996/98

1278

"EI MIKÄÄN PIKATAIVAL !"
Näkökulma matematiikan opetuksen ja opetussuunnitelman kehittämiseen

Ritva Kyllönen

Kasvatustieteen pro-gradu -tutkielma
JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
Chydenius-Instituutti
6.12.1998

Hyväksytty 17.12.1998
magna cum laude approbatur

Jyväskylän yliopisto
Kasvatustieteiden tiedekunta

Lausunto **Ritva Kyllösen** kasvatustieteen pro gradu -tutkielmasta

"Ei mikään pikataival!"

Näkökulmia matematiikan opetuksen ja opetussuunnitelman kehittämiseen

Tutkimus käsittelee konstruktivistista oppimiskäsitystä ja sen vaikutuksia matematiikan opetuksen ja opetussuunnitelman kehittämiseen Suomesssa kymmenen viime vuoden aikana. Pyrkimyksenä on tutkijan mukaan luoda yhteys konstruktivismin teoreettisen tiedon ja käytännön opetustyön välille.

Tutkimusaihe on ajankohtainen ja kansallisesti erittäin tärkeä. Perusidea on oivallinen: pyydetään maamme johtavia matematiikan alan asiantuntijoita pohtimaan matematiikan opetuksen uudistamiseen liittyviä tekijöitä omasta näkökulmastaan. Tutkimuksessa nämä asiantuntijat kohtaavat toisensa, ja näkemyksistä muodostuu dynaaminen - paikoin ristiriitainenkin - ja joka tapauksessa erittäin kiinnostava kuva suomalaisen matematiikan kouluopetuksen nykytilasta. Tutkimus osallistuu näin omalta osaltaan matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen tilasta käytyyn keskusteluun, johon maltillisimmatkin havahtuivat, kun viimeisimmät kansainvälisen vertailututkimuksen tulokset esiteltiin: suomalaislapset ovat hyviä laskemaan, mutta suhteellisen huonoja ratkomaan ongelmia ja kehittelemään laskutoimituksia. Sama suuntaus koskee luonnontieteiden oppimistuloksia; oppimisalueet ovat kapea-alaisia, ja opetus on pohjautunut pitkälti behavioristiseen oppimiskäsitykseen. Myös elektroniikan ja tietotekniikan huippuyritykset ovat arvostelleet koulua huonosta peruskasvatuksesta näille aloille.

Tutkimuksen teoriaperustan keskeisinä teemoina ovat behavioristinen ja konstruktivistinen oppimiskäsitys. Näiden kahden perussuuntauksen pääpiirteisiin perehdytään joustavasti ja hyvien, pääosin kotimaisten, lähteiden varassa. Lisäksi tutkija kuvaa huolellisesti matematiikan opetuksen kehittämistoimia. Matematiikan opetuksen uudistamiseen tähtäävät tahot - komiteat ja yksittäiset asiantuntijat - ovat hyvässä vuoropuhelussa keskenään 3. luvussa. Teksti herättää lukijassa toiveen siitä, että

asiantuntijoiden avulla saataisiin näkyviin niitä esteitä, miksi hyvät komiteatekstit eivät uudista käytäntöä. Nämä teema- ja aihevalinnat ovat tutkimustehtävien kannalta tarkoituksenmukaiset ja tiukasti rajatut. Toisaalta kahteen oppimiskäsitykseen pitäytymistä olisi voinut perustella näkyvämmin, ja tutkija olisi voinut kytkeä oppimiskäsitykset tiukemmin matematiikan opetukseen kirjoittamalla esimerkiksi alalukujen loppuun lyhyet esiymmärrryksenomaiset synteesit matematiikan opettamisen ja ao. oppimiskäsityksen suhteesta.

Tutkimus on laadullinen tutkimus, joka on toteutettu puolistrukturoituna asiantuntijahaastatteluna. Tutkielman tekijä on suunnannut tässsä tilanteessa katseensa hyvin viisaasti: kansalliselle huipulle - henkilöihin, jotka ovat olleet mukana matematiikan opetuksen uudistamisessa. Arvostettujen asiantuntijoiden saaminen mukaan tutkimukseen on nostanut tutkimuksen tasoa kahdellakin tavalla: he ovat tuoneet tutkimukseen sisällöllisesti korkeatasoista materiaalia, ja tutkija on halunnut antaa arvoa asiantuntijoille huolehtimalla omasta osuudestaan vähinkäänkin kohtuullisesti. Toteutuksessa on erittäin hyviä asiantuntijahaastattelun piirteitä, esimerkiksi kysymysten liittäminen taustoihin on asiantuntijaa arvostavaa. Lukija jää kuitenkin kaipaamaan haastateltavien tarkempaa kuvausta mm. siitä, millaisia kohteen edustajia ao. asiantuntijat ovat. Grounded theory -menetelmään tutkija on perehtynyt hyvin. Perehtyneisyys tulee näkyviin siinä, että hän soveltaa menetelmää omaan tutkimusasetelmaansa sopivaksi menetelmän perusperiaatteita kunnioittaen, mutta ongelmakohdat tiedostaen.

Aineiston analyysi ja tulkinta etenee sujuvasti: ensiksi esitellään ja kuvaillaan asiantuntijoiden erilaisia käsityksiä matematiikan opetuksen uudistamisesta. Esittely on perusteellisesta, ja asiantuntijoiden "ääni" näkyy tekstissä. Luvussa 6 alkaa näiden käsitysten tarkempi erittely ja tutkijan omat tulkinnat. Tässä kohden tutkija on lojaali ja etäinenkin eikä tee paljonkaan käsityksiä kokoavia tai keskenään peilaavia yhteenvetoja. "Seuraavan tason" kokoavaaa tarkastelua esimerkiksi taulukoina olisi voinut olla mukana enemmän. Samalla tekstiin olisi tullut enemmän "ilmavuutta". Tulososassa on paljon arvokasta ja ajatuksia herättävää pohdintaa. Luvussa 6.4 tutkija esittää "oman jäsennyksen" matematiikan opetuksen kehittämiseksi. Tässä kohden tutkija olisi voinut rohkeammin irroittautua asiantuntijoiden ja aikaisemman teorian kielestä ja käsitteistöstä. Selektiivisen koodauksen "korkeampi abstraktiotaso" (s. 40) ei tule selkeästi näkyviin; pikemminkin tutkija on sekä akselikoodauksen että selektiivisen koodauksen vaiheessa tekemisissä abstraktiotasoltaan samanlaisen käsitteistön kanssa.

Pohdinnassa tutkija kokoaa hyvin tiivistäen vastaukset aiemmin asetettamiinsa tutkimustehtäviin. Lukijalle muodostuu kuva hitaasti uudistuvasta matematiikan opetuksesta ja uudistuksen vaatimasta eri tahojen yhteistyöstä. Tutkija on paneutunut - asiantuntijoita kohtaan osoittamastaan kunnioituksesta huolimatta ja myös sen ansiosta - aiheeseensa syvällisesti ja kirjoittanut sekä rakenteellisesti että sisällöllisesti ehjän, mielenkiintoisen kokonaisuuden. Lukija vakuuttuu tutkimuksen luotettavuudesta ja tutkimustulosten oikeellisuudesta. Tämä tutkimus voi omalta osaltaan auttaa tutkijan toivoman yhteyden luomisessa konstuktivismin teorian ja käytännön välille luokanopettajan näkökulmasta katsottuna (ks. s. 3). Opettajien matematiikan oppimiskäsityksiä tutkimalla ei matematiikan opetus uudistu

kovinkaan nopeasti, mutta metatason tavoitelausumat voivat lähestyä opettajan ja oppilaiden arkea esimerkiksi tutkijan esittämän "aineiston" (s. 78) avulla.

Puollamme työn hyväksymistä pro gradu -tutkielmana arvosanalla **magna cum laude approbatur**.

Jyväskylässä ja Kokkolassa 16. joulukuuta 1998

Anita Malinen	Eila Aarnos
yliopistonopettaja	erikoistutkija

TIIVISTELMÄ

KYLLÖNEN, R. 1998. "Ei mikään pikataival!" Näkökulma matematiikan opetuksen ja opetussuunnitelman kehittämiseen. Jyväskylän yliopisto. Chydenius-Instituutti. Kasvatustieteen pro gradu -tutkielma. 106 s.

Tämä tutkimus käsittelee konstruktivistista oppimiskäsitystä ja sen vaikutusta matematiikan opetuksen ja opetussuunnitelman kehittämiseen Suomessa viimeisten kymmenen vuoden aikana. Tutkimuksen tarkoituksena on luoda yhteys konstruktivismin teoreettisen tiedon ja käytännön opetustyön välille.

Tutkimuksen tutkimustehtävinä on ollut kuvata opetuksen ja opetussuunnitelman uudistumisprosessia, tuoda esiin, mikä merkitys konstruktivistisen oppimiskäsityksen analysoinnilla on kehittämistyöhän ja esittää, millä toimilla matematiikan opetusta ja opetussuunnitelmien kehittämistä voisi edistää.

Tutkimus on laadullinen tutkimus. Tutkimus on suoritettu haastattelemalla kolmea matematiikan alan asiantuntijaa, mukana on keskushallinnon edustaja, matematiikan didaktikko ja luokanlehtori. Tutkimuksessa on käytetty grounded theory -menetelmää. Grounded theory -menetelmän avoimen ja akselikoodausten vaiheet näkyvät tutkimuksessa omina lukuinaan, koska tällä tavalla asiantuntijoiden mielipiteiden kuvaus ja oma tulkintani on helppo erottaa toisistaan.

Tutkimuksen tuloksena olen muodostanut oman jäsennykseni, jossa selvitän oppimiskäsityksen, opetussuunnitelmaprosessin ja oppimistapahtuman yhteyttä toisiinsa. Tutkimuksessa tulee esiin, että kokonaisvaltainen opetuksen ja opetussuunnitelman kehittäminen vaatii oppimiskäsityksen perusteellista analysointia, joten muutos on hidasta. Konstruktivismi tarjoaa kuitenkin erinomaiset mahdollisuudet opetuksen ja opetussuunnitelman kehittämiselle, joten uudistumisprosessille on olemassa hyvät lähtökohdat.

Hakusanat:
konstruktivismi, matematiikka, opetus, opetussuunnitelma
oppimiskäsitys, oppimistapahtuma

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....1

2 MATEMATIIKAN OPPIMISKÄSITYKSEN MUUTTUMINEN.....5
2.1 Behavioristinen oppimiskäsitys.....8
2.2 Konstruktivistinen oppimiskäsitys.....11

3 MATEMATIIKAN OPETUKSEN KEHITTÄMISTOIMIA SUOMESSA.....17
3.1 Matemaattis-luonnontieteellinen komitea.....19
3.1.1 Välimietintö.....20
3.1.2 Loppumietintö.....22
3.2 Matematiikan opetuksen kehittämistyöryhmä.....24
3.3 Opetussuunnitelman perusteet 1994.....30
3.4 LUMA-hanke.....32
3.4.1 Peruskoulun päättövaiheen kokeen 1998 tuloksia.....34

4 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS.....36
4.1 Tutkimustehtävät.....36
4.2 Laadullisen tutkimuksen aineiston hankinta.....36
4.3 Grounded theory -menetelmä.....38

5 ASIANTUNTIJOIDEN MIELIPITEITÄ MATEMATIIKAN OPETUKSEN UUDISTAMISESTA.....42
5.1 Oppimiskäsityksen muuttuminen.....42
5.2 Matematiikan opetuksen kehittämistyöryhmän esiinnostamat painopistealueet ja niiden eteenpäinvieminen.....43
5.2.1 Arviointi.....44
5.2.2 Oppimateriaali.....44
5.2.3 Oppiaineksen uudelleenjäsentäminen.....46
5.2.4 Integrointi 47
5.2.5 Hallinnollis-organisatoriset toimenpiteet.....48

5.3 Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994...49
5.3.1 Opetussuunnitelman perusteiden sisältö....50
5.3.2 Koulujen opetussuunnitelmatyö.....51
5.3.3 Opetussuunnitelman perusteiden merkitys...54
5.3.4 Vaihtoehtoesityksiä.....55
5.3.5 Asiantuntijoiden kritiikkiä eri tahoja kohtaan.....56
5.3.6 Ratkaisuehdotuksia ja tulevaisuuden näkymiä.....57

5.4 LUMA-hanke.....59
5.5 Opettajankoulutus.....60

6 OPETUSSUUNNITELMAPROSESSI, OPPIMISTAPAHTUMA JA OPPIMISKÄSITYS.....62
6.1 Opetussuunnitelmaprosessi.....62
6.2 Oppimistapahtuma.....66
6.3 Oppimiskäsitys.....71
6.4 Oma jäsennykseni oppimiskäsityksen, opetussuunnitelma-prosessin ja oppimistapahtuman yhteydestä.....76

7 POHDINTA.....81

LÄHTEET.....88

LIITTEET.....92

1 JOHDANTO

Ensimmäisen sysäyksen matematiikan opetuksen laajemmalle pohtimiselle sain toimiessani luokanopettajan sijaisena alaasteen 3-6 -luokalla, jossa oppilaat suhtautuivat matematiikan opiskeluun innottomasti ja kokivat sen vaikeaksi. Koska opetuksen kehittämisen tarve oli, ja on, ilmeinen, oli luonnollista ottaa tutkimuksen kohteeksi juuri matematiikan opetuksen ja opetussuunnitelman kehittäminen, johon kohdistuu sekä yhteiskunnallisia että oppiaineen sisältöön ja jäsentelyyn liittyviä paineita.

Tiedon ja teknologian kehittyminen on muuttanut yhteiskuntaa huimasti viimeisen parinkymmenen vuoden aikana. Erityisen voimakasta kehittyminen on ollut 80 -luvun puolivälistä alkaen. Koska koulun on omalta osaltaan vastattava yhteiskunnan haasteisiin, mennyt vuosikymmen on mullistanut opetukselle asetettavia tavoitteita ja käytäntöjä aina uudenlaisesta oppimiskäsityksestä alkaen.

Teknologian kehittyessä matematiikan opetukseen on kiinnitetty erityistä huomiota, koska peruskoulun oppiaineista varsinkin matematiikka palvelee sen tarpeita. Koska matematiikka on myös muiden alojen perustyökalu, pitäisi opetussuunnitelman tarjota mahdollisuuksia kehittää moniin oppiaineisiin soveltuvien matemaattisten mallien, rakenteiden ja simulaatioiden ymmärtämystä (Haapasalo 1994b, 54).

Suomessa "herättiin" 80- luvun puolivälin jälkeen tilanteessa, jossa toki matematiikan opetus oli kohtuullisella tasolla, mutta oli keskitytty aivan liikaa laskujen mekaaniseen suorittamiseen, vaikka ongelmanratkaisu- ja soveltamistaidot olisivat huomattavasti tärkeämpiä osata. Samalla vallinneessa behavioristisessa oppimiskäsityksessä havaittiin "puutteita", ja kognitiivinen-, ja sitten varsinkin matematiikan opetuksessa konstruktivistinen, oppimiskäsitys saivat sijaa.

Matematiikan opetuksen kehittämisessä korostetaan oppijoiden aktiivisuutta ja oppijakeskeisiä opetusmenetelmiä. Konstruktivistisen oppimiskäsityksen ottaminen tutkimuksen ja opetuksen perustaksi asettaa käsitykset matemaattisesta tiedosta ja oppimisesta uuteen valoon. Tietoa on saatavilla runsaasti, ja suurempi ongelma onkin muodostaa erilaisista käsityksistä ja näkökulmista synteesi, jonka periaatteet olisivat toimivia käytännön opetuksessa. Koska valmista mallia ei ole, jokainen opettaja joutuu omalta kohdaltaan analysoimaan eri vaihtoehtoja ja tekemään omaa opetustaan määrittävät päätökset. Konstruktivistisen oppimiskäsityksen omaksuminen vaatii asenteiden syvällistä muutosta, jota Leino kuvaa sanoin "hahmoteltu konstruktivistinen tie tulee olemaan pitkä ja kaita" (1993, 20).

Vaikka entinen matemaattisen tiedon näkökulma vaikuttaa yhä matematiikan opetukseen, vankan teoriaperustan omaavan konstruktivismin uudistusvoimaan todella uskotaan. Konstruktivistinen oppimiskäsitys pohjautuu oppimisen tutkimiseen ja vastaa teknologian kehittymisen asettamiin vaatimuksiin. Lisäksi konstruktivismi on omaksunut humanistisen ihmiskäsityksen periaatteita, esimerkiksi oppilaan näkemisen uteliaana ja päämäärätietoisena yksilönä. Viime kädessä konstruktivistinen käsitys oppimisesta perustuu siis käsitykseen ihmisestä sosiaalisena ja inhimillisenä yksilönä (Berry & Sahlberg 1995, 23).

Kuitenkin jopa tieteenharjoittajilla ja kasvatuksen asiantuntijoilla on erilaisia näkemyksiä oppimisesta, ja oppimiseen liittyvistä periaatteista ja käytännöistä kiistellään jatkuvasti. Berry ja Sahlberg toteavat (1995, 21), että on helppo kritisoida kouluja vanhanaikaisesta oppimis- ja tiedonkäsityksestä, mutta paljon vaikeampaa on osoittaa rakentavia ratkaisuja. Suomessa ratkaisua on haettu muun muassa Matemaattis-luonnontieteellisen perussivistyksen komitean ja matematiikan opettamisen kehittämistyöryhmän avulla, joiden molempien työt ovat olleet antamassa suuntaa matematiikan opetuksen ja opetussuunnitelman kehittämiseen.

