 -2 -1 0 1 2 3
6. Työskentelen yleensä enemmän kuin muut ryhmän jäsenet.....-3 -2 -1 0 1 2 3
7. Teen ne ryhmätyön osat, joita muut välttelevät.....-3 -2 -1 0 1 2 3
8. Koordinoin yleensä ryhmämme työn etenemistä.....-3 -2 -1 0 1 2 3
9. Ryhmän jäsenten sitoutuminen tehtävään parantaa työskentelyn tulosta.....-3 -2 -1 0 1 2 3
10. Ryhmätöiden tekeminen on ajanhukkaa.....-3 -2 -1 0 1 2 3
11. Koen aggressiivisia tunteita ryhmätyöskentelyssä.....-3 -2 -1 0 1 2 3
12. Ryhmätilanteet aiheuttavat minulle ahdistusta.....-3 -2 -1 0 1 2 3
13. Pidän ryhmätyöskentelystä.....-3 -2 -1 0 1 2 3
14. Ryhmätyöskentely on helpottanut minua oppimaan opiskeltavia asioita.....-3 -2 -1 0 1 2 3
15. Ryhmätyöskentelystä on hyötyä erityisesti vaativien, monimutkaisten  
ongelmien ratkaisussa.....-3 -2 -1 0 1 2 3

jatkuu....

---

16. Ryhmätyöskentely ei helpota minun oppimistani.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
17. Olen hyvä väittelemään kiihtymättä.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
18. Kestän hyvin kritiikkiä.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
19. Annan helposti rakentavaa kritiikkiä.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
20. Annan helposti negatiivista kritiikkiä.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
21. Olen ryhmämme paras jäsen.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
22. Minun kanssani on helppo työskennellä ryhmässä.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
23. Arvostan muita ryhmäni jäseniä.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
24. Otan vastuuta ryhmätyöstä.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
25. Löydän yleensä ryhmätyön ratkaisevat ideat.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
26. Kuuntelen mielelläni muiden ryhmäni ihmisten käsityksiä ryhmätyöstä.....	-3	-2	-1	0	1	2	3
27. Rohkaisen ryhmäni jäseniä työskentelyyn.....	-3	-2	-1	0	1	2	3

## Liite 3. Kolmas mittauskaavake

1. Sukunimi: \_\_\_\_\_ Etunimi: \_\_\_\_\_  
 2. Opiskelijanumero: \_\_\_\_\_

### Kysely Johdatus tietotekniikan opetuskäytön perusteisiin -kurssin opiskelijoille

Kyselyn tarkoituksen on hankkia tietoa tutkimuskäyttöä varten.

Vastaa kysymyksiin rehellisesti ja aidosti tämän hetken tuntemusten perusteella!

#### Kantani väittämään on:

- 3 = olen väittämästä täysin eri mieltä
- 2 = olen väittämästä jokseenkin eri mieltä
- 1 = olen väittämästä hieman eri mieltä
- 0 = neutraali (ei puolesta ei vastaan)
- +1 = olen väittämästä hieman samaa mieltä
- +2 = olen väittämästä jokseenkin samaa mieltä
- +3 = olen väittämästä täysin samaa mieltä

Ohje: Ympyröi oikea vaihtoehto!

#### **Väittämä:**

1. Opettajan tehtävä on välittää olemassa olevaa tietoa.....-3 -2 -1 0 1 2 3
2. Oppimateriaalien tehtävä on koota oppilaalle välitettävä tieto.....-3 -2 -1 0 1 2 3
3. Oppimiseksi tarvitaan ristiriitatilanne.....-3 -2 -1 0 1 2 3
4. Oppilas luo tiedot pohjimmitaan itse.....-3 -2 -1 0 1 2 3
5. WWW-pohjainen oppimateriaali ei voi olla muuta kuin tiedon  
mekaaninen välittäjä.....-3 -2 -1 0 1 2 3
6. Työskentelen yleensä enemmän kuin muut ryhmän jäsenet.....-3 -2 -1 0 1 2 3
7. Teen ne ryhmätyön osat, joita muut välttelevät.....-3 -2 -1 0 1 2 3
8. Koordinoin yleensä ryhmämme työn etenemistä.....-3 -2 -1 0 1 2 3
9. Ryhmän jäsenen sitoutuminen tehtävään parantaa työskentelyn tulosta.....-3 -2 -1 0 1 2 3
10. Ryhmätöiden tekeminen on ajanhukkaa.....-3 -2 -1 0 1 2 3
11. Koen aggressiivisia tunteita ryhmätyöskentelyssä.....-3 -2 -1 0 1 2 3
12. Ryhmätilanteet aiheuttavat minulle ahdistusta.....-3 -2 -1 0 1 2 3
13. Pidän ryhmätyöskentelystä.....-3 -2 -1 0 1 2 3
14. Ryhmätyöskentely on helpottanut minua oppimaan opiskeltavia asioita.....-3 -2 -1 0 1 2 3
15. Ryhmätyöskentelystä on hyötyä erityisesti vaativien, monimutkaisten  
ongelmien ratkaisussa.....-3 -2 -1 0 1 2 3

jatkuu....

- 
16. Ryhmätyöskentely ei helpota minun oppimistani.....-3 -2 -1 0 1 2 3
17. Olen hyvä väittelemään kiihtymättä.....-3 -2 -1 0 1 2 3
18. Kestän hyvin kritiikkiä.....-3 -2 -1 0 1 2 3
19. Annan helposti rakentavaa kritiikkiä.....-3 -2 -1 0 1 2 3
20. Annan helposti negatiivista kritiikkiä.....-3 -2 -1 0 1 2 3
21. Olen ryhmämme paras jäsen.....-3 -2 -1 0 1 2 3
22. Minun kanssani on helppo työskennellä ryhmässä.....-3 -2 -1 0 1 2 3
23. Arvostan muita ryhmäni jäseniä.....-3 -2 -1 0 1 2 3
24. Otan vastuuta ryhmätyöstä.....-3 -2 -1 0 1 2 3
25. Löydän yleensä ryhmätyön ratkaisevat ideat.....-3 -2 -1 0 1 2 3
26. Kuuntelen mielelläni muiden ryhmäni ihmisten käsityksiä ryhmätyöstä.....-3 -2 -1 0 1 2 3
27. Rohkaisen ryhmäni jäseniä työskentelyyn.....-3 -2 -1 0 1 2 3
28. Suunnittelun aikana ryhmässäni käyty keskustelu oli syvällisesti  
aiheeseen liittyvää.....-3 -2 -1 0 1 2 3
29. Sain suunnitteluvaiheessa paljon ideoita / tietoja muilta ryhmiltä.....-3 -2 -1 0 1 2 3
30. Missä olosuhteissa sait suunnitteluvaiheessa ideoita tietoja toisilta ryhmiltä?
- | Kyllä | Ei |  |
|-------|----|--|
| 1     | 0  | demojen aikana                           |
| 1     | 0  | demojen ulkopuolella yliopiston tiloissa |
| 1     | 0  | vapaa-aikana,<br>missä? _____            |
- 
31. Kuinka paljon käytit suunnitteluun harjoitusten ulkopuolista aikaa?
- |   |           |
|---|-----------|
| 1 | en yhtään |
| 2 | 15 min    |
| 3 | 30 min    |
| 4 | 1 tunti   |
| 5 | 2 tuntia  |
| 6 | 4 tuntia  |
| 7 | 8 tuntia  |



# Liite 4. Neljäs mittauskaavake

1. Sukunimi: \_\_\_\_\_ Etunimi: \_\_\_\_\_

2. Opiskelijanumero: \_\_\_\_\_

## Kysely Johdatus tietotekniikan opetuskäytön perusteisiin -kurssin opiskelijoille

Kyselyn tarkoituksen on hankkia tietoa tutkimuskäyttöä varten.

Vastaa kysymyksiin rehellisesti ja aidosti toteutusvaiheen tuntemusten perusteella!

### Kantani väittämään on:

- 3 = olen väittämästä täysin eri mieltä
- 2 = olen väittämästä jokseenkin eri mieltä
- 1 = olen väittämästä hieman eri mieltä
- 0 = neutraali (ei puolesta ei vastaan)
- +1 = olen väittämästä hieman samaa mieltä
- +2 = olen väittämästä jokseenkin samaa mieltä
- +3 = olen väittämästä täysin samaa mieltä

Ohje: Ympyröi oikea vaihtoehto!

### **Väittämiä:**

1. Opettajan tehtävä on välittää olemassa olevaa tietoa.....-3 -2 -1 0 1 2 3
2. Oppimateriaalien tehtävä on koota oppilaille välitettävä tieto.....-3 -2 -1 0 1 2 3
3. Oppimiseksi tarvitaan ristiriitaitilanne.....-3 -2 -1 0 1 2 3
4. Oppilas luo tiedot pohjimmitaan itse.....-3 -2 -1 0 1 2 3
5. WWW-pohjainen oppimateriaali ei voi olla muuta kuin tiedon  
mekaaninen välittäjä.....-3 -2 -1 0 1 2 3
6. Työskentelen yleensä enemmän kuin muut ryhmän jäsenet.....-3 -2 -1 0 1 2 3
7. Teen ne ryhmätöiden osat, joita muut välttelevät.....-3 -2 -1 0 1 2 3
8. Koordinoin yleensä ryhmämme työn etenemistä.....-3 -2 -1 0 1 2 3
9. Ryhmän jäsenten sitoutuminen tehtävään parantaa työskentelyn tulosta.....-3 -2 -1 0 1 2 3
10. Ryhmätöiden tekeminen on ajanhukkaa.....-3 -2 -1 0 1 2 3
11. Koen aggressiivisia tunteita ryhmätyöskentelyssä.....-3 -2 -1 0 1 2 3
12. Ryhmätilanteet aiheuttavat minulle ahdistusta.....-3 -2 -1 0 1 2 3
13. Pidän ryhmätyöskentelystä.....-3 -2 -1 0 1 2 3
14. Ryhmätyöskentely on helpottanut minua oppimaan opiskeltavia asioita.....-3 -2 -1 0 1 2 3
15. Ryhmätyöskentelystä on hyötyä erityisesti vaativien, monimutkaisten  
ongelmien ratkaisussa.....-3 -2 -1 0 1 2 3

jatkuu....

- 
16. Ryhmätyöskentely ei helpota minun oppimistani.....-3 -2 -1 0 1 2 3
17. Olen hyvä väittelemään kiihtymättä.....-3 -2 -1 0 1 2 3
18. Kestän hyvin kritiikkiä.....-3 -2 -1 0 1 2 3
19. Annan helposti rakentavaa kritiikkiä.....-3 -2 -1 0 1 2 3
20. Annan helposti negatiivista kritiikkiä.....-3 -2 -1 0 1 2 3
21. Olen ryhmämme paras jäsen.....-3 -2 -1 0 1 2 3
22. Minun kanssani on helppo työskennellä ryhmässä.....-3 -2 -1 0 1 2 3
23. Arvostan muita ryhmäni jäseniä.....-3 -2 -1 0 1 2 3
24. Otan vastuuta ryhmätyöstä.....-3 -2 -1 0 1 2 3
25. Löydän yleensä ryhmätyön ratkaisevat ideat.....-3 -2 -1 0 1 2 3
26. Kuuntelen mielelläni muiden ryhmäni ihmisten käsityksiä ryhmätyöstä.....-3 -2 -1 0 1 2 3
27. Rohkaisen ryhmäni jäseniä työskentelyyn.....-3 -2 -1 0 1 2 3
28. Toteutuksen aikana ryhmässäni käyty keskustelu oli syvällisesti  
aiheeseen liittyvää.....-3 -2 -1 0 1 2 3
29. Sain toteutusvaiheessa paljon apua muilta ryhmiltä.....-3 -2 -1 0 1 2 3
30. Missä olosuhteissa sait toteutusvaiheessa apua tietoja toisilta ryhmiltä?
- |       |    |  |
|-------|----|--|
| Kyllä | Ei |  |
| 1     | 0  | demojen aikana                           |
| 1     | 0  | demojen ulkopuolella yliopiston tiloissa |
| 1     | 0  | vapaa-aikana,<br>missä? _____            |
- 
31. Kuinka paljon käytit toteutukseen harjoitusten ulkopuolista aikaa?
- |   |           |
|---|-----------|
| 1 | en yhtään |
| 2 | 15 min    |
| 3 | 30 min    |
| 4 | 1 tunti   |
| 5 | 2 tuntia  |
| 6 | 4 tuntia  |
| 7 | 8 tuntia  |

- 3 = olen väittämästä täysin eri mieltä  
 -2 = olen väittämästä jokseenkin eri mieltä  
 -1 = olen väittämästä on hieman eri mieltä  
 0 = neutraali (ei puolesta ei vastaan)  
 +1 = olen väittämästä hieman samaa mieltä  
 +2 = olen väittämästä jokseenkin samaa mieltä  
 +3 = olen väittämästä täysin samaa mieltä

Ohje: Ympyröi oikea vaihtoehto, kirjoita nimet pyydettyäessä

**Pohdi kaikkien harjoitusten (demot 1-8) näkökulmasta seuraavia asioita:**

32. Sain riittävästi ohjausta suunnitteluvaiheessa .....-3 -2 -1 0 1 2 3  
 33. Sain riittävästi ohjausta toteutusvaiheessa .....-3 -2 -1 0 1 2 3  
 34. Tunsin itseni epävarmaksi omien atk-taitojeni suhteen.....-3 -2 -1 0 1 2 3  
 35. Tunsin itseni epävarmaksi Hyperstudion käyttötaitojeni suhteen.....-3 -2 -1 0 1 2 3  
 36. Opetusohjelmani sisällön aineiston hankinta oli helppoa .....-3 -2 -1 0 1 2 3  
 37. Opetusohjelmani sisällön rakentaminen ja jäsentely oli helppoa.....-3 -2 -1 0 1 2 3  
 38. Suunnitteluvaiheeseen käytetyn ajan riittävyys pelotti minua.....-3 -2 -1 0 1 2 3  
 39. Toteutusvaiheeseen käytetyn ajan riittävyys pelotti minua.....-3 -2 -1 0 1 2 3

## Liite 5. Harjoitusten tehtävä

**Tehtävä:** Suunnittele oppimateriaali, jolla lapsi ymmärtää mittamisen ja tarkkuuden idean.

**Tavoitteet:** Oppilas ymmärtää

- mittaamisen periaatteen
- mittaustarkkuuden periaatteen
- mittaustuloksen esittämisen periaatteen
- ja sen, miten desimaaliluku käsite liittyy edellä mainittuun

**Tuotos:** Suunnitelma, joka sisältää:

- opetettavat sisällöt
- ohjelman yleiskaavion
- ohjelman yksityiskohtaisen kaavion
- täydelliset näyttösuunnitelmat sisältöineen