Uudistusprosessissa kasvatustieteellinen tutkimus on avainasemassa, samoin Opetushallitus, joka omalla tahollaan on yrittänyt edistää kehitystä esimerkiksi uudistamalla opetussuunnitelma-ajattelua, josta Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994 on konkreettinen esimerkki. Aikaisemmasta poikkeavan tyylinsä vuoksi perusteet ovat herättäneet opettajissa ja opetuksen tutkijoissa sekä ihailua että hämmennystä ja kritiikkiä. Nämä ristiriitaiset käsitykset kannustivat minua osaltaan tämän tutkimuksen tekemiseen.

Tutkimukseni tarkoituksena on kaventaa konstruktivismin teorian ja käytännön välistä kuilua luokanopettajan näkökulmasta katsottuna. Tutkimus käsittelee matematiikan opetuksen muuttumista, lähinnä konstruktivismia, sekä sitä, millaisia haasteita se on Suomessa asettanut matematiikan opetuksen ja opetussuunnitelman kehittämiselle. Tutkimuksen alun teoriaosassa tuodaan esiin, miten oppimiskäsityksen muuttuminen behavioristisesta konstruktivistisesti ilmenee matematiikan opetuksen käytännön tilanteissa. Tämän jälkeen luodaan katsaus matematiikan opetuksen kehittämistoimiin Suomessa kuluneen vuosikymmenen aikana.

Tutkimus on eri asiantuntijatahojen näkökulmien mukaan saamiseksi toteutettu asiantuntijahaastatteluina. Mukana on keskushallinnon, matematiikan didaktiikan ja opettajien edustajat. Haastattelukysymykset on rajattu aiheen laajuuden

vuoksi koskemaan matematiikan opetukseen ja opetussuunnitelmaan ulkoapäin vaikuttaviin tekijöihin, kuten matematiikan opetuksen kehittämistyötä ja opetussuunnitelman perusteita. Tästä syystä esimerkiksi matematiikan opetuksen ja opetussuunnitelman konkreetteja sisältöjä koskevia kannanottoja tai suoria opettamisen malleja ei ollut mahdollista ottaa mukaan tähän tutkimukseen. Tutkimus on toteutettu laadullisena tutkimuksena grounded theory -menetelmää käyttämällä.

2 MATEMATIIKAN OPPIMISKÄSITYKSEN MUUTTUMINEN

Matematiikka on tähtitieteen ja luonnontieteiden ohella ihmiskunnan vanhin tiede. Matematiikka muodostuu monista perusasioista, jotka ovat yleisesti hyväksyttyjä ja säilyneet samoina vuosisatoja.

Matematiikalla on aina ollut tärkeä osa koulun opetussuunnitelmassa. Matematiikka on myös lähes ainoa oppiaine, jota opiskellaan lähes kaikissa kouluissa läpi maailman. Matematiikan opiskelun on jopa katsottu tukevan yleisten kasvatuspäämäärien saavuttamista.

Kuva koulumatematiikasta ja sen opettamisesta näyttää olevan muuttumassa. Enää koulumatematiikkaa ei ymmärretä jäykkänä, ennalta annettuna rakenteena, joka oppilaiden olisi sellaisenaan omaksuttava. Sen sijaan ajatellaan oppilaiden oppivan parhaiten, kun he itse työskentelevät uuden opittavan asian parissa. (Halinen ym. 1991, 8.)

Oppimis- ja tiedonkäsitykseen liittyvät kriittiset pohdinnat alkoivat Suomessa 1980- luvun puolenvälin paikkeilla ja keskustelua on käyty erityisen vilkkaasti vuosikymmenen lopulta alkaen (Patrikainen 1997, 72). Tässä keskustelussa on yleisenä trendinä ollut siirtymä behavioristisesta käsityksestä kohden konstruktivistista ja kognitiiviseen psykologiaan perustuvaa mallia.

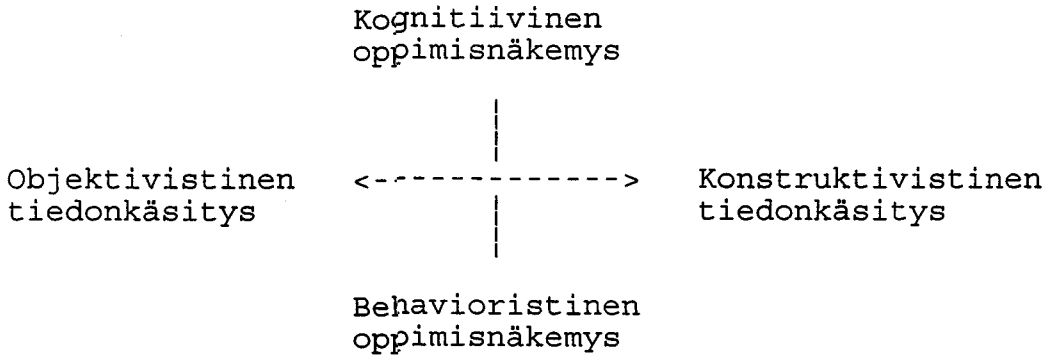
Rauste-von Wright (1994, 40) toteaa, että on olemassa runsaasti "yleistä pedagogista viisautta", joka on tuttua opettajille ja jota toistellaan lähes kaikissa oppikirjoissa, mutta on myös runsaasti eroja näkemyksissä siitä, millaisin pedagogisin keinoin oppimista ja muistamista voidaan parhaiten edistää. Nämä näkemykset riippuvat keskeisesti siitä oppimiskäsityksestä, joka otetaan lähtökohdaksi.

Opetustyössä muovautuvat oppimiskäsitykset sisältävät yleensä monenlaista ainesta, joissa käytäntöihin liittyvät tottumukset, asenteet ja arvot yhdistyvät olettamuksiin siitä, mitä oppilaan aivoissa tapahtuu oppimisprosessin kuluessa. Oppimiskäsityksiin vaikuttavat yleiset käsitykset inhimillisen tiedon ja psyykkisten prosessien luonteesta sekä mm. oppimista koskevan tutkimuksen perinteet ja tulkintaperinteet. Lisäksi niihin vaikuttavat yhteiskunnalliset perinteet ja normit, sekä odotukset, joita yhteiskunnan taholta on kulloinkin koulutukselle asetettu. (von Wright 1993, 1.)

Oppimiskäsitysten tarkastelussa, kuten muutenkin, behaviorismi nojaa tiedon pysyvyyteen, kun taas konstruktivistiseen näkemykseen liittyy ajatus tiedon suhteellisuudesta. Tieteen edistysaskelet, kuten oppimiskäsityksissä tapahtuneet muutokset, eivät tapahdu vain uutta löytämällä, vaan myös keksittäessä uusia tapoja käsitteellistää ja jäsentää jo olemassa olevaa tietoa. Täten myös tieteen totuudet voidaan nähdä ajan myötä muuttuvina konstruktioina kulloinkin käytettävissä olevan evidenssin pohjalta. (von Wright 1993, 29-30.) Tästä syystä ei riitä, että opetetaan nykyistä tietoa, vaan oppijalle on ennen muuta luotava edellytykset oppia jatkuvasti uutta (Patrikainen 1997, 76).

On tärkeää, että opettajalla on opetus- ja oppimisteoreettista tietämystä. Vain siten hän voi rakentaa oman pedagogisen "tyylinsä". Behaviorismin ja konstruktivismin käsitteiden selventämiseksi tässä esitellään lyhyesti Patrikaisen (1997) käsitykset tiedon- ja oppimiskäsityksistä.

Kuvion 1 mukaisesti oppimiskäsityksen dimensionaalisina ääripäinä voidaan erottaa behaviorismi ja kognitivismi. Vastaavina tiedonkäsityksen ääripäinä voidaan erottaa objektivismi ja konstruktivismi.



Kuvio 1. Tiedon- ja oppimiskäsityksen muodostama nelikenttä. (Patrikainen 1997, 87.)

Objektivismin mukaan epistemologinen tieto maailmasta voidaan opettaa ja oppia absoluuttisena. Konstruktivistinen tiedonkäsitys lähtee siitä, että jokainen meistä tekee omat tulkintansa maailmasta ja siten konstruoi omat tietämysrakenteensa. Näihin tiedonkäsityksiin kytkeytyy myös läheisesti behavioristinen ja kognitivistinen oppimiskäsitys. Behaviorismin mukaan tieto on sellaisenaan tai osiin paloiteltuna siirrettävissä oppijan tajuntaan. Kognitivismin mukaan opetuksessa tärkeintä on auttaa opiskelijaa itse rakentamaan omat ajattelumallinsa ja strategiansa oppia uutta tietoa. (Patrikainen 1997, 86.)

Patrikaiseen (1997) ja edellä esitettyyn tukeutuen myös tässä tutkimuksessa käsitteellä "behaviorismi" tarkoitetaan objektivistis-behavioristista opetus- ja oppimisnäkemystä, ja vastaavasti käsitteellä "konstruktivismi" tarkoitetaan kognitivistis-konstruktivistista opetus- ja oppimiskäsitystä.

2.1 Behavioristinen oppimiskäsitys

Behavioristinen käsitys oppimisesta ja kasvatuksesta kehittyi vuosisadan alussa ja oli vallitseva suuntaus tutkimus- ja kehittämistoiminnassa aina 1970- luvulle saakka (Berry & Sahlberg 1995, 14). Koulutuksen rakennetta alettiin vuosisadan vaihteessa tietoisesti rakentaa tayloristisen filosofian pohjalle. Sen lähtökohtana on käsitys, jonka mukaan ihmisen toimintoja on suunniteltava, ohjattava ja valvottava ulkoapäin, jotta saataisiin toiminnasta entistä tehokkaampaa ja tuloksekkaampaa. Tämän käsityksen vaatimuksiin soveltui hyvin behavioristinen oppimiskäsitys. (Suonperä 1995, 98.)

Oppimisen psykologian "isänä" pidetään amerikkalaista Lee Thorndikea, joka oli kiinnostunut käyttäytymismuotojen oppimisesta ja motivaation merkityksestä oppimiseen. Hän muodosti eläintutkimustensa perusteella teorian, jonka mukaan palkitseminen edistää oppimista. Tätä on myöhemmin kutsuttu vahvistamisen periaatteeksi. Oppimisen tutkimuksen valtasuuntauksena behaviorismi oli ensimmäisen maailmansodan aikoihin. Tällöin behaviorismissa pyrittiin puhtaasti luonnontieteelliseen käyttäytymisen tutkimukseen. Oppimisen perusperiaatteet nähtiin samoina eläimillä ja ihmisillä: kaikki monimutkainen käyttäytyminen voidaan redusoida yksinkertaisiin osiinsa, ymmärtää osista kokonaisuuksiksi rakentuvana. Oppimista, ärsyke-reaktio- kytkeytymiä, säätelee viime kädessä vahvistaminen. (Patrikainen 1997, 73 ; von Wright 1993, 6-7.)

Thorndiken teoriaa on soveltanut myös Skinner myöhemmissä tutkimuksissaan ja teorioissaan. Patrikainen (1997, 74) tuo esiin, että behavioristinen malli sopi aikaisemmin vallinneeseen mekanistiseen työkulttuuriin. Behaviorismi on ikäänkuin heijastuma sen ajan teollisuustyön muodosta, ja sitä on sovellettu juuri suhteellisen yksinkertaisten teollisuuden työtehtävien opettamiseen.

Behavioristinen teoria perustuu staattiseen tiedonkäsitykseen. Siinä ei kiinnitetä huomiota sen enempää tiedon merkitykseen kuin siihen, miten oppilas hankkii ja omaksuu tietoa. Oppilas tuntee useimmiten itsensä passiiviseksi objektiksi, jolle oppiminen on ymmärtämisen sijasta asian ulkoa muistamista. Tästä on syntynyt monenlaisia negatiivisia uskomuksia matematiikkaa kohtaan. (Haapasalo 1994a, 243.)

Behavioristinen käsitys keskittyy ensisijaisesti siihen, mitä opitaan. Tämän oppisuunnan vaikutuksesta kouluissamme on edelleen näkyvissä oppikirjasidonnaisuus. Behavioristisen koulujärjestelmän tehokkuusvaatimuksen arvellaan johtaneen oppimisympäristön kutistamiseen kirjallisiksi oppimateriaaleiksi, havaintovälineiksi ja todellisuutta esittäviksi malleiksi. Oppimisprosessien pohjana olevien havaintojen olisi lisäksi rajoituttava näiden rakenteiden muodostamaan kehykseen. (Patrikainen 1997, 75.)

Edelleen oletetaan, että sama oppimateriaali samalla tavalla välitettynä vaikuttaa periaatteessa samalla tavalla kaikkiin yksilöihin. Oppijan aktiivisuudeksi luetaan ainoastaan ulkoisesti näkyvät teot, ja oppimishalukkuutta pyritään tehostamaan palkkioin. Tuloksen parantamiseksi opittavia asioita voidaan yksinkertaistaa ja kokeissa kysytään vain sitä, mitä on opetettu. (Yrjönsuuri 1994,22.) Pitkälle valmiiksi suunniteltu, opettajanoppaissa esitelty, didaktinen etenemismalli on houkutellut myös opettajat antamaan didaktisen vastuunsa oppimateriaaleille: oppilaiden on uskottu oppivan vähimmällä mahdollisella älyllisellä ponnistelulla vastaamalla oppikirjansa tehtäviin ja vaatimuksiin. (Patrikainen 1997, 76.)

Behavioristisessa opetuksessa tärkeintä on tulos, eli produkti. Tuloksen korostaminen johtaa luonnostaan siihen, että opetuksessa on tärkeintä tiedon jakaminen. Opettaja järjestää ja jäsentää asiat oppilaille sopivaan muotoon, ja oppijan tehtäväksi jää uusien asioiden ajatteleminen ja ymmärtäminen. Asiasta kiinnostuneille oppilaille menetelmä saattaa-

kin olla hyvä ja tehokas. Toisaalta opitut asiat ovat usein pinnallisia ja vaativat jopa ulkoaoppimista. (Ahtee 1993, 65.)

Behavioristisen teorian mukaan oppiminen nähdään yksilön ulkoisen käyttäytymisen muuttumisena, jota voidaan vahvistaa palkkioiden ja rangaistusten avulla. Oppimistapahtuman painopiste on opettajan näkyvässä toiminnassa ja oppilaan ulkoisessa käyttäytymisessä. Opetus on yleisesti ymmärretty valmiiksi jäsenneltyjen ja pilkottujen tietojen jakamisena. Opetuksen korostuminen johtaa opettajakeskeiseen toimintaan. Myös opetuksen kehittämisessä ja tutkimisessa mielenkiinto on kohdistunut opetuksen järjestelyihin ja erityisesti opettajan toimintaan sekä oppilaan reaktioihin ja käyttäytymisen muuttumiseen. (Berry & Sahlberg 1995, 15-19.)

Yhteiskunta on nykyään siirtymässä entistä joustavampaan tuotantotapaan. Tämä merkitsee sitä, että työntekijöiden on hallittava entistä laajempia kokonaisuuksia ja toisaalta yhä monipuolisempia asia- ja toimintayhteyksiä. Osittain myös tästä syystä behavioristinen tieto on osoittautunut rajoittuneeksi. Tarvitaan ymmärrystä, jota saadaan aikaan yhdistämällä tiedot toimintaan. Tiedon tulee olla joustavaa, käytäntöön sitoutuvaa ja soveltamiskelpoista. (Suonperä 1995, 100-101.)

Kuitenkin vielä nykyäänkin opetuksessa on nähtävissä lukuisia behavioristisia jäänteitä, joiden ajatellaan edustavan itsestäänselviä ja luonnollisia opettamisen sääntöjä (esim. nopea välitön palaute, oppiaineksen osittaminen, ulkoisen aktiivisuuden korostaminen). Vaikka behavioristinen teoria ei pysty antamaan riittäviä lähtökohtia oppimaan oppimisen taitojen ymmärtämiselle ja opettamiselle, on edelleen asioita, joiden oppimisessa ja opettamisessa behavioristinen lähestymistapa puoltaa paikkaansa. Esimerkiksi oppimisvaikeuksista kärsiville oppijoille opittavan asian osittaminen ja ajoittaminen voi olla hyödyllistä. (Rauste-von Wright 1994, 18; Patrikainen 1997, 76.)

2.2 Konstruktivistinen oppimiskäsitys

Suomessa alettiin 1980 -luvun alkupuolella kiinnostua kognitiivisen psykologian tarjoamasta näkökulmasta matematiikan oppimisessa. Kiinnostuksen kohteeksi nousi lapsi itse ja hänen mahdollisuutensa ymmärtää matematiikan käsitteitä ja operaatioita aikaisempien kokemustensa perusteella. Kognitiivinen näkemys painottaa sitä, miten opitaan. (Seppälä 1995, 9.)

Kognitiiviseen näkökulmaan perustuva konstruktivismi ei ole ajankohtaisuudestaan huolimatta uusi aate, vaan sillä on vuosisataiset perinteet. Jo Sokrateen kuuluisa dialektinen menetelmä sisälsi konstruktivismin perusajatuksen oppijan aktiivisesta roolista uuden tiedon rakentajana. Myös useat huomattavat filosofit ja psykologit kuten Kant, Baldwin ja Piaget, ovat kannattaneet konstruktivistisia näkemyksiä. Itse asiassa Piaget'a voidaan pitää tämän päivän konstruktivismin alullepanijana. (Lindgren 1990, 45.)

Vaikka kognitiivisen psykologian varaan kehittynyttä ns. kognitiivista oppimiskäsitystä onkin luonnehdittu edistykselliseksi, sen puutteena on vielä se, ettei se ota riittävästi huomioon tiedon syntyprosesseja. Taustalla onkin kieltämättä liiaksi ajatus, että "tietoa ikäänkuin virtaa jostakin ulkopuolelta oppijaan". Konstruktivistinen näkemys kieltää tällaisen mahdollisuuden, sillä sen pohjana olevissa oppimispsykologisissa ja tietoteoreettisissa malleissa oppiminen on itse asiassa tietoisuuden rakentumista eli konstruoitumista lapsen ulkoisten toimintojen sisäistyessä. (Haapasalo 1993, 3.)

Konstruktivismi ei ole yksi oppimisen selitysmalli vaan joukko oppimisteorioita, jotka perustuvat yhteisiin filosofis-teoreettisiin lähtökohtiin (esim. Rauste- von Wright & von Wright, 1994). Berryn ja Sahlbergin (1995, 22) mukaan sen suosion kasvu esimerkiksi matematiikan opetuksen kehittämisessä viestii niistä ongelmista, joihin uskomus matema-

tiikan oppimisesta valmiiden mallien kopioimisena on johtanut. Konstruktivismi jakautuu yleiskäsitteensä alla lukuisiin suuntauksiin, joilla kullakin on oma, tietoteoreettinen lähtökohtansa. Usein käytetään jakoa radikaaliin, heikkoon, ja sosiaaliseen konstruktivismiin (esimerkiksi Haapasalo 1994a; Leino 1993).

Konstruktivismin pohjana olevassa dynaamisessa tiedonkäsityksessä korostuu oppilaan aktiivinen rooli tiedon konstruoijana ja prosessoijana. Tällöin matematiikka ymmärretään ajatteluprosessien kehittämisenä, sekä yhteyksien, sääntöjen ja kaavojen etsimisenä ja rakentamisena oppilaiden todellisista kokemuksista lähtien. Tälläisessa aktiivisessa prosessissa oppilas rakentaa itselleen kuvaa todellisuudesta. Uudet tiedot sulautuvat hänen tietojärjestelmäänsä muuntaen sitä koko ajan vuorovaikutuksessa ympäristön kanssa. (Haapasalo 1994a, 243.)

Koska konstruktivismissa ihminen nähdään aktiivisena, oman tietonsa rakentajana, yksilöllisyydellä on merkittävä osa oppimisessa. Tietoa ei voida siten tarkastella sinänsä ongelmattomana, siirrettävissä olevana, vaan olennainen osa tiedosta muodostuu siihen oppijan mielessä kytkeytyvistä viitteistä ja merkityksistä. Ilman käyttötarkoituksia tieto on oppijalle hyödytön. (Leino 1993, 15; Simon 1995, 115.) Konstruktivismin periaatteena on opettaa oppijaa käyttämään omakohtaista ajattelua, havainnointia ja kokeilemista myös tiedon hankinnassa. Oman kokemuksen ja ajattelun kautta hankittu tieto säilyy muistissa paremmin ja on käyttökelpoisempaa kuin muiden aloitteesta hankittu ja muiden kokemuksiin perustuva tieto (Koponen 1992, 21). Oppilaan olemassaolevien tietojen ja ennakkokäsitysten sekä uuden tiedon linkki on se tekijä, joka tekee oppimisesta oppilaan kannalta mielekästä (Berry & Sahlberg 1995, 22).

Konstruktivistisen oppimisnäkemyksen mukaan oppimisessa tapahtuneet muutokset voidaan Lindgrenin (1990, 47) mukaan luokitella kvantitatiivisiksi (tiedon määrä lisääntyy) tai

kvalitatiivisiksi (muistissa olevat tiedon struktuurissa, järjestyksessä tai merkityksessä tapahtuvat muutokset). Konstruktivistiseen oppimisnäkemykseen perustuvassa oppimisessa on nimenomaan kysymys kvalitatiivisesta oppimisesta.

Tärkeää oppimisessa ovat siis ennen kaikkea opitun laadulliset piirteet. Esimerkiksi lukiessamme tekstiä luomme - konstruoimme - itse oman versiomme tarjolla olevasta aineksesta, ja tämä oman version luominen on oppimisprosessin ydin. Kärjistäen on sanottu, että oppiminen on kognitiivisen toiminnan sivutuote: Muistiin eivät taltioidu tekstit tai tapahtumat sinänsä, vaan se, mitä kulloinkin olemme tarkkailleet, hahmottaneet, tehneet ja ajatelleet. (Rauste-von Wright & von Wright 1994, 22.)

Konstruktivistinen oppimiskäsitys painottaa emootiota erottamattomana osana oppimista. Oppijan motivaatio, asenteet, tuntemukset ja mielikuvat tulee ottaa huomioon, koska ne sitoutuvat aina osaksi opittavaa tietoa. Näiden kautta oppija virittyy uusiin oppimistilanteisiin, mikä edelleen ohjaa hänen havaintojaan ja tulkintojaan. Opittu palautuu mieleen usein tietoon liittyvien emootioiden ja mielikuvien kautta. Oppimisen kannalta myönteinen tunnetila on tärkeä. Esimerkiksi opittavien asioiden miellyttävyys ja tärkeys auttavat niiden oppimista. (Patrikainen 1997, 81-82.)

Konstruktivismin periaatteen mukaan keinot, joilla tavoitteeseen pyritään, voivat olla oppimisprosessin kannalta yhtä tärkeitä kuin tavoite sinänsä. Tavoite säätelee sitä, mitä yksilö pyrkii tekemään, mutta oppimista säätelee se, mitä yksilö tosiasiallisesti tekee: Oppimisessa kuvastuu hänen kognitiivinen toimintansa. Esimerkiksi käytetystä oppimisen strategiasta ei riipu vain, miten paljon opitaan, vaan myös mitä opitaan. (von Wright 1993, 21.)

Konstruktivistinen oppimiskäsitys korostaa tiedon laajaalaista käyttöä. Se, että muistamisen sijasta painotetaan ymmärtämistä, auttaa oppijaa käyttämään tietoaan uusiin

tilanteisiin paremmin kuin rutiinilaskuja tekemällä päästäisiin. Samoin konstruktivismi kannustaa kehittämään taitoja, joilla oppija voi itse tarkastella ja korjata omia käsityksiään ja ratkaisujaan. (Collins, Brown & Newman 1989, 458-459).

Opetuksessa konstruktivismi suuntaa aihepiirin tarkastelun oppilaiden elämismaailmaan, eikä kyse ole siten vain matematiikan ja ympäristön välisestä suhteesta. Huomion kohteeksi nousee se, minkälaisia uskomuksia ja esikäsityksiä oppijoilla jo on, miten ne on ymmärrettävissä, mitkä olisi saatava muutetuiksi ja miten tämä voidaan saada aikaan. Jotta opettaja pystyisi ohjaamaan oppijaa, olisi hänen päästävä mahdollisimman lähelle oppilaan ymmärtämistä. (Leino 1993, 16.)

Juuri vuorovaikutus onkin konstruktivistista oppimistapahtumaa määräävä tekijä. Esimerkiksi Cobbin (1988, 88) mielestä menestyksellisen kommunikaation saavuttaminen onkin konstruktivismin ongelma. Oppijoita rohkaistaan puhumaan ja kuuntelemaan toisiaan avoimesti ja oppimaan myös sitä kautta. Vuorovaikutus on kuitenkin aikaavievää, ja monet opettajat kokevat, että riittävän vuorovaikutuksen saavuttaminen on vaikeaa, ellei lähes mahdotonta. (Drakenberg 1994, 169.) Björkvistin (1993, 22) mukaan kokemuksista keskusteleminen on kuitenkin tärkeää, koska yksilö konstruoi kokemuksiaan myös vuorovaikutuksessa toisten kanssa.

Konstruktivistisen oppimistapahtuman rakentumisessa kielellä onkin erittäin suuri merkitys. Drakenberg (1994, 170) tuo esiin, että mikäli oppijoilla on vaikeuksia kielellisissä taidoissa, siirtyvät vaikeudet myös matematiikan oppimistilanteeseen. Toisaalta esimerkiksi Haapasalo (1994a, 200-207) tuo esiin, että matematiikan verbaalisten, kuvallisten ja symbolisten käsitteiden yhdistämistä tulee systemaattisesti harjoitella matemaattisessa oppimisprosessissa, ja korostaa, että oppijoiden pitäisi oppia nimenomaan keskustelemaan matematiikasta ja siihen liittyvistä ongelmista.

Perinteiset oppimisen tavoitteet eivät ole soveltuvia konstruktivistisen oppimiskäsityksen periaatteita noudatettaessa. Perinteisten tavoitelausumien sijasta Winn (1990, 57) esittää, että tavoitteet tulisi asettaa siten, että ne olisivat ennemminkin suunnitelmallinen kuvaus niistä tiedoista, joita oppijoiden odotetaan hankkivan, ja menetelmistä, joita oppijoiden oletetaan käyttävän. Samoin olisi muututtava myös opetussuunnitelman. Leino (1997, 48) toteaa, että opetussuunnitelmien perinteiset sisältöluettelot sanelevat opetusta aivan liikaa, ja oppiminen ajautuu täten matemaattisen tiedon ymmärtävään muistamiseen.

Konstruktivistinen oppimiskäsitys muuttaa myös opettajan roolin tiedon jakajasta oppimisen ohjaajaksi. Cobbin (1988, 95) mukaan opettajan pääasiallisen vastuun tulisi olla oppilaiden saaminen todellisten matematiikan ongelmien pariin. Lisäksi opettajan tavoitteena tulisi olla saada oppilaat vähitellen ratkaisemaan vaativampia tehtäviä (esim. Collins et al. 1989, 459). Berry & Sahlbergin (1995, 24) mukaan opettajan tulee järjestää oppimiselle sellainen oppimisympäristö, että oppilaan on mahdollista tarkastella aikaisempia kokemuksiaan ja tietojaan, olla aktiivinen tiedon prosessoija sekä käsitellä uutta tietoa mahdollisimman aidossa ja mielekkäässä asiayhteydessä. Lisäksi Cobb (1988, 99-101) tuo esiin, että opettajalla tulisi olla syvällinen käsitys opittavasta aiheesta ja tietämystä matematiikan alueen käsittellisen kehittymisen vaiheista. Opettajan tulisi olla myös kypsä ja itsenäinen ammattilainen, joka ottaa itse vastuun oman oppimiskäytäntönsä kehittämisestä.

Konstruktivistista oppimiskäsitystäkin on kritisoitu. Se on tietopainotteinen, ja tiedolla ajatellaan olevan oppijalle merkitystä, jos hän itse ymmärtää sen merkityksen itselleen. Oletetaan, että tieto sinänsä synnyttää oppimismotivaation. Selvittämättä kuitenkin jää, kuinka oppija saadaan kiinnostumaan opetussuunnitelmassa usein melko tarkkaan päätetyistä asioista. (Patrikainen 1997, 82.)

Vaikka konstruktivismi tarjoaa käyttökelpoiset "raamit" matematiikan opetuksen uudistukselle, sen läpimenoa hidastaa, kun se ei kerro suoraan, miten matematiikkaa pitäisi opettaa, eikä tarjoa siihen yksityiskohtaista mallia. Opettajalle jää tällöin suuri vastuu. (Simon 1995, 114.) Ahtee (1993, 63) on todennut, että kysymys siitä, onko konstruktivistinen oppimiskäsitys tie oikeaan suuntaan, on vielä auki, mutta ainakin se on aktivoinut opetuksen tutkijoita.

3 MATEMATIIKAN OPETUKSEN JA OPETUSSUUNNITELMAN KEHITTÄMISTOIMIA SUOMESSA

Miksi matematiikan opetusta ja opetussuunnitelmaa tulee kehittää ? Tarpeet niiden kehittämiseen tulevat Howsonin ym. (1981) mukaan pääosin neljästä eri syystä: 1) yhteiskunnallisista ja poliittisista paineista, 2) matemaattisista tarpeista, 3) kasvatuksellisista paineista, ja 4) innovaatioiden tarpeesta. Haapasalo (1994a, 150) toteaa, että viime vuosien kehitys huomioiden listaan tulisi lisätä vielä 5) kasvatustieteen ja oppimispsykologian suunnasta tulevat vaatimukset ja 6) matematiikan historiallisista kehitysprosesseista tulevat vaatimukset.

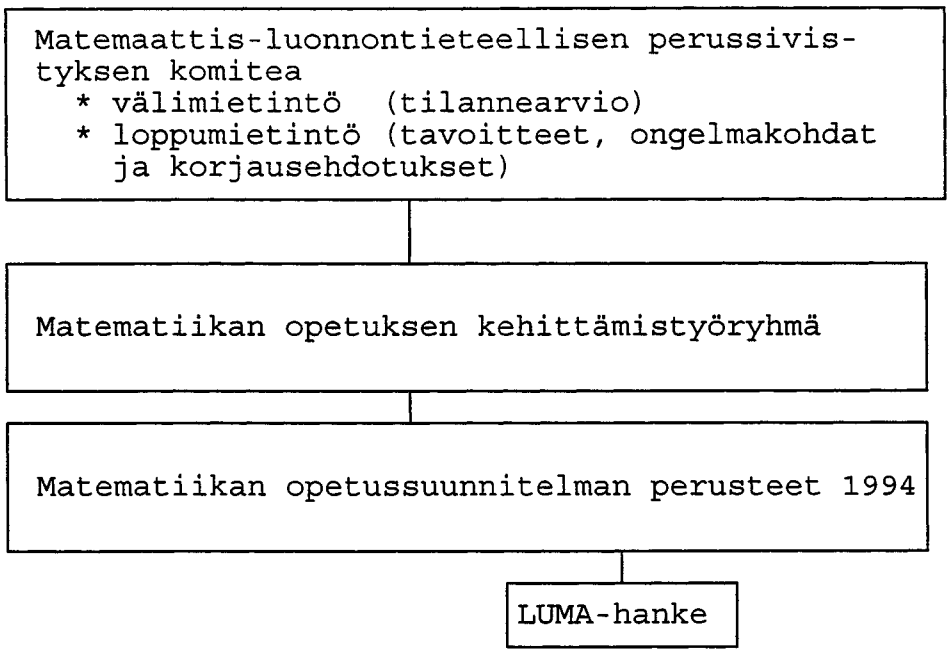
Haapasalo ja Kupari toteavat (1991, 6), että koulumatematiikan kohdalla kehittämistarpeet ovat pääsääntöisesti lähteneet liikkeelle yhteiskunnallisista ja poliittisista paineista. Matemaattisella kompetenssilla nähdään olevan tärkeä merkitys kansakunnan taloudelliselle ja teknologiselle kehitykselle. Suomessa matematiikan opetuksen ja opetussuunnitelman muutokset ovat tavallisesti olleet länsimaissa (etenkin USA:ssa) syntyneiden uudistusaaltojen jälkimaininkeja. Vasta tällä vuosikymmenellä matematiikan, samoin kuin muidenkin oppiaineiden, opetuksen uudistamista on lähdetty tarkastelemaan kasvatustieteen ja oppimispsykologian suunnasta (Haapasalo 1994a, 150).

Suomen itsenäisyyden aikana on koulujen opetussuunnitelmia uusittu perusteellisesti ja valtakunnallisesti vuosina 1925, 1952, 1970, 1985 ja 1994. Vuoden 1970 opetussuunnitelma-ajattelu on edustanut aikanaan kumouksellisinta uudistusta. Kun vuoden 1985 perusteita laadittiin, oli staattinen tiedonkäsitys vielä vallalla. Silloin painotettiin, että kaikkien oppilaiden pitäisi saada samanlaista opetusta ja taata heille tietyt tiedot, jotka opetussuunnitelmassa määrättiin. Sen kaltainen opetus ei vastaa nykyajan ja tulevaisuuden haasteisiin. (Wickman-Skult 1994, 9.)

Uudistusprosessit eivät kuitenkaan ole yksiselitteisiä ja mutkattomia prosesseja, vaan tavoitteeseen pääsemiseksi joudutaan aina tekemään lujasti töitä. Aikaisempien opetussuunnitelmauudistusten epäonnistumiseen Kupari (1993, 49) tuo esiin mm. liian vallankumouksellisen lähestymistavan, uudistuksen sosiaalisen ja kulttuurisen luonteen sivuuttamisen, uudistustoimenpiteiden keskittymisen lähinnä koulutusjärjestelmän tasolle sekä yleisen mielipiteen riittämättömän huomioonottamisen ja hyväksikäyttämisen. Lisäksi uudistukseen ei voida lähteä "puhtaalta pöydältä", vaan lähtökohtana on aina vallitseva opetuskäytäntö "luineen karvoineen" (Haapasalo 1994a, 153).

1980 -luvun lopulla alkaneen matematiikan opetuksen uudistuksen tarve on lyhyesti sanottuna siinä, että ensinnäkin käsitys oppimisesta on muuttunut siten, että tuloksen sijasta korostetaan oppimisprosessia ja toiseksi käsitys matematiikasta vain laskutaitoina ja mekaanisina rutiineina on muuttunut matematiikan ymmärtämiseen ja ajatteluprosessien kehittämiseen.

Tässä luvussa kuvataan matematiikan opetuksen ja opetussuunnitelman kehittämiseksi Suomessa 1980-luvun lopulta saakka tehtyä työtä seuraavan kuvion 2 osoittamassa järjestyksessä.



KUVIO 2. Matematiikan opetuksen ja opetussuunnitelman kehittämistoimia Suomessa.

3.1 Matemaattis-luonnontieteellisen perussivistyksen komitea

Matemaattis-luonnontieteellisen perussivistyksen komitean (kutsuttu myös "Leikolan komiteaksi" puheenjohtajansa mukaan) työ käynnistyi syksyllä 1987 poliittisista ja yhteiskunnallisista paineista, joita teknologian nopea kehitys oli matematiikan opetukselle asettanut. Haapasalo (1994a, 322) toteaa, että syynä oli viime kädessä Tshernobylin onnettomuus, joka viritti keskustelun matemaattisten aineiden opetuksen tilasta.