## Liite 6. Tutkimushenkilöiden taustatiedot

Sukupuoli	Mies 25,0 %	Nainen 73,8 %	Ei vastausta 1, 2 %	Yhteensä 100 %				
Ikä	(Alle 20v) 14,3 %	(20 - 22v) 53,6 %	(23 - 25v) 17,8 %	(26 - 41v) 12 %	Ei vastausta 2,4 %	Yhteensä 100 %		
Nykyisten opintojen aloitusvuosi	2000 94 %	1999 3,6 %	Ei vastausta 2,4 %	Yhteensä 100 %				
Ylioppilas vuonna	2000 8,3 %	1999 25 %	1998 22,6 %	1997 - 1993 28,7 %	Ennen 1993 10,8 %	Ei vastausta 4,8 %	Yhteensä 100 %	
Mahdolliset aikaisemmat tutkinnot	Ammattitutkinto 2,4 %	Ylioppilaspohjainen keskitteen tutkinto (Esim. yo-met-konomi) 6,0 %	Ammattikorkeakoulututkinto 4,8 %	Alempi yliopistotutkinto (Esim. Luk) 17,9 %	Ei vastausta 69 %	Yhteensä 100 %		
Aiemmat opinnot	Yliopisto-opinnot 23,8 %	Avoimen yliopiston opinnot 50 %	Muut opinnot 22,6 %	Ei vastausta 3,6 %	Yhteensä 100 %			
Olen suorittanut matematiikassa	Lukion laajan "pikän" oppimäärän 25,0 %	Lukion yleisen "lyhyen" oppimäärän 63,1 %	Ei vastausta 11,9 %	Yhteensä 100 %				
Olen opiskellut tietoteoriikka	Lukiossa I kurssi 22,6 %	Lukiossa enemmän kuin yhden kurssin 15,5 %	Lukion ulkopuolella 41,6 %	Ei vastausta 20,3 %	Yhteensä 100 %			

## Liite 7. Tutkimushenkilöiden tietotekniikan käyttökokemukset kurssin alussa.

Minulla on henkilökohtainen tietokone	Ei 36,9 %	Kyllä 59,5 %	Ei vastausta 3,6 %	Yhteensä 100 %			
Käytän tekstinkäsittelyä	Muutaman kerran vuodessa 8,3 %	Muutaman kerran kuukaudessa 36,9 %	Viikoittain 47,6 %	Päivittäin 2,4 %	Ei vastausta 4,8 %	Yhteensä 100 %	
Käytän taulukkolaskentaa	En lainkaan 46,4 %	Muutaman kerran vuodessa 38,1 %	Muutaman kerran kuukaudessa 7,1 %	Viikoittain 3,6 %	Ei vastausta 4,8 %	Yhteensä 100 %	
Käytän sähköpostia	En lainkaan 13,1 %	Muutaman kerran vuodessa 8,3 %	Muutaman kerran kuukaudessa 14,3 %	Viikoittain 47,6 %	Päivittäin 13,1 %	Ei vastausta 3,6 %	Yhteensä 100 %
Käytän internettiä	En lainkaan 9,5 %	Muutaman kerran vuodessa 8,5 %	Muutaman kerran kuukaudessa 25,0 %	Viikoittain 46,4 %	Päivittäin 7,1 %	Ei vastausta 3,6 %	Yhteensä 100 %
Käytän muuta	En lainkaan 4,8 %	Muutaman kerran kuukaudessa 2,4 %	Päivittäin 1,2 %	Ei vastausta 91,7 %	Yhteensä 100 %		
Käytän keskimäärin tietokonetta päivässä	En lainkaan 15,5 %	Alle 0,5 tuntia 9,6 %	Alle 1 tuntia 28,6 %	Tunnin tai enemmän 31,0 %	Ei vastausta 15,5 %	Yhteensä 100 %	
Vietän aikaa tietoverkossa vuorokaudessa	En lainkaan 25,0 %	Alle 0,5 tuntia 13,2 %	Alle 1 tuntia 20,2 %	Tunnin tai enemmän 15,5 %	Ei vastausta 26,2 %	Yhteensä 100 %	
Olen imuroinut verkosta tiedostoja (arvio)	0 kpl 63,1 %	5 kpl 11,9 %	10 kpl 10,7 %	25 kpl 6,0 %	50 kpl tai enemmän 4,9 %	Ei vastausta 3,6 %	Yhteensä 100 %
Olen lähettänyt sähköpostin mukana liitetietoja	0 kpl 69,0 %	5 kpl 15,5 %	10 kpl 3,6 %	25 kpl 3,6 %	50 kpl tai enemmän 4,8 %	Ei vastausta 3,6 %	Yhteensä 100 %
Minulla on omat WWW-sivut	Kyllä 6,0 %	Ei 91,7 %	Ei vastausta 2,4 %	Yhteensä 100 %			
Olen käyttänyt tietokonetta opinnoissani tutkimusvälineenä	0 kertaa 44,0 %	5 tai alle viisi kertaa 13,1 %	10 kertaa 13,1 %	20 kertaa 21,4 %	50 kertaa 4,8 %	Ei vastausta 3,6 %	Yhteensä 100 %
Olen opiskellut opetusohjelman avustuksella	0 kertaa 63,1 %	5 tai alle viisi kertaa 19,0 %	10 kertaa 1,2 %	20 kertaa 9,5 %	50 kertaa 2,4 %	Ei vastausta 4,8 %	Yhteensä 100 %

Netistä löytämästäni tiedosta on ollut hyötyä opinnoissani	0 kertaa 16,7 %	5 tai alle viisi kertaa 39,3 %	10 kertaa 19 %	20 kertaa 17,9 %	50 kertaa 4,8 %	Ei vastausta 2,4 %	Yhteensä 100 %
Sähköpostin käyttö on helpottanut minua opinnoissani	0 kertaa 61,9 %	5 tai alle viisi kertaa 20,2 %	10 kertaa 7,1 %	20 kertaa 4,8 %	50 kertaa 2,4 %	Ei vastausta 3,6 %	Yhteensä 100 %
Tietokoneesta on ollut minulle apua ryhmätöissä	0 kertaa 31,0 %	5 tai alle viisi kertaa 27,4 %	10 kertaa 11,9 %	20 kertaa 21,4 %	50 kertaa 6,0 %	Ei vastausta 2,4 %	Yhteensä 100 %
Tietokoneiden käyttöön liittyvä työkokemus?	Ei 21,4 %	Kyllä 22,6 %	Ei vastausta 56 %	Yhteensä 100 %			

## Liite 8. Väittämien kommunaliteetit (1/2)

Tieto ja oppimisteoriaa kuvaavien väittämien kommunaliteetit alku- ja loppumittauksessa		
Väittäjä	Alkumittaus	Loppumittaus
1	0,74	0,73
2	0,81	0,84
3	0,73	0,71
4	0,65	0,66
5	0,56	0,40
6	0,53	0,66
7	0,77	0,73
8	0,73	0,78
9	0,64	0,61
10	0,42	0,72
11	0,63	0,61
12	0,62	0,77
13	0,67	0,66
14	0,68	0,70
15	0,57	0,69
16	0,72	0,74
17	0,70	0,79
18	0,73	0,73
19	0,57	0,74
20	0,76	0,68

Opetusteknologisia valmiuksia kuvaavien väittämien kommunaliteetit alku- ja loppumittauksessa		
Väittäjä	Alkumittaus	Loppumittaus
21	0,60	0,46
22	0,66	0,76
23	0,68	0,65
24	0,52	0,64
25	0,71	0,80
26	0,69	0,75
27	0,51	0,76
28	0,72	0,72
29	0,63	0,87
30	0,78	0,81



## Liite 8. Väittämien kommunaliteetit (2/2)

Opetusteknologian roolia kuvaavien väittämien kommunaliteetit alku- ja loppumittauksessa		
Väittäjä	Alkumittaus	Loppumittaus
31	0,58	0,50
32	0,78	0,50
33	0,74	0,76
34	0,72	0,37
35	0,60	0,60
36	0,78	0,62