Komitea toimi opetusministeriön alaisena, Valtioneuvoston 8.10.1987 asettamana komiteana, jonka tehtäväksiannon mukaan tuli:

1) laatia arvio matemaattis-luonnontieteellisen yleissivistyksen ja tietämyksen tasosta ja sisällöstä maassamme ottaen huomioon väestön koulutustason, eri väestöryhmien aseman sekä koulutusjärjestelmän eri tasoilla annettavan opetuksen ja sen kattavuuden;

2) laatia arvio matemaattis-luonnontieteellisen sivistyksen ja tietämyksen muuttuvasta tasosta ja sisällöstä ottaen huomioon teknillistyvän kehityksen, työelämän muutoksen, elinympäristön ja elinolojen muutoksen, kansainvälisen kehityksen sekä yksilön koulutus- ja ammattiuran sekä lisääntyvän vapaa-ajan ja sen toimintojen vaatimukset;

3) arvioida, millaisia koulutustarpeita matemaattis-luonnontieteellisen yleissivistyksen ja tietämyksen tason kehittäminen ja sisällön uudistaminen aiheuttaa;

4) laatia toimintaohjelma vuosille 1989-1993 matemaattis-luonnontieteellisen opetuksen tehostamisen aiheuttamista toimenpiteistä yleissivistävässä ja ammatillisessa koulutuksessa, korkeakoulutuksessa ja aikuiskoulutuksessa sekä täydennyskoulutuksessa erityisesti ns. avainryhmien (esimerkiksi toimittajat, opettajat, hallinnon johdossa työskentelevät) osalta sekä

5) tehdä yksityiskohtaiset ehdotukset ohjelman toteuttamisesta ja laatia ehdotus ohjelman seurannan pysyvästä järjestämisestä. (Komiteanmietintö 1989, 45.)

3.1.1 Välimietintö

Työnsä ensimmäistä vaihetta varten komitea jakautui kolmeen jaostoon: matematiikan ja tietotekniikan, fysiikan ja kemian sekä bio- ja geotieteiden jaostoihin. Tässä työssä tarkastellaan matematiikan osa-aluetta.

Komitea jätti välimietintönsä opetusministeriölle 13. lokakuuta 1988. Komiteanmietinnössä (1988:30) arvioidaan suomalaisten matemaattis-luonnontieteellisen perussivistyksen tilaa ja tulevia tarpeita. Tarkastelun kohteina ovat kansalaisten tämänhetkinen yleissivistys, koulutustaso ja ammattirakenne sekä niiden arvioitu kehitys. Välimietinnössä

tarkastellaan peruskoulua ja lukiota, niiden opetussuunnitelmia ja -menetelmiä, opettajistoa, oppimateriaaleja sekä ylioppilastutkinnon asemaa, edelleen ammatillista koulutusta, korkeakoulujen yleissivistävää matemaattis-luonnontieteellistä opetusta, aikuiskoulutusta, joukkoviestimiä ja harrastustoimintaa. Lyhyesti sanottuna siinä esitetään perusteellinen tilannearvio matemaattisten aineiden opetuksen tilasta.

Välimietinnössä todetaan komitean pitävän peruskoulun matematiikan oppimäärän tavoitteita, sisältöjä sekä opetuksen järjestämistä koskevia ohjeita oikeansuuntaisina. Kuitenkin komitea toteaa, että matematiikan soveltamisen sijoittaminen erilliseksi sisältöalueeksi ei vielä riittävässä määrin takaa soveltamisen kytkemistä muihin sisältöalueisiin. Geometrialla vielä ole sen aseman kohentumisesta huolimatta riittävää osuutta ja selkeyttä oppimäärässä. (Komiteanmietintö 1988, 50.)

Samoin peruskoulun opetussuunnitelmaa koskevassa yhteenvedossaan komitea toteaa, että siinä asetetut tavoitteet, oppisisällöt ja opetuksen järjestelystä annetut ohjeet ovat yleensä oikeansuuntaisia. Eri oppiaineissa pyritään kokonaistavoitteeseen, oppilaan persoonallisuuden tasapainoiseen kasvuun ja kattavaan ja ehyeen yleissivistykseen, jonka saavuttamista opetuksessa tukee integroinnin korostaminen. (emt., 56.)

Tarkastelussa on kuitenkin todettu joitakin kohtia, joihin komitean mielestä tulisi etsiä uusia ratkaisuja. Komitea totesi (s. 56), että vuoden 1985 opetussuunnitelman perusteet eivät anna opetuksen metodisia ohjeita. Tällöin opetussuunnitelma ei riittävästi ohjaa kokeellisen opetusmenetelmän käyttöön luonnontieteellisten aineiden opetuksessa. Puute heijastuu esimerkiksi oppimateriaaleissa ja muissa opetukseen vaikuttavissa tekijöissä. Lisäksi matematiikan osalta komitea kiinnitti erityistä huomiota siihen, että äidinkielen opetussuunnitelmassa ei ole nähty tarvetta

integroida äidinkielen opetusta matematiikkaan, tietotekniikkaan ja luonnontieteisiin, vaikka äidinkielen taidot ovat yhteydessä ajattelun kehittymiseen. (emt., 56-57.)

Komitea on todennut, että peruskoulun matematiikan kirjojen tehtävät opettavat yleensä tehtävien rutiiniluontoiseen ratkaisemiseen. Komitea kaipasi enemmän ongelmien ja avoimien tehtävien käsittelyyn harjaannuttamista, kuten myös arkielämän tilastojen käsittelyä. (emt., 130.)

Vuoden 1985 opetussuunnitelmien perusteet korostavat formaalisia oppimistavoitteita. Pyrkimyksenä on oppia tiedon hankkimisen, arvostelun ja käyttämisen taitoja runsaan asiamäärän muistamisen sijasta. Komitea on todennut koulussa käytettävän edelleen yleisesti opetusmenetelmää, jossa opettaja ja kirja jakavat tietoa, joka sellaisenaan opetellaan muistamaan. Komitea on todennut opetussuunnitelmasta, että keskeisten tavoitteiden saavuttamiseen vaadittaisiin entistä enemmän omatoimiseen tiedonhankintaan, arvioivaan keskusteluun ja tiedon soveltamiseen ohjaavien opetusmenetelmien käyttöä. (Komiteanmietintö 1988, 131.)

3.1.2 Loppumietintö

Opetusministeriölle 29. syyskuuta 1989 jätetyssä loppumietinnössä (1989:45) komitea esittää toimenpide-ehdotukset matemaattis-luonnontieteellisen perussivistyksen vahvistamiseksi. Loppumietinnössä komitea antaa ehdotuksensa matemaattis-luonnontieteellisten aineiden opetuksen ja opetussuunnitelmien kehittämiseksi yleisinä kehittämispyrkimyksinä, ja jättää niiden konkretisoinnin pitkälti opetusviranomaisten, etenkin silloisen Kouluhallituksen, tehtäväksi.

Komitea toteaa, että kouluopetusta tulisi kehittää asettamalla tavoitteiksi tiedon hankinnan, käsittelyn, arvioinnin, yhdistelyn ja soveltamisen taidot. Silloisen opetussuunnitelman muodon ja oppikirjojen siitä esittämien tulkintojen

todettiin johtavan usein oppisisältöjen ylikorostumiseen edellä mainittujen taitojen kustannuksella. Komitea toi esiin, että usein ainesta on liikaa, ja sitä olisi karsittava, koska mahdollisimman monilla alueilla tulisi oppia ymmärtämään ja soveltamaan keskeisiä asioita sen sijaan, että yritettäisiin tyhjentävästi käsitellä kaikkia oppisisällöissä esitettyjä aiheita. Lisäksi todettiin, että vaikka opetussuunnitelmassa on korostettu aineiden integrointia, se ei ole yleensä toteutunut. Komitean mielestä opetussuunnitelmatyö tulisi käynnistää kiireellisesti, jotta se nykyistä paremmin vastaisi tulevaisuuden haasteisiin. (Komiteanmietintö 1989, 6-7.)

Jotta opetussuunnitelman tasolla päästäisiin mahdollisimman nopeasti ohjaamaan koulutyötä tavoitteiden suuntaan, komitea esitti paitsi täydentäviä ohjeita opetustyöhön, myös opetussuunnitelmien perusteiden uudistustyötä, jossa tulisi huomioida muun muassa seuraavia keskeisiä seikkoja:

* *Oppisisältöjä tulee yleensä karsia, ja osoittaa, kuinka niitä täytyy opetuksessa ja opiskelussa voida valita ja painottaa. Asian käsittelemiseen on uskallettava käyttää riittävästi aikaa. Oppilaan ikäkausi on huomioitava opetussuunnitelmassa.*

* *Luonnontieteiden opetussuunnitelmien tulisi alusta alkaen tukeutua aiempaa selvemmin luonnontieteille ominaisiin tiedonrakenteisiin, ajattelu-, ja tiedonhankintatapoihin.*

* *Metodisissa ohjeissa tulee korostaa vaihtelevien opetusmenetelmien käytön ja aineksen valikoinnin tärkeyttä.*

* *Opetussuunnitelman tulee entistä voimakkaammin ohjata eri oppiaineiden integraatioon sekä oppisisältöjen ja opetusmenetelmien valinnassa että koulutyön käytännön järjestelyissä.*

* *Oppimateriaalia tulisi kehittää siten, että se antaa mahdollisuuksia ja ohjaa vaihtelevien opetusmenetelmien käyttöön. (Komiteanmietintö 1989, 8-9.)*

Matematiikan opetuksen kehittämiseen komitea antaa seuraavia ohjeita:

* *Oppilaiden olisi saatava kokea, että matematiikalla on merkitystä sekä koulun ulkopuolella, että jatkoopinnoissa.*

* *Opetusmenetelmiä on kauttaaltaan monipuolistettava.*

* *Opetuksen painopistettä on siirrettävä rutiinitaitojen harjaannuttamisesta ajattelun kehittämiseen. Opetusilmapiiriä on kehitettävä entistä avoimempaan ja ongelmakeskeisempään suuntaan.*

* *Opetusta on konkretisoitava ja se on pyrittävä liittämään mahdollisimman paljon käytäntöön.*

* *Oppilaille on välitettävä kuva matematiikasta yleisenä apuvälineenä.*

* *Laskimia ja tietokoneita olisi hyödynnettävä aiempaa tehokkaammin ja varhaisilta luokka-asteilta lähtien.*

* *Geometrian, erityisesti kolmiulotteisen avaruuden materiaalin käsittelyä on lisättävä kaikilla luokka-asteilla.* (Komiteanmietintö 1989, 33-34.)

3.2 Matematiikan opetuksen kehittämistyöryhmä

Opetusministeriö ryhtyi komiteamietinnön pohjalta toimiin ja helmikuussa 1990 Kouluhallitus asetti Matematiikan opetuksen kehittämistyöryhmän, jonka tehtäväksi tuli *"arvioida peruskoulun ja lukion matematiikan kehittämistarpeita ja tehdä kehittämisehdotuksia"* (Matematiikan opetuksen kehittämistyöryhmän väliraportti 1991, 5). Lisäksi todettiin, että *"työryhmän tulee kiinnittää huomiota matematiikan opetuksen seurantaan, tutkimustoimintaan, kokeiluihin, opetussuunnitelmiin, oppimääriin, oppimateriaalin kehittämiseen, työtapoihin, opettajien täydennyskoulutukseen ja ohjaukseen sekä matematiikan opetusta koskevaan tiedotustoimintaan"* (emt., 5.)

Kehittämistyöryhmä jakautui kahdeksi jaostoksi. Lukiojaosto keskittyi lukion yleisen oppimäärän korjaamiseen ja tässä

tarkasteltu peruskoulujaosto pyrki toimimaan ICMI:n ohjeiden mukaisesti; lähinnä pyrkien tarttumaan laajempiin kysymyksiin ja välttäen pinnallisia yksityiskohtia esim. mitä minkäkin luokan opetukseen tulee sisältyä. Peruskoulujaoston työskentelyn kannalta tämä tarkoitti matematiikan oppimis- ja opetuskäsityksissä tapahtuneiden muutosten perinpohjaista analysoimista sekä näiden muutosten huomioon ottamista opetussuunnitelmatyössä sekä opetuksen suunnittelussa ja toteutuksessa. (Haapasalo 1993, 9.)

Peruskoulujaoston työskentely perustui siihen, että pelkästään opetuksen sisällöllisiä ja kehystekijöitä (esim. sisällöt ja aika) muuttamalla ei ole mahdollista saada aikaan toivottavaa muutosta. Näiden ohella oli muodostettava selkeä käsitys siitä, millaiselle tieto- ja oppimiskäsitykselle matematiikan opetus voidaan perustaa sekä osoitettava, millaisia oppimiskokemuksia ja millä tavoin tältä perustalta on mahdollista tuottaa. (emt., 9.)

Kehittämistyöryhmä tarkasteli esimerkiksi silloisen opetussuunnitelman perustana olevia tavoitelausumia, jotka ryhmän mielestä olivat sinänsä oikeansuuntaisia, mutta epätarkoituksenmukaisia ja fraasimaisia. Lisäksi olisi erittäin tärkeää analysoida sitä, miksi asetetut yleiset tavoitelauseet eivät toteudu käytännön opetuksessa. (Matematiikan opetuksen kehittämistyöryhmän väliraportti 1991, 12.)

Työryhmän (emt., 13-15) tarkastelussa on nostettu esiin matemaattisten tietojen hankkimis- ja omaksumisprosessit sekä oppilaiden välisten erojen huomioiminen. Koulussa matematiikkaa on opetettu oppilaille lähinnä deduktiivisella ja opettajajohtoisella menetelmällä, eivätkä oppilaat ole useinkaan kokea matemaattisen tiedon syntymistä ongelmanratkaisuprosessien seurauksena. Lisäksi erityisesti peruskoulun matematiikan opetussuunnitelma on rakennettu liiaksi yhtenäistämiseen pyrkivän ideologian varaan. Opetussuunnitelmassa olisi kyettävä varaamaan myös laadullisesti hyvinkin poikkeavia vaihtoehtoisia ja vapaavalintaisia oppisisältöjä

eri tasoisten tai eri tavalla suuntautuneiden oppilaiden tarpeisiin. Tämän olisi näyttävä etenkin peruskoulun yläasteella.

1991 työryhmä esitti perustelut ja lähtökohdat matematiikan opetuksen kehittämiseksi. Työryhmä kiteytti ajatuksensa yhdeksäksi opetuksen kehittämisperiaatteeksi, jotka koskivat uudistuvaa oppimisnäkemystä, matematiikan opetukselle asetettavia tavoitteita, oppimisympäristöjen suunnittelua sekä arviointia, opetusvälineitä ja valinnaisuutta (kunnille ja kouluille).

Matematiikan opetuksen kehittämisperiaatteet on stilisoitu Lenni Haapasalon on 1990 julkaisemien toimenpidestrategioiden mukaan, joiden avulla maamme koulumatematiikan opetussuunnitelmia voitaisiin kehittää ja uudistaa. (Matematiikan opetuksen kehtittämistyöryhmän väliraportti 1991 ; Haapasalo & Kupari 1991 ; Haapasalo 1993.)

Periaatteet 1-3: Matematiikan merkitys oppilaan kasvuprosessissa.

Periaate 1. Matematiikka tulee nähdä laajempana kuin vain tiettyjen laskutaitojen oppimisena. Matematiikan oppiminen on liitettävä oppilaan henkiseen kasvuun, hänen ajattelunsa laajuuden ja johdonmukaisuuden lisäämiseen sekä maailmankuvan muodostumiseen. Ongelmanratkaisun on oltava matemaattisloogisten vaatimusten ohella opetuksen keskeinen periaate.

Periaate 2. Matematiikan opetuksen tavoitteena tulee olla ennen muuta kehittää oppilaan kykyä luokitella, jäsentää ja mallintaa ympäröivässä maailmassa eteen tulevia tilanteita. Tämän mukaisesti opetuksessa lähtökohtana ei ole pidettävä valmiiksi strukturoitua ja oppilaille sellaisenaan välitettävää tietoa, vaan heuristisia tiedonhankintaprosesseja korostaen on pyrittävä siihen, että tiedot ja taidot vähitellen jäsentyvät ja tarkentuvat oppilaalle käyttökelpoiseksi rakennelmaksi.

Periaate 3. Oppilas nähdään aktiivisena tiedon hankkijana, käsittelijänä ja tallentajana, jolle oppiminen on aikaisempien ajatus- ja toimintamallien korjailua ja täydentämistä.

Periaatteet 4-6: Oppimisympäristöjen suunnittelu

Periaate 4. Opetukselle asetettujen sisältöpainotteisten tavoitteiden asemasta korostetaan oppimisen prosessitavoitteita. Ne on pyrittävä muotoilemaan oppilaan henkistä kasvua tukevassa hengessä niin, että ne myös ohjaavat käytännön opetustyötä sekä oppimateriaalien laadintaa ja käyttöä.

Periaate 5. Matematiikan tulee olla myös sisällöllisesti avoin uusille tiedoille, keksinnöille, tärkeiksi nousseille asiaryhmille ja ajankohtaisille sovelluksille. Vaikka oppisisältöjen strukturoinnissa tulee ottaa huomioon matematiikan syntyhistoria, perinteisiä oppisisältöjä on uskallettava tarkastella kriittisesti. On voitava jättää pois sellaista tietoa, joka ei ole maatematiikan rakenteen ymmärtämisen kannalta ehdottoman välttämätöntä.

Periaate 6. Matematiikan opetuksen integroituminen koulun muiden aineiden opetukseen edellyttää sopivien sovellutusmallien luomista sekä muilta tiedonaloilta saatavan tietoaineksen ja menetelmien hyväksikäyttöä. Toisaalta tarvitaan matematiikan tarjoamien mallien ja laskentamenetelmien käyttökelpoisuuden ja rajoitusten tuntemusta. Opetussuunnitelmallisia esteitä integroitumiselle ei saisi olla.