Ryhmäprosessia kuvaavien väittämien kommunaliteetit alku- ja loppumittauksessa					
Väittäjä	Alku- mittaus	Toinen mittaus	Kolmas mittaus	Neljäs mittaus	Loppu- mittaus
37	0,70	0,75	0,77	0,81	0,78
38	0,68	0,69	0,78	0,85	0,72
39	0,67	0,66	0,60	0,78	0,70
40	0,59	0,82	0,47	0,82	0,79
41	0,69	0,64	0,56	0,71	0,63
42	0,78	0,67	0,77	0,76	0,70
43	0,62	0,81	0,82	0,73	0,83
44	0,82	0,81	0,66	0,72	0,76
45	0,83	0,75	0,68	0,67	0,79
46	0,74	0,70	0,76	0,77	0,48
47	0,69	0,67	0,71	0,77	0,72
50	0,77	0,80	0,67	0,76	0,87
51	0,64	0,55	0,80	0,54	0,89
52	0,66	0,70	0,75	0,53	0,57
53	0,60	0,60	0,68	0,64	0,55
65	0,62	0,56	0,64	0,70	0,66
66	0,69	0,76	0,60	0,50	0,60
67	0,69	0,72	0,61	0,58	0,72
68	0,74	0,67	0,61	0,35	0,77
69	0,70	0,63	0,63	0,68	0,48
70	0,76	0,53	0,54	0,57	0,62
71	0,66	0,48	0,54	0,62	0,76

## Liite 9. Summamuuttujien erotusmuuttujan jakauman symmetrisyystestin arvot.

Summamuuttujien erotusmuuttuja	Vinous / vinouden keskivirhe
Perustaidot	0,53
Kehittyneet taidot	-0,22
Dynaamiset taidot	-1,33
BehavOpp	0,07
BehavTV	0,07
KonstOpp	-0,21
KonstRR	-1,45
KonstTie	0,77
Sosiaaliset taidot	1,57
Ahdistus ja aggressiot	1,95
Vastuullinen itsetunto	1,52
Keskinäinen motivaatio	-0,84
Yleinen	-1,12
MatOpp	-0,13

Summamuuttujien erotusmuuttujan jakauma on symmetrinen, jos:

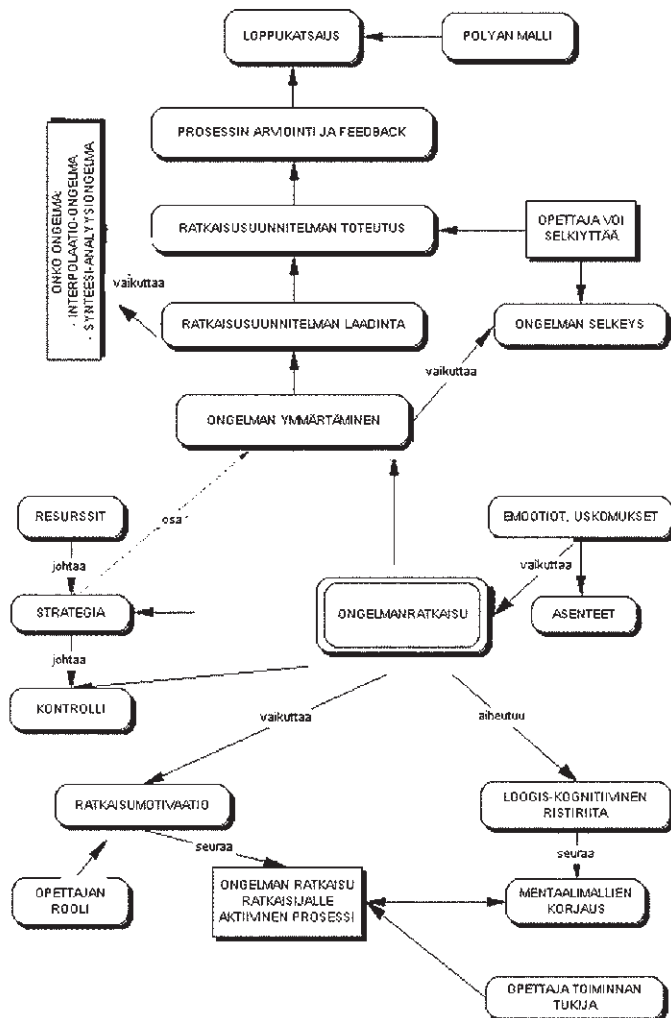
$-1.96 < \text{jos vinous / vinouden keskivirhe} < 1.96.$

Tosin esimerkiksi Muhli ja Kanninen (2000, 36) käyttävät arvoa:

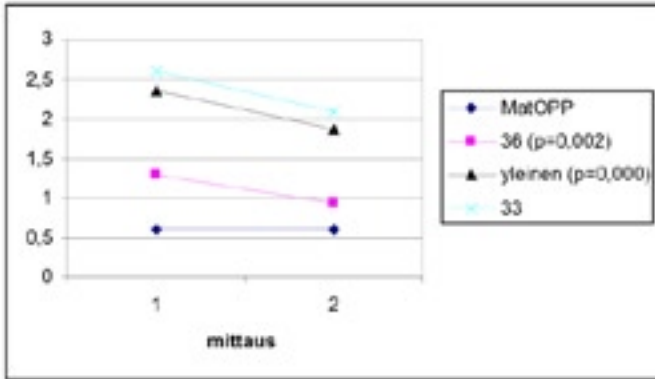
$-2 < \text{jos vinous / vinouden keskivirhe} < 2.$

# Liite 10. Opiskelijan luentotentissä tekemä käsittekartta aiheesta ongelmanratkaisu(taito) ja sen kehittyminen.

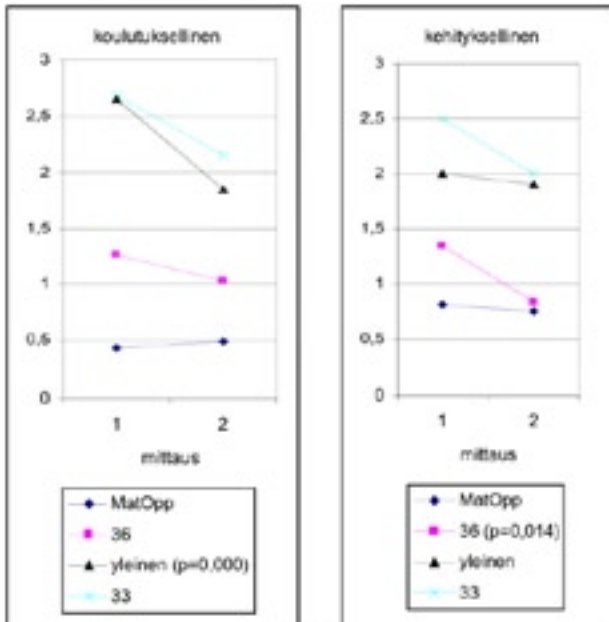
## ONGELMANRATKAISU(TAITO) JA SEN KEHITTYMINEN



## Liite 11. Opiskelijoiden käsitykset opetusteknologian roolista



**Kuvio 61.** Opiskelijoiden käsitykset opetusteknologian roolista.



**Kuvio 62.** Opiskelijoiden käsitykset opetusteknologian roolista kouluksellisessa ja kehityksellisessä lähestymistavassa.

## Liite 12. Tutkimusprosessin kuvaus

*Ensimmäisessä harjoituksessa* kaikki harjoitusluokat tutustuivat Hyperstudio-työvälineohjelmaan. Harjoituksen aluksi muodostettiin koko prosessin samana pysyvät projektiryhmät. Ryhmien muodostuksen jälkeen annoin jokaiselle opiskelijalle HyperStudion cd-rom-demoversio, jonka avulla he voivat harjoitella ohjelman käyttöä kotikoneella. Demoversio sai innostuneen vastaanoton. Seuraavaksi opiskelijat pe-rehtyivät ryhmissä työvälineohjelman mahdollisuuksiin ohjeiden avulla. Työskentelyn kuluessa he tutustuivat toisiin ryhmän jäseniin. PV-KOUL -luokan ilmapiiirissä oli melkoinen innostus läpi harjoituksen; KOUL -luokan harjoitus lähti hieman vaimeammin liikkeelle. KEH -luokka oli silmiinpistävän rauhallinen ja PV-KEH -luokka sijoittui edellisten välimaastoon.

Työvälineohjelman ominaisuudet määrittävät, mitä sillä tehdyt ohjelmat voivat sisältää (Kopponen 1997, 4). Koska työvälineohjelmalla on vahva vaikutus sillä tehtäviin sovelluksiin, tutustuminen siihen oli sijoitettu ennen varsinaisen työskentelyprosessin alkamista. Tämän työskentelyn tarkoituksena oli johdattaa opiskelijat Hyperstudion käyttöön. Opiskelijat loivat näyttöjä (kortteja), liittivät näytöille kuvia, ääniä, painikkeita, loivat yhteyksiä (linkkejä) näyttöjen välille, testasivat videota sekä loivat oman animaation ohjeen (Joutsimäki 1999) avulla. Ohjeessa oli kahdeksan lukua, joista useimmat ryhmät tekivät lukujen 1 ja 2 tehtävät. Vain yksi ryhmä ehti tehdä lähes kaikkien lukujen tehtävät. Ohjelma olikin opiskelijoille vaativa. Harjoituksen lopuksi suoritettiin *toinen mittaus* (liite 2).

*Toisessa harjoituksessa* sisällöt erosivat viitekehyksittäin. Professori Haapasalo piti koulutuksellista lähestymistapaa (ks. luku 4.5) toteutaville luokille yhteisen luennon. Tarkoituksena oli johdattaa heidät MODEM -teoriaan ja motivoida nämä ryhmät tuottamaan loogis-kognitiiviseen ristiriitaan (*v8, v9, v13*) perustuvaa oppimateriaalia (ks. luku 4.6). Varsinainen suunnittelu alkoi heidän kohdallaan kolmannessa harjoituksessa.

Kaksi muuta luokkaa toteuttivat kehityksellistä lähestymistapaa ja he aloittivat ohjelman suunnittelun tehtävänannon mukaisesti (liite 5). Käytännössä tämä toteutui niin, että pidin työskentelyn aluksi yhtei-

sen johdannon opetusohjelman suunnittelusta<sup>113</sup>. Tämä sisälsi kolme vaihetta: yleisidean määrittelyn, ohjelman yleiskaavion sekä näyttöjen ideoinnin. Johdannon tarkoituksena oli palauttaa mieleen luennoilla käsitelty opetusohjelman suunnittelu ja näin helpottaa työskentelyn aloittamista. Myös ohjelmien arviointikriteerit perustuivat luennoilla ja johdannossa annettuihin ohjeisiin. Johdannon jälkeen opiskelijat aloittivat itsenäisen suunnittelun. Ryhmien toiminnat erosivat tässä vaiheessa toisistaan. Yksi ryhmä ihmetteli tehtävänantoa ja ilmoitti opettavansa aiheen mieluummin ilman tietokonetta (*v34, v36*). Osa ryhmistä ryhtyi hakemaan internetistä tietoa, yksi aloitti suunnittelun ilman sen enempää tukimateriaalia ja osa ryhmistä lähti luokan ulkopuolelle suunnittelemaan työtään rauhallisempaan paikkaan. Kokonaiskuvan hahmottaminen oli työlästä kaikille ryhmille. Yksi ryhmä keksi, että pituutta, massaa, painoa ja aikaa voidaan mitata. Vaikeaksi kysymykseksi nousi se, mitä mittaaminen on? Työstäminen jatkui aktiivisesti noin kaksi tuntia kunnes ensimmäinen ryhmä keksi lähteä kirjastoon etsimään oppikirjoja aiheesta. Tehtävänanto aiheutti

<sup>113</sup> Enkenbergin ym. (1995, 4 - 5) esittävät, että kompleksiselle ongelmanratkaisulle on tyypillistä epätietoisuus ongelman alkutilasta, päämäärästä sekä sen saavuttamiseen johtavista prosesseista. Menestyvä ongelmanratkaisu edellyttää ratkaisijalta taitoa jäsentää ja strukturoida ongelmaa prosessin alussa sekä uudelleen toistuvasti myös sen edetessä. Erityisesti aloittelija tarvitsee keinoja ja välineitä hallitakseen vaikeita ja monimutkaisia, erilaisiin näkökulmiin yhdistyviä toimintoja. Kompleksisuutta voidaan olennaisesti helpottaa seuraavin toimin:

- Sitomalla työskentelyä tuttuihin, ymmärrettäviin tilanteisiin. Esimerkiksi jokaisella opiskelijalla oli jonkinlainen käsitys mittaamisesta sekä desimaaliluvusta.
- Organisoimalla työskentelyä ennestään tutun työskentely-ympäristön perustalle. Esimerkiksi tässä työskentelyssä opiskelijoilla oli luennoilla ja ensimmäisessä harjoituksessa muodostunut kuva hyperstudiosta, jolla toteutettavaksi opiskelijoiden rakentama suunnitelma rakennettiin. Opiskelijaryhmät oli muodostettu ensimmäisessä harjoituksessa.
- Valikoimalla työstettäviksi kohteiksi autenttisia ongelmatilanteita ja tehtäviä.
- Soveltamalla työskentelyn aikana ongelmatilanteita selkiyttäviä ja niiden taustalla olevia ideoita/periaatteita jäsentäviä sekä spontaania reflektointia tukevia kognitiivisia työvälineitä (erityisesti situationaalinen graafi, jolla tarkoitetaan kognitiivista työvälinettä, jota oppilas voi käyttää yksinkertaistettujen ja strukturoitujen graafisten kuvausten tekemiseen. Tuloksena voi olla senhetkisen tilanteen, halutun tilanteen tai päämääränä olevan tilanteen kuvaus.). Esimerkiksi tässä työskentelyssä opiskelijat rakensivat kaavion ohjelman rakenteesta sekä ohjelmaan sisältyvät näyttösuunnitelmat. Tässä heidän oli mahdollista halutessaan soveltaa käsitekarttatekniikkaa (ks. luku 4.1).

hieman aggressiivista turhautumista (v42). Myöhemmin kaksi muuta ryhmää päätyi myös etsimään kirjoja tutkittavasta aiheesta. Kun kysyin harjoituksen lopuksi, olivatko ryhmät jakaneet tehtäviä, yksikään ryhmä ei ollut näin tehnyt KEH -luokassa.

PV-KEH -luokassa osa ryhmistä keskusteli aiheen rajauksesta ja osa taas etsi Internetistä materiaalia. Osa opiskelijoista osasi hakea tehokkaasti tietoa kolmella hakusanalla. Tässä yhteydessä oli otollinen paikka opettaa osalle opiskelijoista usean hakusanan käyttö tiedon haussa, sillä tarve oppia nousi opiskelijoiden itsensä taholta. Ryhmien suhtautumisessa työskentelyyn oli eroja. Yksi ryhmä oli hieman hämentynyt (v43), toinen taas puhui intensiivisesti rakenteesta (v28c). Osa pohti mittaamisen ideaa aidosti ja yhden ryhmän mielestä kirjoista löytyy oikea viisas tieto, joka on heitä viisaampien tekemä. Keskustelu liikkui myös aiheessa ”mitä mittaaminen ja tarkkuus on?” Ainakin yhden ryhmän mielipiteen muodostuksessa ei ollut dialogia, vaan esittäjän mielipiteestä tuli ryhmän ”jakamaton” päätös (v39). Yksi ryhmä sai suunnitelman mielestään valmiiksi, mutta päätti vielä haastatella asiantuntijoita ennen seuraavaa harjoitusta. Kun kysyin harjoituksen lopuksi, olivatko ryhmät jakaneet tehtäviä, niin osa ryhmistä oli jakanut tehtäviä, osa ei. Puheviestinnän asiantuntijan kysymyksiä olivat muun muassa: Mitä on tehty? Mitä pitäisi tehdä? Mitä seuraavaksi tehdään?