Periaatteet 7-9: Arviointi, opetusvälineet ja valinnaisuus

Periaate 7. Oppimisen arviointi sekä siinä käytetyt perusteet ohjaavat vahvasti opetuksen eri osien painottumista. Kun arvioinnin painopistettä siirretään oppimisprosesseihin, joudutaan kehittämään uusiakin mittaus- ja arviointitapoja sekä palautteen antamista oppilaille.

Periaate 8. Opetussuunnitelman perusteet ja muut ohjeet tulee muotoilla siten, että ne mahdollistavat uusien välineiden ja uuden tiedon joustavan käyttöönoton opetustyössä. Koska teknisten välineiden (esimerkiksi laskinten ja tietokoneiden) nopean kehityksen vuoksi ei ole mahdollista ennakoida kaikkia käyttötapoja ja niiden seurauksia, ohjeissa tulee olla riittävästi väljyyttä.

Periaate 9. Opetussuunnitelman perusteiden tulee tarjota valinnaisuuden mahdollisuuksia kunnille ja kouluille. Kunnan ja koulun opetussuunnitelman puolestaan tulee tarjota myös oppilaalle riittävästi valinnaisuutta.

Kehittämistyöryhmä toteaa edellä esitettyjen periaatteiden ilmaisevan ryhmän toimeksiannossa mainittuja kehittämistarpeita ja olevan vankasti perusteltuja. *"Pitkällä aikavälillä ne tulevat merkitsemään suuriakin muutoksia matematiikan*

opetuksen järjestämisessä ja toteuttamisessa" (Matematiikan opetuksen kehittämistyöryhmän väliraportti 1991, 20). Raportissa (emt., 20) todetaan kuitenkin realistisesti, että muutokseen on lähdettävä vallitsevasta opetuskäytännöstä ja että muutoksen aikaansaaminen on hidas prosessi. Kehittämistyöryhmä toteaa edelleen: *"On siis tarkoin harkittava, mikä on mahdollista toteuttaa ja vieläpä niin, että opettajat saadaan sitä tukemaan ja edistämään. Jatkotoimenpiteiden kannalta on tärkeää, että näistä kehittämisen periaatteista käydään keskustelua, jossa mietitään mitä seuraamuksia periaatteilla on"* (Matematiikan opetuksen kehittämistyöryhmän väliraportti 1991, 20).

Kehittämistyöryhmä piti tärkeänä esittää raportissaan myös muutamia sellaisia tekijöitä tai näkökohtia, jotka aina vaikuttavat opetuksen toteuttamiseen:

1) Pitäisi kiinnittää huomiota oppimisen arviointiin, ja käynnistää hankkeita varsinkin uusien arviointikäytäntöjen kehittelemiseksi ja kokeilemiseksi. Ryhmä uskoi arviointikäytännön muuttumisen olevan yksi opetuksen uudistumisen avainkysymyksistä.

2) Pitäisi saada ratkaistua oppimateriaalikysymykset, ja jo Leikolan komitean mietinnössä mainittu "kokeilevan oppimateriaalin tuotanto" olisi saatava käyntiin, koska oppimateriaalilla on tärkeä vaikutus opetuksen toteuttamiseen.

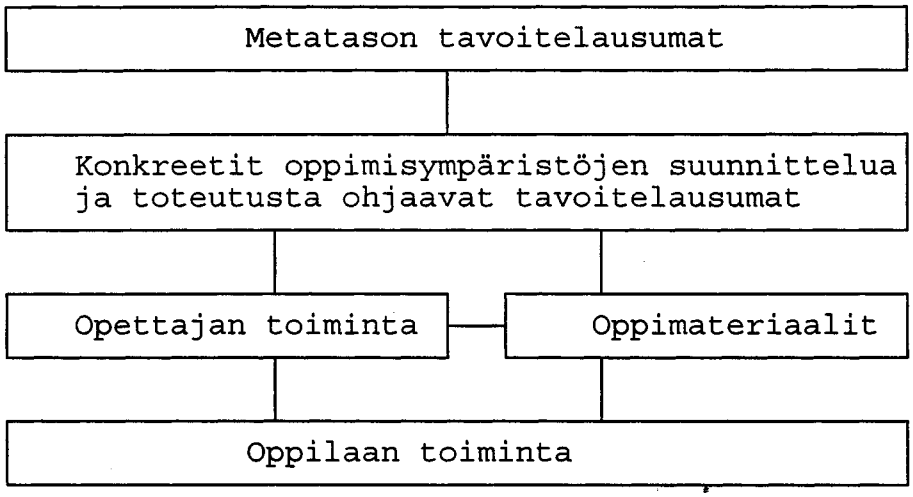
3) Oppiaineksen uudelleenjäsentämisen merkitys. Olisi välttämätöntä asettaa vielä selkeämpiä opetuksen painopistevuosia, ettei opetus liiaksi hajoaisi. Lisäksi opetuksen intensiteettiä tulisi parantaa.

4) olisi kiinnitettävä huomiota hallinnollis-organisatorisiin toimenpiteisiin, esimerkiksi joustaviin opetusryhmien muodostamiseen, tuntimäärien tarkistamiseen, opettajien (täydennys)koulutukseen, oppimateriaalien tieteellisen kehittämisen tukemiseen ja tietokoneiden käytön järjestämiseen. (Matematiikan opetuksen kehittämistyöryhmän väliraportti 1991, 21.)

Lisäksi kehittämistyöryhmä piti tärkeänä esittää jo tässä vaiheessa muutamia lähestymistapoja opetuksen uudistuvalle toteuttamiselle, vaikka tarkoitus oli paneutua niihin perusteellisemmin vasta ryhmän jatkotyöskentelyssä. Näitä lähes-

tymistapoja olivat "Englannin malli" eli oppiminen soveltamisen, ongelmanratkaisun ja tutkimustehtävien kautta, "USA:n malli" eli koulumatematiikan standardeihin perustuva malli, "systemaattinen konstruktivismi" ja "luova ajattelu matematiikassa", joka korostaisi sekä luovan että loogisen ajattelun kehittämistä matemaattisia tehtäviä ratkaistaessa. Kuten myöhemmin kuitenkin huomataan, ryhmän työskentely loppui ennen tähän vaiheeseen pääsemistä.

Lenni Haapasalo (1993, 13) toteaa kehittämistyöryhmän jäsenenä, että työryhmä oli tietoinen siitä, että kehittämisperiaatteet olivat vasta metatason tavoitelausumia, jotka hänen mukaansa tarvitsevat toteutuakseen konkreetimpia oppimisympäristöjen suunnittelemista ja toteuttavia tavoitelausumia, jotta tavoitteet saavuttaisivat myös oppilaiden tason (kuvio 3).



KUVIO 3. Metatason tavoitelausumien siirtyminen käytäntöön. (Haapasalo 1993, 13.)

Matematiikan opetuksen kehittämistyöryhmä sai väliraporttinsa valmiiksi 29.5.1991. Haapasalo ja Kupari toteavat (1992, 54) työryhmän työskentelyn olleen pysähdyksissä vuoden 1991 loppuun siksi, että Opetushallitus on omalla tahollaan orientoitunut opetussuunnitelman perusteiden laadintaprosessiin käymällä laajaa koulutuksen päämäärä-, arvo- ja tavoitekeskustelua. Lisäksi on työskennellyt Opetusministeriön asettama tuntijakoryhmä. Haapasalo ja Kupari toteavat valmisteilla olevien ratkaisujen vaikuttavan työryhmän jatkotyöhön. Työhön, joka loppujen lopuksi ei toteutunutkaan.

3.3 Opetussuunnitelman perusteet 1994

Vuoden 1994 opetussuunnitelman perusteiden laadinta oli sekä yhteisen että ainekohtaisten osien kohdalta noin kaksi vuotta kestänyt hanke, jonka Opetushallitus teki yhdessä akvaariokoulujen kanssa. Matematiikan osan laadinta on perustunut edellä käsiteltyjen kehittämistyöryhmän esittämille periaatteille (Seppälä 1995, 8). Opetushallituksen linjan mukaisesti matematiikan osuus, muiden oppiaineiden tavoin, on tiivistetty neljän sivun mittaiseksi paketiksi, jonka sisältö on saanut osakseen rajuakin kritiikkiä (1994, 74-77 ; liite 1). Selvin ero entisiin vuoden 1985 (liite 2) perusteisiin on siinä, että aiemmin korostettujen varman laskutaidon ja peruslaskutoimistusten sujuvan osaamisen sijasta 1994 perusteet korostavat matematiikan käsitteiden ja tietorakenteen ymmärtävää oppimista, jolloin mekaanisen laskennan osuutta voidaan vähentää kaikilla matematiikan osa-alueilla.

Vuoden 1994 peruskoulun opetussuunnitelman perusteissa todetaan, että matematiikka voidaan nähdä tieteellisen kehityksen ja modernin teknologian perustana. Peruskoulussa opiskeltava matematiikka onkin nähtävä laajempana kuin vain tiettyjen laskutaitojen oppimisena. Lisäksi opetussuunnitelman perusteissa kuvataan matematiikan opetuksen tavoitteet

ja keskeiset sisällöt sekä tarkastellaan opetuksen luonnetta ja opetuksen lähtökohtia. Tarkastelutapa on edellisiin opetussuunnitelman perusteisiin verrattuna huomattavasti yleisluonteisempi. Opetuksen tavoitteet ja sisällöt kuvataan enää kouluasteittain eikä luokkakohtaisesti, kuten vuoden 1985 perusteissa tehtiin. Tämän vuoksi kunta- ja koulukohtaisten opetussuunnitelmien tekoon on tarjoutunut entistä vapaammat kädet. (Seppälä 1995, 7.)

Peruskoulun opetussuunnitelman perusteissa (1994, 74) todetaan, että matematiikan merkitys ilmenee sen käyttökelpoisuutena ratkaista arkipäivän ongelmia. Teknistyneessä yhteiskunnassa tarvitaan taitoa lukea ja ymmärtää eri muodoissa esitetyä matemaattista tietoa. Matematiikan opiskelu antaa mahdollisuuksia kehittää keksimiskykyä ja luovaa ajattelua ja samalla se tarjoaa keinon välittää informaatiota täsmällisesti ja tehokkaasti.

Opetussuunnitelman perusteissa peruskoulun matematiikan tavoitteeksi on määritelty ennen muuta kehittää oppilaan kykyä luokitella, jäsentää ja mallintaa ympäröivässä maailmassa eteen tulevia tilanteita aiemmin oppimillaan käsitteillä. Tämän rinnalla tavoitteena on harjaannuttaa oppilaita johdonmukaiseen ja täsmälliseen ajatteluun sekä asioiden esittämiseen yhtä hyvin suullisesti kuin kirjallisestikin. Matematiikan tulisi olla sisällöllisesti avoin uusille tiedoille, keksinnöille, tärkeiksi nousseille asiaryhmille ja ajankohtaisille sovelluksille. Lisäksi perusteissa tuodaan esiin, että perinteisiä oppisisältöjä tulisi tarkastella kriittisesti ja pystyttävä jättämään pois sellaista ainesta, joka ei ole matematiikan rakenteen ymmärtämisen ja tietojen soveltamisen kannalta välttämätöntä. Mekaanisen laskennan osuutta voidaan vähentää samalla kun laajempien opintokokonaisuuksien avulla päästään matemaattisten käsitteiden ja tietorakenteen ymmärtävään oppimiseen. (Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994, 74.)

Matematiikan opiskelussa oppilas nähdään aktiivisena tiedon hankkijana, käsittelijänä ja tallentajana. Oppilas liittää uuden tiedon aiempaan tietorakenteeseensa ja samalla täydentää ja uudelleenrakentaa niitä. Matenaattis-loogisten vaatimusten ohella ongelmanratkaisu on opetuksen keskeinen periaate. Se korostuu tietojen hankkimisessa, ja myös niiden soveltamisessa. (Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994, 76.)

Oppimistilanteet tulisi rakentaa keskustelunomaisiksi, kokeileviksi ja ongelmakeskeisiksi pitäen lähtökohtana mahdollisimman usein oppilaille tuttua konkreettista arkielämän tilannetta. Alusta alkaen pyritään ymmärtämään käsitteitä, ja se tapahtuu konkreetin toiminnan kautta. Abstraktiin symboliesitykseen ei tulisi kiirehtiä. Laskimia ja tietokoneita tulisi käyttää luonnollisina apuvälineinä ala-asteelta lähtien. (emt., 76.)

Yksittäisistä sisällöistä tai keskeisistä käsitteistä olisi tärkeää suunnitella myös laajempia opintokokonaisuuksia. Lisäksi opetuksen integrointi muuhun työskentelyyn ja ulkopuoliseen maailmaan olisi tärkeää realistisen kuvan saamiseksi matematiikan käyttökelpoisuudesta. Valitsemalla esimerkkejä oppilaan elämän piiristä ja työskentelemällä käytännöllisesti ja toiminnallisesti saadaan motivoitua oppilaat ja viritettyä sisäinen oppimishalu. (emt., 77.)

3.4 LUMA-hanke

LUMA on lyhenne sanoista luonnontieteet ja matematiikka. LUMA-hankkeella toteutetaan pääministeri Lipposen hallitusohjelman tavoitetta nostaa suomalaisten luonnontieteiden ja matematiikan osaaminen kansainväliselle tasolle vuosituhannen vaihteeseen mentäessä (Seppälä 1997, 4).

LUMA-hankkeen tärkeä painoalue on opetusmenetelmien kehittäminen. Tämä tarkoittaa pyrkimistä konkreettisempaan opetukseen, ongelmanratkaisun painottamiseen, oppilaskeskeisten työtapojen kehittämiseen, sekä toiminnallisuuden, kokeellisuuden ja tutkimuksellisuuden lisäämiseen. Hanketta viedään eteenpäin pilottiperiaatteella, eli hankkeessa on mukana normaalikoulut mukaanlukien noin 120 pilottikoulua 25 kunnasta, ja mukana on peruskoulun ala- ja yläasteen lisäksi lukiot ja ammatilliset oppilaitokset. Opetushallitus koordinoi tehtävää ja on tehnyt pilottikoulujen kanssa kehittämissopimukset, jotka ulottuvat vuoteen 2000 saakka. Kunnat ja pilottikoulut ovat sitoutuneet opetuksen kehittämiseen, muiden opettajien kouluttamiseen ja taloudelliseen panostukseen. Opetushallitus on muun muassa tukenut pilottiopettajien koulutusta ja arvioinut yhdessä pilottikoulujen kanssa niiden mahdollisuudet kehittyä matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen kehittämispisteiksi. (emt., 4.)

Opetushallitus toivoo voivansa pilottikoulujen avulla vahvistaa matematiikan ja luonnontieteiden asemaa virittämällä keskustelua ja näyttämällä tietä. Lisäksi tavoitteena on saada kaikki koulut tiedostamaan matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen kehittämisen tärkeys. (Seppälä 1997, 5.) LUMA-hankkeen vaikuttavuutta arvioidaan vuonna 1998 ja 2002 vertaamalla koulujen lähtötasoa ja nykytasoa (emt., 6).

Tulevina vuosina Opetushallituksen toiminnan vahva painoalue on arviointi. Opetushallitus on päättänyt perustaa peruskoulun oppimistulosten arviointiin opettajien avuksi ja työkäluksi koepankin. Muun muassa matematiikkaan ja luonnontieteisiin perustetaan tällainen pankki, josta koulut voivat tilata kokeita haluamaansa aihepiiriin tai tarkoitukseen. Pankin tehtävät tullaan testaamaan ja testin tulos on tilatun kokeen liitteessä nähtävissä. Näin kouluissa voidaan arvioida osaamisen tasoa laajempaa taustaa vasten. Kysymyksessä ei ole koko maassa samanaikaisesti pidettävä koe, vaan kunnan tai koulun sopivana ajankohtana tilaamasta palvelusta sen selvittämiseksi, missä mennään. (Seppälä 1997, 6.)

Koepankin tehtävien laadintaa varten tarvitaan kriteerit. Niiden päämääränä on yhtenäistää peruskoulun päättöarviointia. Toiminta-ajatuksena matematiikassa on tukea oppilaan ja opettajan oppimista. Kriteerit tehdään niin, että ne auttavat opettajia opetussuunnitelmien uudelleen tarkastelussa ja haettaessa vastauksia tavoitteiden asettamisessa. Matematiikassa painottuvat muiden aineiden tapaan taitokriteerit: laskutaito, avaruuden hahmottamistaito, taito nähdä säännönmukaisuuksia ja riippuvuuksia, arvioida suuruusluokkia, päätellä ja perustella, sekä esittää asioita suullisesti ja kirjallisesti. Kriteerit laaditaan niin, että oppilaista 50% yltää niiden edellyttämälle tasolle. Lähtökohtana on vuoden 1994 opetussuunnitelman perusteet, jonka tavoitteet täsmennetään ja konkretisoidaan. Työ tehdään yhdessä hallinnon, opettajien, opettajankouluttajien ja tutkijoiden kesken. (Seppälä 1997, 6; Seppälä 1998, 15.)

Lisäksi Opetushallituksessa ollaan valmistelemassa oppimistulosten arviointijärjestelmää, jonka tarkoituksena on arvioida valtakunnallisesti opetussuunnitelman perusteiden ja koulujen opetussuunnitelmien mukaista edistymistä ainakin äidinkielessä ja matematiikassa. Myös oppimisvalmiuksia, kommunikaatiotaitoja, itsetuntoa ja opiskelumotivaatiota tullaan arvioimaan kyseisen arviointijärjestelmän puitteissa. (Seppälä 1997, 6.)