*Kolmannessa harjoituksessa* koulutuksellisen lähestymistavan ryhmät aloittivat varsinaisen suunnittelunsa. Myös näiden luokkien työskentelyn aluksi pidin johdannon opetusohjelman suunnitteluun. Opiskelijoilla oli suunnittelun sisällöllisenä apuna käytettävissään MODEM-teorian perustalle rakennettu Jyrkkyysopetusohjelma, monisteena soveltuvin osin Metallialan matematiikkaa (Haapasalo & Venola 1992, 120 - 143) sekä MODEM-materiaalia verkossa<sup>114</sup>.

PV-KOUL -luokan harjoituksessa oli mukana puheviestinnän asiantuntija.

Yleinen keskustelu liittyi käsitteiden tarkentamiseen, siihen miten ilmoittaa eri tulokset (esim. ilmoitetaanko koulumatka metreinä?). Ryhmien työskentelytavat erosivat taas toisistaan. Yksi ryhmä tutki jyrkkyysopetusohjelmaa, monistetta sekä nettimateriaalia ja pohti

<sup>114</sup> Esimerkiksi viitekehys <http://www.joensuu.fi/lenni/modemfin.html>; systemaattinen konstruktivismi <http://www.joensuu.fi/lenni/systkonst.html>; käsitteen muodostuksen vaiheet <http://www.joensuu.fi/lenni/kasmuod.html>.

kysymystä: miksi joudutaan määrittelemään tarkkuus? Osa ryhmistä tutki Internetiä sekä monistetta ja meni sen jälkeen luokan ulkopuolelle suunnittelemaan, osa jäi luokkaan. KOUL -luokan työskentely oli varsin samantapainen kuin puheviestinnän PV-KOUL -luokan työskentely. Täälläkin tutkittiin lähdemateriaaleja ja osa ryhmistä siirtyi suunnittelemaan muihin tiloihin. Koulutuksellisen lähestymistavan osalta näiden ryhmien sisäisestä tehtävien jaosta ei jäänyt selvää kuvaa, vaan tehtävien suorittaminen oli joustavaa (vrt. luku 2.4.1).

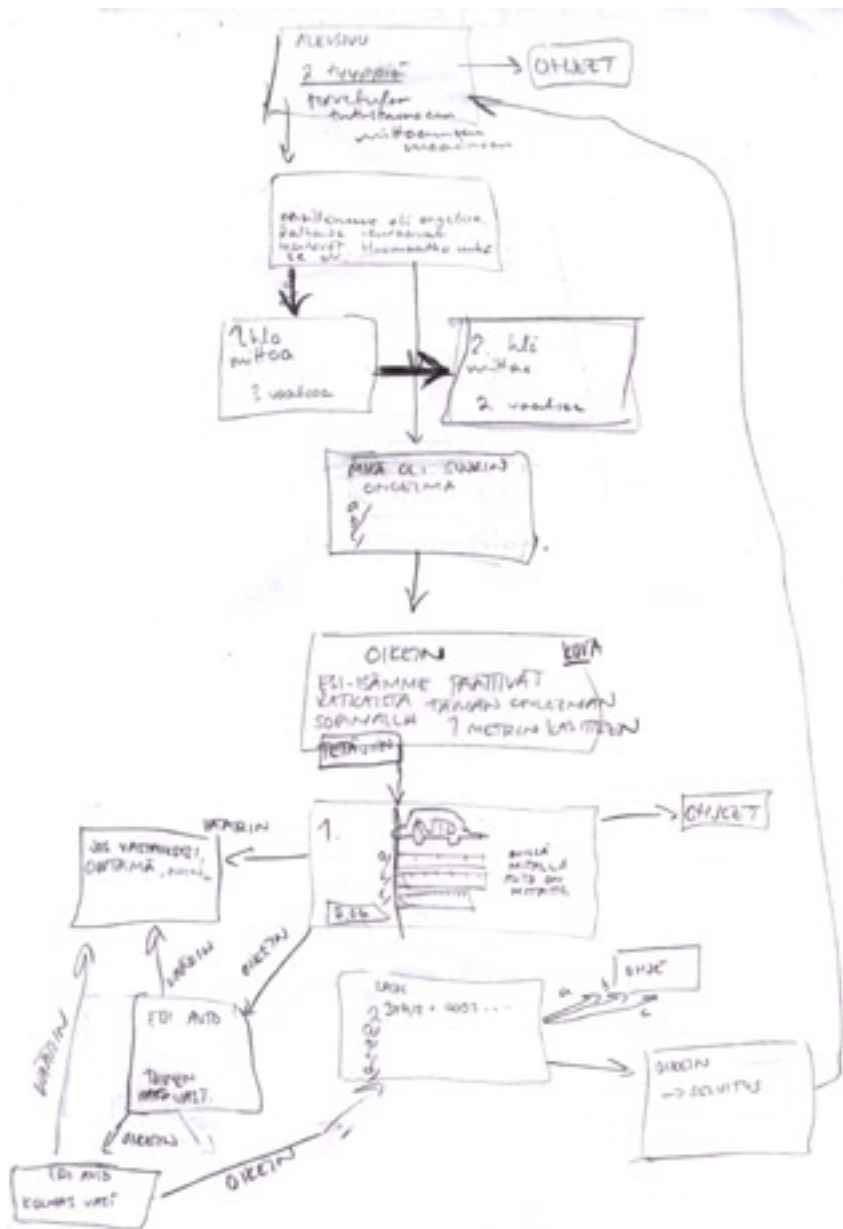
Myös kehityksellisen lähestymistavan luokissa työskentelytavat erosivat. Osalla ryhmistä oli itselöydettyjä kirjoja mukanaan. Osa ryhmistä työskenteli lähes koko ajan itsenäisesti luokan ulkopuolella. Työskentelyn loppupuolelta yksi ryhmä oli mielestään toteutusvalmiina, vaikka siltä puuttui linkit eri näyttöjen väliltä. Jälleen keskeiseksi nousi kysymys: mitä tarkkuus on? Opiskelijat huomasivat, että tarkkuus riippuu mittavälineestä ja asteikosta. Puheviestinnällä rikastetun kehityksellisen lähestymistavan PV-KEH -luokan jokainen ryhmä oli hankkinut kirjoja. Lisäksi yksi ryhmä oli haastatellut kahta eri alkukasvatuksen opettajaa.

*Neljännessä harjoituksessa* suunnittelu jatkui ja vaihtui joidenkin ryhmien kohdalla toteutukseen<sup>115</sup>.

Koulutuksellisen lähestymistavan KOUL -luokan ryhmistä yksi jäi luokkaan suunnittelemaan, muut menivät luokan ulkopuolelle suunnittelemaan ohjelmaa. PV-KOUL luokan kohdalla kaksi ryhmää oli aloittanut työskentelyn jo ennen demojen alkua. Yksi ryhmä sai suunnittelun valmiiksi ja luvan toteutusvaiheeseen demon loppupuolella, toinen ryhmä aloitti toteutusvaiheen hieman myöhemmin omin luvin. Ehto toteutuksen aloittamiselle oli, että ryhmä oli tehnyt kaavion ohjelman rakenteesta (kuvio 63) ja näyttösuunnitelmat. *Kolmas mittaus* (liite 3) suoritettiin suunnitteluvaiheen päätteeksi ennen toteutusvaiheen alkamista.

<sup>115</sup> Enkenberg ym. (1995, 7) muistuttavat, että radikaalin konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaan oppiminen on oppijan oman kokemusmaailman uudelleen organisoitumista. Tulkittuna ongelmanratkaisutilanteeseen tämä merkitsee muun muassa sitä, että ongelmanratkaisuprosessi voidaan nähdä ratkaisijan oman tietämyksen (hänen jo ennestään tilanteeseen yhdistämiensä tietojen, taitojen sekä strategioiden) uudelleen jäsentymisenä siten, että tuloksena on ongelman ratkaisun kannalta välttämättömän toiminnan kehittyminen.





Kuvio 63. Opiskelijaryhmän suunnittelema kaavio ohjelman rakenteesta.

Kehityksellisessä lähestymistavassa puheviestinnän asiantuntija oli paikalla. Osa PV-KEH -luokanryhmistä oli tehnyt paljon työtä harjoitusten välisenä aikana (ks. luku 7.3 kuvio 54). Työ ryhmän sisällä oli ollut ilmeisen itsenäistä, sillä nyt ensimmäinen ongelma oli yhdistää ryhmän jäsenten töitä toisiinsa. Yksi ryhmä käyttää ensin mahdollisesti aikaa yhteiseen kuvien katseluun, jonka jälkeen työskentely meni sooloiluksi. Tämän ryhmän vuorovaikutukselle oli ominaista nuorempien jäsenten dominoivuus (v68). Annoin yhdelle ryhmälle luvan aloittaa toteutuksen, vaikka rakennekaavio oli hieman puutteellinen. Opiskelijoiden oli vaikea luoda kaikkia abstrakteja yhteyksiä eri näyttöjen rakentuessa, joten jätin osan niistä tässä yhteydessä suosiolla toteutusvaiheeseen, jossa yhteydet tulevat konkreettisemmiksi. Yksi ryhmä koki työskentelyn hankalaksi. He totesivat itse, että “miten me ollaan näin jäässä, viimeks meni ihan hyvin”. No, ryhmä kirjoitti yhdellä tietokoneella ohjelmansa käsikirjoitusta eivätkä jakaneet työskentelyä useammalle koneelle. Harjoituksen edetessä nämä opiskelijat alkoivat olla turhautuneita (v42), kunnes he siirtyivät toteutusosaan sen enempää lupaa kyselemättä.

KEH -luokan osalta kaksi ryhmää siirtyi toteutusvaiheeseen heti tunnin aluksi täytettyään tutkimusmittauksen 3. Myöhemmin kolmas ryhmä sai suunnitelmat valmiiksi ja aloitti toteutuksen. Yhden ryhmän suunnitelma oli muuttunut työskentelyn tuloksena varsin dramaattisesti nopeuden mittaamisesta pituuden mittaamiseen. Toisen ryhmän suunnitelma tuntui olevan vielä hieman kesken. He miettivät, mitä oli mahdollista oikeasti toteuttaa ja mitä ei.

*Viidennellä harjoituskerralla* loputkin ryhmät aloittivat toteutuksen<sup>116</sup>. Koulutuksellisen lähestymistavan PV-KOUL -luokassa oli puheviestinnän tuki mukana. Yksi ryhmä toi tuotoksensa nähtäväksi lähes ensimmäistä kertaa, joten he olivat työskennelleet varsin itsenäisesti. Tässä luokassa oli 7 ryhmää, joista osa työsti suunnitelmaa luokan ulkopuolella. Siten ryhmä, joka ei pyytänyt kommentteja, oli työskennellyt suunnitteluvaiheen varsin vähällä palautteella. Toteu-

<sup>116</sup> Enkenberg ym. (1995, 7) muistuttavat, että uusi, onnistuvan ongelman ratkaisun näkökulmasta välttämätön tieto tai taito välittyy ja integroituu parhaiten osaksi ratkaisijan/opilaan tietämystä reaaliaikaisesti (just-in time) kompleksisen ongelmatilanteen kontekstissa ja lokaalisen ongelman ratkaisun yhteydessä sosiaalisten vuorovaikutusten tukemana.

tusvaiheessa opiskelijat kyselivät paljon ohjaajalta ja vuorovaikutus oli rikasta. Opiskelijoilla oli intoa sekä halua auttaa toisiaan; esimerkiksi toiset ryhmän jäsenet auttoivat fyysisesti uupunutta opiskelijaa. Myös ryhmien välillä oli vuorovaikutusta; esimerkiksi pojat hakivat netistä tyttöryhmälle sammakon kuvia (v29c). Yleisesti opiskelijat keskittyivät töihinsä, koneenkäyttäjän paikka vaihtui vähän, vaikka pyrin kannustamaan siihen tietoisesti.

KOUL -luokan työskentely eteni kovalla innolla. Yksi ryhmä teki itse piirtämällä kuvia ja käytti lisäksi kameraa. Toinen ryhmä laittoi LOGO -kielellä ”hännän heilutusta” mukaan tuotokseen. Käytännössä luokka aloitti toteutuksen lupaa kysymättä, sillä toteutusvaihe oli täydessä käynnissä harjoituksen alkaessa. Harjoituksen aluksi opiskelijat täyttivät tutkimusmittauksen 3. Tunnin päästä aloituksesta työskentely oli hyvin intensiivistä.

Kehityksellisen lähestymistavan PV-KEH -luokan osalta koko ryhmä teki töitä tyypillisesti yhdellä koneella. Yhdellä ryhmistä ohjelman käyttö oli aluksi ongelma (v34d, v35d). Yksi opiskelijoista yritti käyttää tietokonetta ja muut katsovat kauhuissaan kauempaa (v43). Autoin varmuuskopion siirtämisessä, jotta työ pääsisi alulle. Toinen ryhmä, jonka suunnitelma oli edellisellä kerralla keskeneräinen, oli ryhdistäytynyt harjoitusten välillä ja he aloittivat toteutuksen. Tämän ryhmän työskentely eteni, he käyttivät kolmea konetta samaan aikaan. Luokan ilmapiiri oli innostunut.

Myös KEH -luokan osalta osa ryhmistä oli aloittanut toteutuksen jo aikaisemmin. Tässäkin luokassa yksi ryhmä aloitti toteutuksen ilman lupaa, muut maltoivat odottaa hyväksyntää. Nyt viimeinenkin ryhmä oli täyttänyt kolmannen tutkimusmittauksen.

*Kuudennessa harjoituksessa* videoin kaikkien luokkien työskentelyn. Harjoitus oli lähinnä konkreettia ohjelman työstämistä. LOGO-kielen käyttö vaatii opettajan apua lähes kaikilla ryhmillä. Kehityksellisen lähestymistavan KEH -luokassa opiskelija<sup>117</sup> kysyi, voidaanko merkitä, että 3,6 km = 3 km 600 m. Tämä kysymys oli hyvin relevantti tarkkuus-

---

<sup>117</sup> Esimerkiksi Hakkarainen, Lonka & Lipponen (1999, 212) viittaavat tutkijoihin Bereiter & Scardamalia (1991), jotka esittävät, että käsitteellisen ymmärryksen syveneminen on riippuvainen oppilaiden itsensä asettamista kysymyksistä. Korkeamman tason tutkimusprosessin ehto on, että oppilaat ohjataan itse asettamaan kysymyksiä, joita perinteisesti asettaa ainoastaan opettaja tai oppikirja.

käsitteen kannalta ja se oli noussut esille myös MODEM-tutkimuksessa (Haapasalo 1993). Merkintä 3,6 km tarkoittaa, että matkan pituus on ilmoitettu kilometrin kymmenesosan eli sadan metrin tarkkuudella. Siis matkan pituus voi oikeasti olla välillä 3 km 550 m - 3 km 649 m eikä ainoastaan 3 km 600 m. Mikäli matkan pituus halutaan ilmoittaa metrin tarkkuudella, niin relevantti merkintä on 3,600 km = 3 km 600 m.

*Seitsemännessä harjoituksessa* LOGO-kieltä käyttävien ryhmien työskentely oli käynyt itsenäisemmäksi. Myös muu työskentely oli tullut itsenäisemmäksi. KEH -luokan opiskelijat saivat työnsä valmiiksi yhtä ryhmää lukuun ottamatta. Pyysin ohjelman valmiiksi saaneilta ryhmiltä suunnitelmat talteen. Myös Kehityksellisen lähestymistavan PV-KEH -luokka sai ohjelmat valmiiksi tällä kerralla. Työskentelyn aikana opiskelijat käyttivät luovia ratkaisuja. Esimerkiksi yksi tämän luokan ryhmistä käytti konsulttina ohjelman viimeistelyssä jo oman työnsä valmiiksi saanutta tyttöä. *Neljäs mittaus* (liite 4) toteutettiin, kun ohjelma oli valmistunut.