3.4.1 Peruskoulun päättövaiheen matematiikan kokeen 1998 tuloksia

LUMA-koulut ovat olleet mukana testattaessa peruskoulun yhdeksäsluokkalaisten matematiikan osaamista kirjallisella kokeella huhtikuussa 1998. Kokeeseen osallistuivat kaikki LUMA-koulujen 3030 oppilasta, Helsingin yläasteiden 3540 oppilasta sekä otoskouluissa runsaat 10 000 oppilasta eli noin 5 % ikäluokasta. Otoskoulujen ryhmästä otettiin 3575 lähempään tarkasteluun. Valtakunnallisen kokeen tavoitteena oli saada mahdollisimman luotettava kuva matematiikan osaa-

misen tasosta ja opetuksellisen tasa-arvon toteutumisesta. Kokeeseen sisältyi myös suppeahko asennekysely. (Korhonen & Lahtinen 1998, 4.)

Matematiikan oppimistulokset olivat Korhosen ja Lahtisen (1998, 4-5) mukaan suurinpiirtein odotusten mukaisia, ja kokeessa tuli ilmi, että arkilaskentoa osataan kohtalaisen hyvin, mutta vaativampien taitojen soveltaminen on puolitiessä. Huolestuttavaa tutkijoiden mielestä on se, että runsas neljäsosa jää arkitaidoissaankin hataralle pohjalle. Koulutuksellisen tasa-arvon toteutumisen kannalta tulos ei anna aihetta huoleen; poikien ja tyttöjen välinen ero ei ole kovin suuri. Koulujen välillä havaittiin kuitenkin jonkin verran eroja. Koulun tai opetusryhmän koko, koulun sijainti tai kuntatyyppi eivät selitä koulujen välistä eroa. Korhonen ja Lahtinen uskovat erojen johtuvan lähinnä opetustavasta ja koulujen opetuskulttuurista.

Korhonen ja Lahtinen (1998, 5) toteavat, että kokeen järjestämisen yhteydessä kouluista saatu palaute ja lukuisat kyselyt osoittavat, että kouluissa on voimakas tarve saada arviointitietoa oppimisen onnistumisesta, ja koulut ja opettajat ovat selvästi valmiita osalllistumaan arviointitutkimuksen järjestämiseen. He uskoisivat olevan tarvetta arvioinnin ulottamiseen kaikkiin kouluihin, ja tuovat esiin, että koulutuksellisen tasa-arvon toteutumisen kannalta olisi tärkeä laajentaa oppimistulosten arvioinnin toteuttamista myös peruskoulun ala-asteen päättövaiheessa.

4 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

4.1 Tutkimustehtävät

Koska käsitykset kehittämistyöstä, siihen vaikuttavista tekijöistä ja sen seurauksista tuntuivat aikaisempien tutkimusten perusteella olevan asiantuntijasta riippuen hyvin erilaisia, tämän tutkimuksen tehtävänä on selvittää,

1. Miten matematiikan opetuksen ja opetussuunnitelman kehittämistyössä on asiantuntijoiden mukaan edistytty viime vuosina ?

2. Mikä merkitys konstruktivistisella oppimiskäsityksellä on matematiikan opetuksen ja opetussuunnitelman kehittämiseen?

3. Minkälaisilla toimilla matematiikan opetuksen ja opetussuunnitelman kehittämistä olisi mahdollista edistää ?

4.2 Laadullisen tutkimuksen aineiston hankinta

Tämä tutkimus on toteutettu kvalitatiivisena tutkimuksena, koska tutkimuksen päämääränä on muodostaa yhteys matematiikan opetuksen ja opetussuunnitelman kehittämisen teoreettisen tietämyksen ja käytännön kehittämistyön välille. Kvalitatiivisen tutkimuksen menetelmillä on mahdollisuus päästä

liseen tutkimukseen päätymistä tuki myös se, että ennakkoon asetettujen hypoteesien muodostaminen tuntui aikaisemmista tutkimuksista nousseiden kysymysten perusteella mahdottomalta.

Kvalitatiivinen tutkimus koostuu Straussin & Corbinin (1991, 23) mukaan kolmesta komponentista: 1) Tutkimusaineistosta, 2) aineiston käsittelyyn liittyvistä analyyttisistä ja tulkinnallisista prosesseista ja 3) kirjoitetuista tai sanallisista raporteista. Eskola ja Suoranta (1996, 10-11) määrittelevät laadullisen tutkimuksen tunnusmerkeiksi muun muassa aineistonkeruumenetelmän, harkinnanvaraisen tai teoreettisen otannan, aineiston laadullis-induktiivisen analyysin, hypoteesittömyyden, ja tulosten esitystavan.

Tämän *tutkimuksen aineisto* on kerätty kolmella puolistrukturoidulla asiantuntijahaastattelulla. Haastattelut on suoritettu kirjallisesti, koska mielestäni oli korrektia haastateltavia kohtaan antaa heille pohtimisaikaa osin laajojenkin kysymysten edessä. Tutkimuksessa on haastateltu kolmea matematiikan alan *asiantuntijaa*. Mukana on keskushallinnon edustaja, matematiikan didaktikko ja normaalikoulun luokanlehtori. Valitsin heidät, koska he edustavat eri asiantuntijatahoja, joiden näkökulmat katsoin aikaisemman tietämykseni perusteella tarpeellisiksi. Lisäksi luotan vahvasti heidän asiantuntijuuteensa ja tietämykseensä tutkimastani alueesta.

Haastattelukysymykset (liite 3) koskivat pääosin oppimiskäsityksen muuttumista, matematiikan opetuksen kehittämistoimia 1990-luvulla, opetussuunnitelman perusteita ja koulujen opetussuunnitelmatyötä sekä matematiikan opetuksen kehittämistä jatkossa. Haastattelut oli teemoiteltu aihepiireittäin, ja pääosa kysymyksistä oli kaikille samoja, mutta mukana oli myös joitakin yksilöityjä kysymyksiä, jotka ovat tulleet esiin tutkimusprosessin aikana. Kyseessä on siis grounded theory -menetelmään perustuva systemaattinen aineistonkeruu. Tutkimuksessa ei päästä induktiiviseen

tarkasteluun, koska olen joutunut myös rajaamaan haastattelukysymysten teemoja oikeanlaisen aineiston saamiseksi.

Tutkimuksessa on käytetty *aineistolähtöistä analyysiä*. Tämä on perusteltua, koska tutkin tietyn ilmiön, matematiikan opetuksen ja opetussuunnitelman, olemusta ja kehittymistä. Aineistolähtöinen analyysi merkitsee samalla hypoteesittömyyttä; tutkimuskohteesta tai tutkimuksen tuloksista ei ollut lukkoonlyötyjä ennakko-olettamuksia ennen tutkimuksen suorittamista. Tutkimusaineisto on moninaisuudessaan tuonut mukaan uusia näkökulmia ja painotuksia. Laadullisen tutkimuksen päämääränä on muodostaa aineiston perusteella teoria, joka Varron (1992, 102) mukaan voi olla muodoltaan teesi, maksiimi tai ohje. Tämän tutkimuksen teorian rakentamisessa pyritään muodostamaan ohje.

4.3 Grounded theory -menetelmä

Teoria esiintyy tässä tutkimuksessa Eskolaa ja Suorantaa (1996, 60-63) lainaten sekä keinona, joka on välttämätön työn tekemisessä, että päämääränä, koska tutkimuksessa on käytetty grounded theory -menetelmää. Grounded theory -menetelmää käytettäessä teoria syntyy systemaattisen työskentelyn tuloksena, eli tutkijan asettaessa aineistolle teoreettisesti merkityksellisiä, relevantteja kysymyksiä.

Tutkimuksen taustateoriassa on määritelty käytetyt käsitteet ja tutkimusalue. Koska tutkimuksessa on kyse spesifistä matematiikan alueesta, taustateorian tuntemusta tarvittiin aineiston jäsentämiseen ja oikealla tavalla kohdistettujen haastattelukysymysten laatimiseen. Lisäksi haastattelun kysymykset ja kokonaiset teema-alueet, kuten myös haastateltavien valinta, ovat nousseet nimenomaan taustateoriasta. Taustateoriaa työstäessä löytyi runsaasti ristiriitaisia mielipiteitä, jotka innostivat eteenpäin. Koska taustateorian muodostamisessa käytetyt lähteet olivat monin paikoin hyvin teoreettisia, kiinnostuksen kohteeksi nousivat juuri

taustateoriassa esiintuotujen asioiden, oppimiskäsityksen ja kehittämistyöryhmien raporttien, merkitys ja soveltaminen käytännön työhön.

Tässä tutkimuksssa on käytetty grounded theory -menetelmää, jonka tarkoituksena Straussin ja Corbinin (1991, 9) mukaan on auttaa rakentamaan tutkimuskohteesta teoria käyttäen hyväksi kvalitatiivisia menetelmiä. Päädyin grounded theory -menetelmän käyttämiseen jo aikaisessa vaiheessa, kun huomasin, että saatavilla ei ollut mitään valmista mallia, jonka mukaan haluamaani aineistoa olisi ollut mahdollista tulkita. Menetelmän valinta sai vahvistusta, kun tutkimusaineistosta nousi uusia näkökulmia oppimiskäsityksestä ja sen tulkinnasta, josta johtuen huomasin taustateorian tarvitsevan uutta tarkastelua aineiston analysoinnin jälkeen. Pyrin saamaan aikaan teorian, joka olisi riittävän yksinkertainen, selkeä ja eri kategorioista integroitu kokonaisuus, jota voidaan käsitellä siinä ympäristössä, johon sitä halutaan soveltaa.

Grounded theory johdetaan yleensä induktiivisesti tutkimuksen kohteena olevista ilmiöistä, mutta tässä tutkimuksessa induktiivisuudesta on poikettu, koska haastattelut on teemoiteltu. Straussin ja Corbinin (1991, 23) mukaan teoria kehitellään systemaattisen aineistonkeruun, jatkuvan kyselemisen ja analysoinnin avulla. Näin aineiston keruu, analysointi ja teoretisointi kulkevat rinnakkain ja ovat vastaavuussuhteessa toisiinsa. Teoria eroaaa pelkästä ilmiön kuvauksesta ennen kaikkea siinä, että teoriassa ovat keskeisiä käsitteet. Käsitteet muodostuvat kategorioiden (aineistoluokkien) otsikoista, jotka ovat muodostuneet tutkijan tulkitessa kategorian kertovan jostakin asiasta. Toiseksi teoria eroaa pelkästä kuvauksesta siinä, että luodut käsitteet asetetaaan yhteyteen muiden käsitteiden kanssa näiden käsitteiden keskinäissuhteita koskevien lausumien avulla.

Grounded theory -lähestymistavan keskeinen menetelmä on nk. jatkuvan vertailun menetelmä, jonka voidaan katsoa jakautuvan kolmeen vaiheeseen: Avoin-, akseli-, ja selektiivinen

koodaus (Strauss & Corbin 1991, 62, 97, 116-117). Avoimen koodauksen vaiheessa hankittua aineistoa tarkastellaan luokittelemalla jokainen tapahtuma niin moneen kategoriaan kuin mahdollista.

Akselikoodauksen ("axial coding") vaiheessa kunkin kategorian teoreettiset ominaisuudet alkavat hahmottua ja tutkija alkaa jäsentää ilmiötä kiinnittämällä huomiota kategorian eri ominaisuuksiin, dimensioihin, olosuhteisiin, seuraamuksiin ja suhteisiin muihin kategorioihin (Honkonen & Karila 1995, 137; Strauss & Corbin 1991, 96-97). Akselikoodauksen vaiheessa olen analysoinut asiantuntijoiden mielipiteitä ja sitä kautta muodostanut omaa tulkintaani ja teoriaani. Pyrkimyksenä on ollut löytää yksi pääkategoria, jonka voi katsoa yhdistävän kaikkia kategorioita.

Keskeisen aineiston keräämisen ja analysoinnin jälkeen kategoriat integroidaan muodostamaan aineistolähtöinen teoria. Korkeammalla abstraktiotasolla tapahtuvaa integraatiota nimitetään selektiiviseksi eli valikoivaksi koodaukseksi. Tässä vaiheessa tutkija valitsee aineistosta esiin nousevan ydin/peruskategorian, jonka suhteita muihin kategorioihin tutkija systemaattisesti tarkkailee. Ydin/peruskategoria on keskeinen ilmiö, johon muut kategoriat ovat yhteydessä. Tätä ydinkategoriaa koskevasta analyyttisestä teoriasta muodostuu lopulta tutkijan esittämä aineistolähtöinen teoria. Selektiivisen koodauksen vaiheeseen pääseminen ei ole itsestäänselvyys, eikä aina tavoitekaan. Omaa teoriaa muodostaessani pyrin selkeään ja konkreettiseen malliin. Pyrin tuomaan esiin, minkälainen yhteys oppimiskäsityksen analysoinnilla on opetuksen ja opetussuunnitelman kehittämiseen ja miten mielestäni opetussuunnitelman perusteet saataisiin ymmärrettävämmiksi.

5 ASIANTUNTIJOIDEN MIELIPITEITÄ MATEMATIIKAN OPETUKSEN UUDISTAMISESTA

Matematiikan opetuksen uudistustarve ei ole yhtäkkiä esiin tullut asia. Matematiikan didaktikko kuvaa matematiikanopetuksen olleen "jatkuvassa maailmanlaajuisessa kriisissä". Paineet uudistustarpeelle ovat hänen mukaansa lähinnä poliittisia ja yhteiskunnallisia.

Keskushallinnon edustaja ja luokanlehtori tuovat esiin matematiikan uudistusprosessissa selviä maailmanlaajuisia suuntauksia, jotka ovat vaikuttaneet merkittävästi myös Suomessa. Tälläisina suuntauksina voidaan mainita mm. 70-luvun joukko-opin vaihe, joka konkretisoitui meillä vuoden 1972 opetussuunnitelmissa. Vuoden 1985 opetussuunnitelman perusteissa näkyi alunperin USA:sta tullut "back to basics" -vaihe, jolle ominaista oli perusoppiaineksen painottaminen ja behavioristinen näkemys. 1980-luvun puolenvälin jälkeen alkoi matemaattisen ajattelun painottaminen, alunperin USA:sta lähtöisin ollut "problem solving in focus". Luokanlehtori toteaa tämän vaiheen vaikuttajiksi mm. Lenni Haapasalon ongelmakeskeisen opetuksen ja Erkki Pehkosen ja Reino Seppälän näkyvästi esiin tuomat ongelmanratkaisutaitojen opettamisen tarpeet.

Luokanlehtori toteaa, että nykyisen uudistustarpeen voi katsoa alkaneen ajattelutaitojen kehittämistarpeesta, joka alussa liitettiin lähes yksinomaan matematiikkaan ja vasta

myöhemmin muihin aineisiin. Hän tuo kuitenkin esiin, että ajattelutaitojen kehittäminen ei kuitenkaan ole 80- ja 90 - lukujen yksinoikeus, sillä jo Kansakoulun opetussuunnitelmakomitean mietinnössä vuodelta 1952 annetaan vihjeitä ajatteluun ohjaamisesta ulkoaoppimisen vastapainoksi.

Keskushallinnon edustajan mukaan 1994 opetussuunnitelman perusteisiin on vaikuttanut matemaattis-luonnontieteellisen komitean esitykset, ns. kognitiivinen oppimisnäkemys, hyötynäkökohdat, teknologian käyttö sekä soveltaminen ja ongelmanratkaisu. Selvästi esiin on tullut myös ajattelutaitojen kehittäminen, matematiikan mallintaminen sekä rakenteeseen tutustuttaminen. Tässä luvussa asiantuntijoiden käsityksiä matematiikan opetuksen ja opetussuunnitelman kehittämisestä tuodaan esiin deskriptiivisesti.

5.1 Oppimiskäsityksen muuttuminen

Keskushallinnon edustaja toteaa:

> Konstruktivistinen oppimiskäsitys sopii matematiikkaan, koska käsityshän on juuri matematiikan opetuksesta peräisin jo 50-luvulta. Syy on kai se, että juuri matematiikassa asiat pitää ymmärtää juuri omalla tavallaan ja ainakin peruskouluvaiheessa konkretian kanssa työskennellen.

Luokanlehtori perustelee asiaa samoista lähtökohdista, ja painottaa matematiikan kumulatiivisuutta, opittavan asian rakentumista pala palalta aikaisempaan tietoon pohjautuen. Lisäksi hän korostaa matematiikan prosessinomaisuutta:

> Opettaja pääsee parhaimpaan tulokseen välttämällä suorien mallien antamista ja sen sijaan ohjaamalla oppijat itse prosessoimaan opittavaa asiaa. Paras tulos tarkoittaa sitä, että oppija saa oppimastaan asiasta pysyvän elementin tietorakenteeseensa, ja kun oppiminen on tapahtunut konstruktivismin periaatteilla, oppija pystyy ongelmaa ratkaistaessaan loogiseen päättelyyn. Useissa matematiikan sisällöissä on myös mahdollista käyttää konkreetteja välineitä, joilla oppija voi toiminnallisella tasolla oppia asian. Lisäksi matematiikan soveltaminen on ongelmanratkaisua. Siinä oppija joutuu va-

> litsemaan ratkaisukeinoja ja käyttämään taitojaan uudessa ympäristössä. Tämä edellyttää omaa, itsenäistä tietorakennetta, eikä niinkään ulkoaopittuja kaavamaisia taitoja.

Vaikka konstruktivismin ansioista matematiikan opetukselle ollaan siis yksimielisiä, ei muutos käytännössä tapahdu kuitenkaan lyhyellä aikavälillä. Matematiikan didaktikko odottaa muutosta 30- 40 vuoden sisällä, ja keskushallinnon edustaja uskoo sen vievän pitkälle 2000-luvulle, ja muuttuvan sitä mukaa kun vanhat opettajasukupolvet poistuvat kuvioista. Myös luokanlehtori toteaa koulumaailman olevan hidas uudistuja. Hän uskoo, että

> tuskin tuleekaan tilannetta, jolloin voidaan sanoa, että nyt se on muuttunut. Erilaisia suuntauksia ja niiden kokeiluja tulee ja menee, mutta jokaisesta jää jotain pientä tai suurempaa. Niinpä yhden opettajasukupolven jälkeen voimme sanoa, mitkä matematiikan ominaisuudet ovat muuttuneet tämän uudistuksen seurauksena, mitkä eivät. Siksi tämäkin kehittämistyö on tarpeellista, vaikka laiva kääntyykin hitaasti.

5.2 Matematiikan opetuksen kehittämisryhmän esiinnostamat painopistealueet ja niiden eteenpäinvieminen

Jo aiemmin tässä tutkimuksessa (luku 3.2) Matematiikan opetuksen kehittämistyöryhmän määrittelemiksi keskeisiksi kehittämisalueiksi on todettu arviointikäytännön uudistaminen, oppimateriaalin kehittäminen, oppiaineksen uudelleenjäsentäminen, eri oppiaineiden integrointi ja hallinnollis-organisatoriset toimenpiteet, kuten tuntimäärä, opettajien koulutus ja tietotekniikan hyödyntäminen opetuksessa.

On vaikea todeta yleisellä tasolla, missä asioissa kehitystä on tapahtunut, koska muutokset näkyvät hitaasti. Haastatellut asiantuntijat eivät olleet täysin tyytyväisiä tällä vuosikymmenellä saavutettuun kehitykseen. Sen sijaan kehittämistyön tarve ja painopistealueet on hyvin tiedostettu.

5.2.1 Arviointi

Arvioinnin kehittymisen katsotaan liittyvän tiukasti opetuksen kehittymiseen. Näinollen arviointikäytännön uudistuminen vaatisi lähinnä koulutusta. Luokanlehtori kaipaa vaihtoehtoisten arviointikäytäntöjen, kuten itse- ja projektiarvioinnin, kehittämistä. Ensimmäisenä pitäisi herättää opettajien keskuudessa tarve uudistaa arviointia. Sen voisi tehdä tutkijat tai Opetushallitus kirjoittamalla, herättämällä keskustelua ja järjestämällä koulutusta, johon osallistuneet opettajat järjestäisivät sitten kokeilua ja perustaisivat suunnitteluryhmiä. Tällä hetkellä Opetushallituksessa on suunnitteilla yläastetta koskeva valtakunnallinen koepankki ja peruskoulun päättövaiheen arviointikriteerit.

Ala-asteen arvioinnin uudistuminen on siis edelleen lähinnä opettajien aktiivisuuden varassa. Kuitenkin arviointikäytännön tulisi olla oleellinen osa opetussuunnitelmaprosessia, ja voiko ylipäänsä puhua oppimiskäsityksen muuttumisesta ilman arvioinnin uudistamista? Omat kysymyksensä herättävät myös tulossa oleva koepankki ja päättövaiheen arviointikriteerit: Mihin suuntaan ne arviointia ja sitä myöten oppimista ohjaavat, ja osataanko ne käyttää voimavarana vai ovatko ne rajoitteina?

5.2.2 Oppimateriaali

Oppimateriaalin uudistumisesta matematiikan didaktikko ja keskushallinnon edustaja toteavat, että se ei ole uudistunut oleellisesti. Luokanlehtori kuitenkin toteaa:

> Oppikirjat ovat muuttuneet niin paljon kuin niiltä voidaan edellyttää. Koska oppikirja on kaupallinen tuote, kysyntä määrää kirjan sisällöstä, ja pääosin kysyntä kohdistuu koetun, hyvän ja turvallisen ympärille rakennettuun materiaaliin. Keskeistä on, että oppikirjan tulee tarjota vaihtoehtoja ja soveltua erilaisiin opetustyyleihin, ja juuri vaihtoehtoisuus on kehittynyt nykyisissä kirjoissa.

Miten sitten oppikirjat ja konstruktivismi soveltuvat yhteen? Matematiikan didaktikon selkeä vastaus on, että "opiskelutapahtumaa ei voida koskaan korvata kirjalla". Myös keskushallinnon edustaja näkee oppikirjajohtoisuuden opettajaa kahlitsevana tekijänä:

> Oppikirjajohtoisesta opetuksesta eroonpääseminen olisi tarpeen siksi, että vasta tällöin opettaja voi toteuttaa opetustaan Opetussuunnitelman perusteiden mukaan ja luoda opetukseen myös oman näkemyksensä eikä toteuttaa kirjantekijän näkemystä ja olla ikäänkuin kirjantekijän "vankina".

Luokanlehtori kritisoi orjallista oppikirjan noudattamista, mutta epäilee vahvasti oppikirjajohtoisuudesta eroonpääsemistä.

> Kyllä ainakin osittain olisi tarpeen päästä eroon oppikirjajohtoisesta opetuksesta, mutta se taitaa olla mahdotonta. Jos me edellytämme oppilaalta ajattelua, voimme edellyttää sitä myös itseltämme opettajana. Se tarkoittaa sitä, että etsimme itsellemme ja luokallemme sopivat toimintatavat ja oppisisältöjen painoalueet ja pystymme karsimaan tehtäviä tai tehtäväkokonaisuuksia ja tuomaan tilalle esimerkiksi toiminnallista matematiikkaa. Kyllä oppikirja matematiikkaan kuuluu, mutta meidän pitäisi pystyä käyttämään sitä kuin mitätahansa työvälinettä, joustavasti. Oppikirja on hyvä renki, mutta huono isäntä.

Toisaalta luokanlehtori tuo esiin, että välttämättä kirjan seuraaminen ei ole huono ratkaisu, koska se on tarkasti pohdittu ja loogisesti rakennettu opetussuunnitelman sovellutus, jota käyttämällä ei voi joutua tuuliajoille.

Oppimateriaaliksi käsitetään siis edelleen lähinnä oppikirjat. Jo tästä voi päätellä, että jo Matemaattis-luonnontieteellisen komitean mietinnössä esiinnostettua vaihtoehtoista oppimateriaalituotantoa ei ole saatu käyntiin. Luultavasti kysyntää muunlaiselle oppimateriaalille ei ole vielä riittävästi, että kustantajien kannattaisi investoida vaativaan ja mahdollisesti myös kalliiseen kehittämistyöhön. Lukuisat tutkimukset (mm. Lindgren 1990) todistavat, että toiminnallisuudesta ja oppikirjattomuudesta saadut kokemukset ovat myönteisiä. Näiden innoittamana monet opettajat valmistavat

itse materiaalinsa, mutta kuinka monella loppujen lopuksi riittää intoa ja aikaa siihen ? Käytäntö siis puhuu omaa kieltään: Kirjalla on vankka jalansija matematiikan opetuksessa, vaikka konstruktivistisen käsityksen mukaan kirjaa ei tarvita. Oppimateriaalikysymys voi täten olla hyvinkin keskeinen, kun ajatellaan opetuksen kehittymistä.

Oppimateriaalin uudistuminen tarvitsisi matematiikan didaktikon mielestä "kilpailuttamista ja kunnon palkintoja yhteiskunnan taholta". Myös luokanlehtori toivoo tukea ylemmältä taholta: Hänen mielestään Opetushallitus voisi järjestää "jonkinlaisia neuvottelupäiviä, joissa Opetushallitus ylimpänä viranomaisena välittäisi omat toiveensa ja odotuksensa". Hän perustelee Opetushallituksen osuutta sillä, että aikaisemmin, kun kirjat piti hyväksyttää Opetushallituksessa, se oli samalla hyvä keskustelukanava.

5.2.3 Oppiaineksen uudelleenjäsentäminen

Matematiikan oppiaineksen uudelleenjäsentämisen ja painoalueiden määrittämisen tarpeesta asiantuntijat ovat yhtä mieltä. Se, millä tasolla uudelleenjäsentely tapahtuisi, vaikuttaa tietenkin prosessiin. Jäsentämisen ei matematiikan didaktikon mukaan tarvitsisi olla valtakunnallista, sillä "hyvä opettaja on aina osannut karsia sisältöjä ja keskittyä oleelliseen". Myös keskushallinnon edustaja jättäisi sisältöjen ryhmittelyn, tärkeimpien tavoitteiden asettamisen sekä opetusmenetelmien ja arvioinnin pohtimisen koulujen tehtäväksi. Keskushallinnon edustajan ehdotus noudattelee tältä osin opetussuunnitelman perusteiden henkeä ja antaa vastuun koululle. Uuden lainsäädännön vaikutus matematiikan oppisisältöihin ja jäsennykseen jää vielä arvoitukseksi, sillä jos ala- ja yläasteen raja poistuu, antaa se lisää mahdollisuuksia, mutta myös lisää vastuuta opettajille ja kouluille.

Luokanlehtori on matematiikan didaktikon kanssa samaa mieltä sisältöjen karsimisesta, mutta sen sijaan sisältöjen uudelleenjärjestely ja painoalueiden uudelleenmäärittäminen olisi hänen mielestään paikallaan.

> Tämä työ tulisi tehdä siten, että rinnalla olisi muutamien keskeisten Euroopan valtioiden opetussuunnitelmat. Tästä linjan "päivityksestä" hyötyisivät sekä opettajat että kirjantekijät. Ainoa, joka voi tässä tehdä aloitteen ja johtaa työtä, on Opetushallitus.

5.2.4 Integrointi

Kehittämistyöryhmän niin ikään esiinnostama matematiikan integroiminen muihin oppiaineisiin ei keskushallinnon edustajan mukaan ole riittävää. Integroinnin lisäämisen keinoina hän näkisi opettajien välisen yhteistyön kehittämisen, asian huomioonottamisen oppimateriaaleissa ja opettajankoulutuksen. Luokanlehtori ei kannata integroinnin vahvaa korostamista, vaan toteaa sen liiallisen korostamisen ja tavoittelemisen ajavan työskentelyn keinotekoiseksi, josta on selvää näyttöä 1970- ja -80 -lukujen vaihteesta. Hän uskoo, että luokanopettajat osaavat hyödyntää eri oppiaineita, ja toiminnallisuuden ja projektityöskentelyn ansiosta integrointi on luontevaa. Luokanlehtori huomauttaa kuitenkin:

> Koska ala-asteella opetellaan runsaasti perustaitoja, ne tulee oppia selkeästi matematiikka-nimikkeen alla; silloin konstruktivismi pääsee oikeuksiinsa, ja sitten kun on soveltamisen aika, integrointi ja tehtävien konteksti ovat tärkeitä.

Matematiikan didaktikko on kuitenkin eri mieltä:

> Integroinnista puhuttaessa paras vaihtoehto olisi ottaa luokilta 1-3 matematiikka pois kokonaan.

Luokanlehtorin ja matematiikan didaktikon vastauksista on siis havaittavissa erilaiset lähestymistavat matematiikkaa kohtaan. Luokanlehtorin käsitys pohjaa käsitykseen matematiikasta hierarkisena järjestelmänä, jolloin aiemmin opittu on pohjana uudelle. Tästä syystä perustaidot ovat tärkeitä prosessoitaessa opittua asiaa uudessa kontekstissa. Matema-

tiikan didaktikon käsitys taas korostaa sellaista matematiikkaa, joka nousee esiin lasten itse esiinnostamana heidän omasta elämismaailmastaan. Hän siis luottaa lasten luontaiseen uteliaisuuteen ja tiedonhaluun, ja uskoo, että perustaidot tulevat opittua sitä kautta.

5.2.5 Hallinnollis-organisatoriset toimenpiteet

Matematiikan opetukselle varattu vuosiviikkotuntimäärä (4 vvh) on keskushallinnon edustajan ja matematiikan didaktikon mukaan riittävä. Sen sijaan luokanlehtori olisi valmis korottamaan vuosiviikkotuntimäärän viiteen, ja perustelee ehdotustaan sillä, että lisätty tuntimäärä olisi apuna toiminnallisen ja tutkivan matematiikan aseman parantamisessa, sekä matematiikan merkityksen lisäämisessä yleensäkin. Lisäksi hän toteaa, että matematiikan opetukselle varattu tuntimäärä on kansainvälisesti alle keskitason. Vuosiviikkotuntimäärän korottamisen vaihtoehtona hän näkee esimerkiksi ala-asteen ylemmille luokille syventäviä kursseja, jollaisia jo osin on käytössäkin.

Norris ym. (1996) ovat Arviointiraportissaan peruskoulun opetussuunnitelmauudistuksesta arvelleet talouskriisin sekä kannustaneen että vaikeuttaneen opetussuunnitelmaprosessia. Haastateltavista keskushallinnon edustaja arveli talouslaman vaikutuksen olleen lähinnä kielteinen, koska ei ole voitu maksaa juuri kenellekään tästä työstä eikä järjestää tarvittavaa koulutusta. Luokanlehtori ei uskonut talouslamalla olleen vaikutusta uudistustyöhön. Matematiikan didaktikko puolestaan toteaa:

> Talouslamaa on ainakin turha syyttää tässä(kään) yhteydessä. Sillä on voinut olla jopa tervehdyttävä funktio.

Olisiko matematiikan opetuksen kehittämistyöryhmän sitten pitänyt saada jatkaa työtään, jonka monet (esim. Haapasalo ja Kupari 1991) uskoivat jatkuvan? Matematiikan didaktikko

on selkeästi sitä mieltä, että jos kehittämistyöryhmä olisi saanut viedä työnsä loppuun, opetussuunnitelman perusteet olisivat laajemmat ja syvällisemmät. Tarkoitukseensa paremmin sopivat. Keskushallinnon edustaja näkee kuitenkin asian aivan toisin:

> Matematiikan kehittämistyöryhmän työtä ei kukaan lopettanut. Työryhmä teki sille annetun tehtävän loppuun. Jatkoa ajatellen oli tuolloin opetussuunnitelman perusteiden uudistus, jolle työryhmän työ oli hyviä linjoja antava. Kehittämistyöryhmän työ käytettiin hyväksi todella täysipainoisesti vuoden 1994 perusteita laadittaessa.

5.3 Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994

Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994 eivät olleet ensimmäiset laatuaan. Kuitenkin 1985 perusteet olivat niin tarkat, että keskushallinnon edustajan mukaan ne olivat "oikeastaan ennemmin valtakunnallinen opetussuunnitelma". Vuoden 1994 perusteista keskushallinnon edustaja sanoo, että "Opetushallituksen tarkoitus oli perusteilla vaikuttaa koulujen opetussuunnitelmien laadintaan ja ennen kaikkea käynnistää asiasta kouluissa keskustelu".

Opetussuunnitelman perusteiden 1994 matematiikan osuuden perustana käytettiin siis Matematiikan opetuksen kehittämistyöryhmän työtä. Opetussuunnitelman perusteiden lopulliseen muotoon saattamisesta huolehtivat kuitenkin Opetushallituksen aine-ekspertit. Keskushallinnon edustaja toteaa perusteiden laadinnan aikataulun olleen "tiukan puoleinen". Lisäksi hän sanoo, että matematiikan osan laajuudesta jouduttiin tinkimään supistamalla sitä opetushallituksen haluamaan laajuuteen. Myös nk. akvaariokoulut olivat mukana perusteiden laadintaprosessissa siten, että perusteiden luonnokset olivat lausunnolla akvaariokouluissa ja lisäksi akvaariokoulujen koulutustilaisuuksissa saatu palaute otettiin huomioon.

5.3.1 Opetussuunnitelman perusteiden sisältö

Matematiikan didaktikko kritisoi voimakkaasti sitä, että tiukan aikataulun takia perusteiden laadusta jouduttiin tinkimään. Lisäksi hän tuo kehittämistyöryhmässä mukana olleena esiin, että ei ymmärrä "virkamiesten motiiveja heidän omiessaan opetussuunnitelmatyön itselleen". Kehittämistyöryhmän esittämät kehittämisperiaatteet eivät hänen mukaansa toteudu perusteissa, koska koko filosofia on ymmärretty puutteellisesti virkamiestasolla. Luokanlehtorin käsityksen mukaan perusteiden laadintaprosessia vaikeutti se, että eri auktoriteetit halusivat vaikuttaa perusteisiin omia näkökulmiaan painottamalla, ja perusteita jouduttiin kirjoittamaan useaan kertaan.

Siitä, ovatko opetussuunnitelman perusteet kompromissi kentällä vallitsevista näkemyksistä, on asiantuntijoilla täysin erilaiset käsitykset. Keskushallinnon edustaja kommentoi:

> Matematiikan opetussuunnitelman perusteet eivät ole kompromissi kentällä vallitsevista näkemyksistä. Eräänlainen kompromissi ne ehkä ovat maamme tutkijoiden, opettajankouluttajien ja muiden asiantuntijoiden käsityksistä, kompromissi, joka jouduttiin tekemään, koska nämä käsitykset olivat varsin poikkeavia toisistaan. Kompromissia tehtäessä vaikuttavana tekijänä oli saada perusteet muotoon, joka olisi opettajille ymmärrettävä ja houkuttelisi heidät paikallisten opetussuunnitelmien laadintaan. Eräiden asiantuntijoiden haluamaa konstruktivistista otetta ei voinut heidän haluamassaan laajuudessa toteuttaa.

Luokanlehtori puolestaan tuo esiin:

> Opetussuunnitelman perusteet ovat mielestäni kompromissi kentällä vallitsevista näkemyksistä. Kenttä tarkoittanee tässä yhteydessä matematiikan didaktiikan ja yleisen didaktiikan tutkimuksen asiantuntijoita ja auktoriteetteja. Kun lukee 1994 perusteita, huomaa, että siellä on muutamien auktoriteettien ajatuksia. Osa niistä on päällekkäisiä. Ehkä tekstiä laadittaessa ei ole päästy yksimielisyyteen.

Matematiikan didaktikon mielipide on selkeästi kielteinen:

> Opetussuunnitelman perusteet eivät ole edes kompromissi kentällä vallitsevista näkemyksistä. Ne eivät ole mitään muuta kuin sekava kokoelma "virallisen väljähtynyttä tekstiä"!