*Kahdeksas harjoitus* osoitti, että koulutuksellisen lähestymistavan PV-KOUL-luokan opiskelijat olivat tehneet paljon työtä seitsemännen ja kahdeksannen harjoituksen välillä (*v31d*; ks. luku 7.3 kuvio 54). Kaikki ryhmän opiskelijat saivat ohjelmat valmiiksi harjoituksissa. Lopuksi opiskelijat täyttivät kaavakkeet ja keräsivät myös suunnitelmat talteen. Tuntekseni oli, että tässä luokassa oli liian paljon ryhmiä (7) (*v32d*, *v33d*). Vaikka tavoitteena oli järjestää oppilaille yhteistoiminnallisia ongelmanratkaisutilanteita, myös ohjaajalle jäi ratkaistavia ongelmia enemmän kuin tässä luokassa ehti. Tämä saattoi olla opiskelijoiden oman ajattelun kannalta hyvä, joskin ohjaajan viipyminen toisen ryhmän luona saattoi aiheuttaa odottavassa opiskelijassa turhautumista.

Myös KOUL -luokassa ohjelmat valmistuivat viimeisissä harjoituksissa. Yksi ryhmä kiitti ohjaajaa kärsivällisyydestä, kun kaikki oli valmista. Toinen ryhmä joutui "keräämään itsensä kokoon" vielä viime hetkellä, kun heidän usko suunnitelmansa totuttamismahdollisuuteen alkoi loppua. Rauhallisen keskustelun jälkeen tilanne selvisi, kun opiskelijat huomasivat suunnitelmansa toteutuskelpoiseksi.

Kehityksellisen lähestymistavan KEH -luokan viimeinen ohjelma valmistui.

Opiskelijoiden design-prosessi muodosti luonnollisen pohjan *reflektiolle*. Olemassa olevan tietämyksen arviointi muodosti prosessin keskuksen (kuvio 60). Yhteistä pohtimista auttoi ryhmissä rakennettu

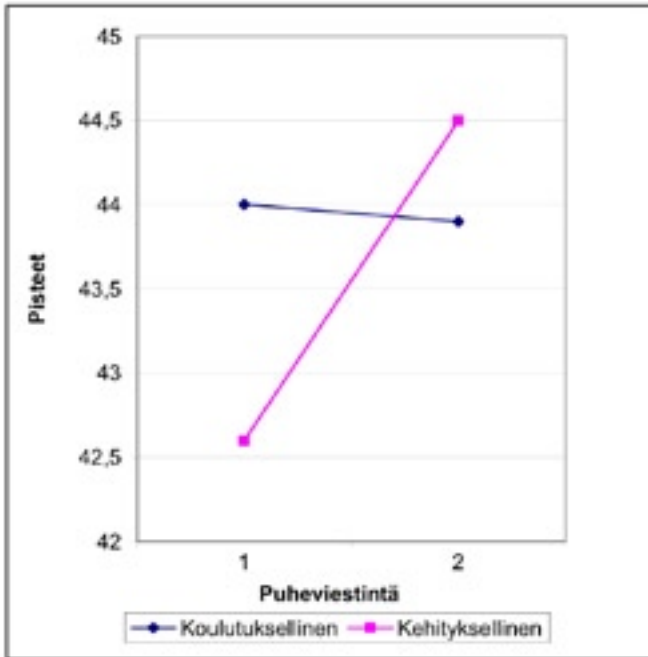
---

kaavio ohjelman rakenteesta, ohjelman näyttösuunnitelmat (liite 5) sekä konkreettinen toteutus hyperstudio-ohjelmalla. Tärkeätä jäsenytymisen kannalta oli myös tutkimusmittaukset, joissa opiskelija sai miettiä omia käsityksiään suhteessa esitettyihin väittämiin. Lisäksi pyrim monipuolistamaan ryhmien jäsenten välistä reflektointia *työskentelypäiväkirjan* avulla. Opiskelijat kirjoittivat jokaisen tuottamisvaiheen harjoituskerran jälkeen oppimisympäristöön *muistilapun* (mitä he tekivät kyseisellä kerralla, toteutuiko suunnitelma ja mikäli ei, niin perustelut muutoksille). Tämän lisäksi opiskelijat refleктоivat omaa prosessiaan loppumittauksen jälkeen kurssin Teknologiaympäristö ja oppiminen ensimmäisenä verkkotehtävänä (alla):

*Syksyllä 2000 järjestetyllä kurssilla Johdatus tietotekniikan opetuskäytön perusteisiin -kurssilla tuotettiin multimediaohjelmia opetuskäyttöön. Ryhmät työstivät multimediaohjelman Mittaaminen ja tarkkuus -teeman ympärille. Tässä kevään ensimmäisessä teorianähtävässä tulee pohtia, miten syksyn multimedian tuottamisprosessissa toteutuivat seuraavat vaiheet sekä niihin liittyvät osat ja taidot: suunnittelu, muuntaminen, arviointi, uudelleen muokkaus. Kerro vastauksessasi konkreettisia esimerkkejä työskentelyssäsi esille tulleista tilanteista. Kunkin vaiheen kohdalla on linkki materiaaliin "Oppiminen hypermediamateriaalia suunnittelemalla".*

## Liite 13. Valmiin ohjelman tarkastelu

Kuviossa 64 esitän valmiiden ohjelmien pisteiden keskiarvot luokittain. Kuvioista näkyy puheviestinnän ja lähestymistavan välinen vuorovaikutus (Fraenkel & Wallen 1996, 279 - 280). Kehityksellisessä lähestymistavassa puheviestinnän asiantuntijan apua saaneen PV-KEH- luokan keskiarvo oli suurempi kuin KEH- luokan keskiarvo. Koulutuksellisessa lähestymistavassa puheviestinnän PV-KOUL -luokan keskiarvo oli pienempi kuin KOUL- luokan keskiarvo. Kehityksellisessä lähestymistavassa puheviestinnällä näyttää olevan positiivista vaikutusta lopputulokseen. Koulutuksellisessa lähestymistavassa yhteys ei ole niin selvä.



**Kuvio 64.** Puheviestinnän ja lähestymistavan välinen vuorovaikutus.

Taulukosta 19 ilmenee luokittain ohjelmien pisteiden keskiarvo viitekehyksittäin.

**Taulukko 19.** Ohjelmien pisteiden keskiarvo viitekehyksittäin.

PV-KEH 44,5	PV-KOUL 43,9	Puheviestintä ka 44,2
KEH 42,6	KOUL 44,0	Ei-puheviestintää ka 43,3
Kehityksellinen ka 43,6	Koulutuksellinen ka 44,0	

Koulutuksellisessa lähestymistavassa luokkien keskiarvojen ero oli 0,1 pistettä puheviestinnän tappioksi maksimipisteiden ollessa 50. Kehityksellisessä lähestymistavassa luokkien keskiarvojen ero oli 1,9 pistettä puheviestinnän eduksi. Taulukon 19 perusteella kehityksellinen lähestymistapa yhdistettynä puheviestinnän asiantuntijan reflektiiviseen viestintään toi parhaan tuloksen, tämän jälkeen koulutuksellinen lähestymistapa. Puhdas kehityksellinen luokka sai heikoimmat tulokset. Koulutuksellisessa lähestymistavassa ryhmien ohjelmasta saatujen pisteiden keskiarvo oli 0,4 pistettä suurempi kuin kehityksellisessä lähestymistavassa. Puheviestinnän asiantuntijan apua saaneiden ryhmien ohjelmasta saamien pisteiden keskiarvo oli 0,9 pistettä suurempi kuin ei-puheviestinnän ryhmien keskiarvo.