Oppimiskäsityksen esiintuominen perusteissa ei matematiikan didaktikon mukaan ole riittävän selkeä. Keskushallinnon edustajan mukaan tarkkaan lukien perusteiden matematiikan osassa on kyllä konstruktivismin periaatteita ehkä enemmän kuin minkään muun oppiaineen kohdalla. Myös luokanlehtori on sitä mieltä, että oppimiskäsitys on tuotu perusteissa esiin riittävän selkeästi:

> En yleensäkään usko, että lisäämällä didaktista tekstiä saataisiin kentällä aikaan sen suurempaa kehitystä. Opettajat kaipaavat enemmän "mitä se on" -tekstiä sekä käytännön opastusta. Perusteet 94 ovat melko ylimalkainen, maailmojasyleilevä ja idealistinen ns. minimaalinen suunnitelma.

5.3.2 Koulujen opetussuunnitelmatyö

Apajalahti & Pietilä & Vanne (1996) ovat tutkineet opetussuunnitelmatyön edistymistä peruskoulussa. Tutkimuksen kohderyhmästä 85 % piti opetussuunnitelman perusteiden ohjaavutta liian vähäisenä. Luokanlehtori on asiasta samaa mieltä:

> Olen samaa mieltä em. tutkijoiden kanssa. Koululaitos on tottunut keskushallintojohtoisuuteen ja juuri opetussuunnitelma-asiassa koetaan epävarmuutta ja epätietoisuutta, kun joudutaan yhtäkkiä laatimaan opetussuunnitelmaa. Erityisesti matematiikka koetaan aineena, jossa yleisesti määrätyn tavoitteen saavuttaminen on tärkeää.

Sen sijaan matematiikan didaktikko ja keskushallinnon edustaja eivät ole aivan samaa mieltä. Matematiikan didaktikko on sitä mieltä, että enemmän on kenties vaikuttanut se, että opettajat eivät ole täysin ymmärtäneet, miksi yhtäkkiä pitäisi suunnitella ja "uudistua". Keskushallinnon edustaja on matematiikan didaktikon kanssa samaa mieltä, mutta näkee

opettajien motivaation puutteen syyksi enemmänkin sen, että kunnat eivät ole panostaneet opettajien koulutukseen ja konsultointiin.

Myös opetussuunnitelman perusteista opettajien suunnalta saatu palaute vaihtelee asiantuntijasta riippuen. Matematiikan didaktikon perusteista saatu palaute on ollut lähes yksinomaan: "Susi!". Keskushallinnon edustaja toteaa, että ei nyt enää ole saanut juuri minkäänlaista palautetta, mutta 90-luvun puolivälissä usein sellaista, että ovat liian "ympäripyöreät", mutta "joka oli ruvennut tarkemmin pohtimaan, sanoi, jotta nehän ovatkin hyvät!". Luokanlehtori toteaa havainneensa, että "perusteiden tuntemus ei ole kovin kattavaa ja toisaalta valmius keskustella perusteiden tulkinnoista on melko vähäistä" lukuunottamatta niitä opettajia, jotka ovat olleet matematiikan työryhmässä tekemässä opetussuunnitelmaa. "Heidän yleisin kommenttinsa on, että perusteet ovat liian ylimalkaisia, eikä niiden pohjalta tiedä, mitä pitää tehdä."

Opettajat kokevat perusteet siis selvästi puutteellisiksi. Tähän syynä on ainakin se, että oppimiskäsitystä ei ole riittävästi omaksuttu, josta johtuen myös valmiudet ymmärtää perusteiden tekstiä ovat huonot. Juuri tiedon puute luo luokanlehtorin esiintuomaa epävarmuutta. Miten olisikaan mahdollista muodostaa itse konstruoitu, puolueeton ja hyvin pohdittu mielipide asiasta, josta ei yksinkertaisesti tiedä tarpeeksi ?

Asiantuntijat ovat hyvin selvillä opettajien turhautumisesta opetussuunnitelmaprosessiin. Matematiikan didaktikko uskoo turhautumisen johtuvan siitä, että opetussuunnitelmatyö on erittäin vaativaa. Opettajille olisi hänen mukaansa tarjottava paremmat perusteet ja tukea eksperttien taholta. Ongelmana on kuitenkin se, kuka sen maksaisi. Myös keskushallinnon edustaja tietää turhautuneisuuden, mutta on sitä mieltä, että opettajienkin pitäisi näinä päivinä miettiä työnsä uudistamista aivan kuten muuallakin yhteiskunnassa tehdään.

> Opetussuunnitelman perusteiden 1994 tarkoitus oli vaikuttaa koulujen opetussuunnitelmien laadintaan ja ennen kaikkea käynnistää asiasta kouluissa keskustelu. Joissakin paikoissa tämä oli opetusta uudistavaa, joissakin ei. Vastaavia ovat luonteeltaan opetussuunnitelmat. Niiden kirjo on leveä.

Samaan aikaan tapahtunut järjestelmätason muutos on saattanut esim. Kuparin (1993) mielestä vaikuttaa koulujen opetussuunnitelmien laadintaan. Keskushallinnon edustaja tosin toteaa, että varsinaista järjestelmätason muutosta ei ole ollutkaan, koska tuntijako on aina annettu ministeriötasolta ja opetussuunnitelman perusteet annettiin jo vuonna 1985. Tuntikehys sen sijaan on rahapuolen termi, jolla helpotettiin koulujen resurssien hoitelua ja toimintaa ja valtionavun maksamista. Sekä matematiikan didaktikko että luokanlehtori ovat kuitenkin sitä mieltä, että järjestelmätason muutos on saattanut vaikuttaa opetussuunnitelmaprosessiin. Luokanlehtori toteaa myös KT Päivi Atjosen huomioineen väitöskirjassaan samaa. Atjonen on väitöstilaisuudessaan puhunut vapaasti lainaten näin:

> Kun keskushallinto (Opetushallitus) huomasi, ettei siellä laadittu maksimaalinen, siis tarkka, opetussuunnitelma toteutunut toivotulla tavalla eikä opettajat toteuttaneet sitä itsenäisesti ja kriittisesti, päädyttiin opetussuunnitelmatyön siirtämiseen kentälle - seurasi kuntakohtainen opetussuunnitelma. Siinäkin havaittiin, että opetus muuttui pääasiassa vain niiden opettajien kohdalla, jotka työn olivat tehneet ja olleet kirjoittamassa opetussuunnitelmaa. Muiden kohdalla opetussuunnitelman tuntemus oli vähäistä. Kuntakohtainen opetussuunnitelma ei täyttänyt sille asetettua tavoitetta. Seuraavaksi paineet siirrettiin kouluille. Koulut ohjattiin laatimaan omat opetussuunnitelmat.

Atjosen väitöksen aikaan ei tiedetty, miten koulukohtaisuus toimii, mutta Atjonen oli ollut epäilevä, ja luokanlehtori on samaa mieltä siitä, että tehtävä on ylivoimainen, ja niinpä monessa tapauksessa on päädytty johonkin helppoon ratkaisuun.

5.3.3 Opetussuunnitelman perusteiden merkitys

Kysymykseen siitä, onko entisenlaisesta "keskitetyn opetussuunnitelman" mallista päästy jo eroon?, matematiikan didaktikko vastasi:

> On vaikea sanoa, miten siitä voisi päästä eroon, sillä hyvät opettajat eivät ole koskaan kokeneet keskitettyä opetussuunnitelmaa. Vanha opetussuunnitelma antoi aivan samat mahdollisuudet ja vapaudet!

Keskushallinnon edustaja on sitä mieltä, että siitä on tavallaan päästy eroon, ja tavallaan ei:

> Luulen, että vanha 80-luvun opetussuunnitelma elää opettajien päässä ja ohjaa heidän opetustaan. Uusien perusteiden antaman vapauden käyttäminen ei ole "osaamisasia" vaan viitsimis- ja haluamiskysymys, minkä päättelen opettajilta saamistani mielipiteistä.

Luokanlehtori puolestaan miettii, onko keskitetyn opetussuunnitelman mallista ylipäätään päästävä eroon, sillä hän katsoo silläkin olleen etunsa. Kokonaisuuden kannalta hän pitää entistä mallia jopa parempana.

> Kyllähän kehittäminen ja uudistaminen voidaan hoitaa muutenkin kuin vain hajauttamalla opetussuunnitelmatyö kentälle. Ehkä paras olisi joku välimuoto.

Vastauksista heijastuu, että asiantuntijat eivät välttämättä usko opetussuunnitelman ja opetussuunnitelman perusteiden muodolla ja sisällöllä olevan merkittävää roolia opetuksen kehittämisessä, vaan uskovat opettajien toteuttavan opetuksessaan lähinnä omaa oppimiskäsitystään. Tämän perusteella vuoden 1994 Opetussuunnitelman perusteiden rooli supistuisi siis "keskustelun herättämiseen".

Pelko eritasoisten opetussuunnitelmien vaikutuksesta opetuksen tasoon tuntuu asiantuntijoiden mielestä kuitenkin melko turhalta. Matematiikan didaktikko toteaa, että "opetus eroaa aina, olipa opetussuunnitelma mikä hyvänsä". Luokanlehtori on samaa mieltä:

> Koulut, jotka ovat tehneet perusteellisen ja omaleimaisen opetussuunnitelman, ovat aktiivisia ja valveutuneita. Ne ovat tehneet työnsä ammatti-

> taidolla ja harkiten, kun taas ne koulut, jotka ovat tehneet helpon ratkaisun, noudattavat oppikirjaa ja sen ideologiaa. Sekään ei ole huono ratkaisu, sillä onhan oppikirja tositarkkaan harkittu sovellutus voimassa olevasta opetussuunnitelmanormistosta.

Keskushallinnon edustaja on jonkin verran huolissaan eriarvoistumisesta, ja toteaa, että ainakin koulujen profiloituminen voi johtaa siihen.

5.3.4 Vaihtoehtoesityksiä

Matematiikan didaktikko on kritisoinut sitä, että opetussuunnitelman perusteista puuttuvat kokonaan kehittämistyöryhmän esiintuomat konkreettiset oppimisympäristöjen suunnittelemista ja toteuttamista ohjaavat tavoitelausumat. Luokanlehtori on samaa mieltä ja toteaa, että perusteissa on annettu vain "yleiset linjat".

> Koska konkretisointia ei ole, tukeutuu opettaja entistä tiiviimmin oppikirjaan. Moni koulu on "laatinut" opetussuunnitelman kopioimalla jonkin oppikirjan sisällysluettelon ja vahvistuttamalla sen opetussuunnitelmakseen. Tämähän on selvästi ristiriitaista, kun toisaalla kritisoidaan oppikirjajohtoista työskentelyä.

Keskushallinnon edustaja puolestaan toteaa, että tavoitelausumia ei katsottu voitavan ottaa mukaan, sillä

> ne eivät kuulu valtakunnalliseen opetussuunnitelmaasiakirjaan vaan koulun opetussuunnitelmaan tai didaktiseen kirjallisuuteen.Tarkkaan lukien perusteiden matematiikan osassa on kyllä konstruktivismin periaatteita enemmän kuin minkään muun oppiaineen kohdalla.

Haapasalo on tuonut esiin (mm. 1994a, 328), että opetussuunnitelman perusteita parempi vaihtoehto olisi laatia eksperttien toimesta valmiita "malliopetussuunnitelmia", joita voisivat soveltaa koulut, joilla itsellään ei ole resursseja tehdä toisenlaisia. Haapasalo toteaa, että malliopetussuunnitelmien tekijöiksi päteviä olisivat didaktikot, ja niitä voisi olla hyvinkin erilaisia vaihtoehtoja, mutta yhteistä laadukkaille opetussuunnitelmille olisi niiden syvällisyys.

Luokanlehtori pitää Haapasalon ehdotusta malliopetussuunnitelmista mahdollisina. Hänen mielestään malliopetussuunnitelma voisi olla eräänlainen perusteiden jatkekin. Kyllähän tilaa olisi molemmillekin.

> Minusta riittäisi, että olisi yksi malliopetussuunnitelma ja siinä selvästi ohjeet ja alueet, joilla koulun tulee olla omaleimainen. Toisin sanoen malliopetussuunnitelma antaisi perusteellisen rungon.

Hän lisää, että opettajat kaipaisivat enemmän "mitä se on" -tekstiä sekä käytännön opastusta.

Keskushallinnon edustaja sen sijaan on ehdottomasti sitä mieltä, että malliopetussuunnitelmat eivät olisi voineet olla vaihtoehto Opetussuunnitelman perusteille, koska "sitten ei käynnistyisi minkäänlainen opetussuunnitelmaprosessi". Hän pitää malliopetussuunnitelma-ajatusta lisäksi konstruktivismin vastaisena. Hän toteaa mielipiteelleen perusteluna Kuntaliiton myyneen kouluihin 1980 -luvulla eräänlaista malliopetussuunnitelmaansa, joka löysi paikkansa lähestulkoon rehtorin hyllystä pölyttymästä.

5.3.5 Asiantuntijoiden kritiikkiä eri tahoja kohtaan

Keskushallinnon edustaja kritisoi opettajien haluttomutta opetussuunnitelmauudistusta kohtaan:

> Ei ole käsitetty tai suostuttu käsittämään sitä, että opettajienkin pitäisi näinä päivinä pohtia työnsä uudistamista aivan kuten muuallakin yhteiskunnassa tehdään. Ajattelepa vain meidän menestyvää teollisuuttamme! Liian kauan, jo tsaarinvallan ajalta lähtien on totuttu siihen, että keskusvirastosta tarkkaan määrättiin opettajien tehtävät ja tarkkaan valvottiin, mitä valtion rahoilla oli kouluun hankittava.

Lisäksi hän tuo esiin, että kun koululaitokseen kohdistuvia leikkauksia on vaikeaa saada selville ja kun opettajien työn tuloksellisuutta on vaikeaa selvittää ainakaan peruskoulussa, niin minkäs mahdat jos joku/moni ei halua työssään kehittyä. Ei edes lukion opettajalle, jonka pätevyyttä mitataan yo-kirjoituksissa, seuraa mitään saati että virka

olisi uhattuna, vaikka tulokset vuosi vuodelta olisivat heikkoja. Myös kuntiin keskushallinnon edustaja kohdistaa voimakasta kritiikkiä:

> Sanoin jo 1994, että olisi pitänyt paljon enemmän satsata koulutukseen ja opettajien konsultointiin ja se nimenomaan olisi ollut kuntien tehtävä, mutta kunnat ovat tässä suhteessa panostaneet varsin vähän. Ilmeisesti nekin ovat tottuneet siihen, että kaiken maksaa Suomen valtio. Ei ole tainnut myöhemminkään muuttua. Näköjään edelleenkin elää vahvasti käsitys, että kun opetussuunnitelma on kerran tehty, se on sitten sillä kyljellään seuraavat kymmenen vuotta. Siis opetussuunnitelmaa ei koeta jatkuvasti uudistuvana prosessina. Millä teollisuuden haaralla olisi nykyään varaa vedellä 10 vuotta samoilla suunnitelmilla ?

Luokanlehtori kritisoi voimakkaimmin keskushallintoa:

> Jotta opettajien turhautuneisuus opetussuunnitelmauudistusta kohtaan voitaisiin välttää, keskushallinnon tulisi antaa yksityiskohtaisemmat ohjeet ja mahdollisesti mallit sekä kertoa, missä osissa kunta/koulu voi olla ja tulee olla omaleimainen. Se, että jokaisella koululla "pitää keksiä ruuti" tuntuu toiveajattelulta. Vain pienellä osalla opettajista on aikaa/kykyä/halua tehdä työtä, josta ei oikein tiedä, mihin pyritään.

Matematiikan didaktikko on kritisoinut voimakkaasti Opetushallitusta ja sanonut sen olevan jopa este matematiikan opetuksen ja opetussuunnitelman kehittämiselle. Voimakas kritiikki johtunee näkemyseroista Opetushallituksen kanssa. Hän toteaa yksittäisissä opettajissa olevan myönteisyyttä uudistusprosessia kohtaan, mutta järjestöt ovat äärimmäisen kielteisiä; Uudistusta halutaan vain siihen saakka kun ei tarvitse muuttaa oman opetuksen perusrakennetta.

5.3.6 Ratkaisuehdotuksia ja tulevaisuuden näkymiä

Keskushallinnon edustajan mukaan pääkysymys on saada opettajat innostumaan työnsä kehittämisestä. Hän toteaa, että tietoa on nykypäivänä olemassa vaikka kuinka paljon. Tähän pitäisi satsata.

> Kouluihin pitäisi saada eri aineiden kehittäjäopettajia, täydennyskoulutus pitäisi ainakin kaksinkertaistaa ja olla työaikana tapahtuvaa, opettajilla pitäisi olla kokonaistyöaika, jotta kehittämiseen olisi aikaa koulussa, ja kouluihin pitäisi saada myös konsultteja, kuten yrityselämään.

Myös luokanlehtori toteaa, että kunnan tulisi ohjata opettajiaan täydennyskoulutukseen tarjoamalla kouluttautumismahdollisuuden työaikana. Hänen mukaansa ei voida edellyttää, että kattavaa kouluttautumista saadaan aikaan vapaa-aikana ja kesälomien aikana. Tämän lisäksi luokanlehtori haluaisi Opetushallituksen ottavan enemmän vastuuta, ja antavan yksityiskohtaisempia ohjeita ja malleja esimerkiksi kertomalla, missä osissa koulu/kunta voi olla ja tulee olla omaleimainen. Hänen mukaansa tuntuu toiveajattelulta, että "jokaisella koululla pitäisi keksiä ruuti". Hän uskoo, että näillä keinoilla uudistuksen päämäärä selkiytyisi ja sen myötä innostus uudistukseen lisääntyisi.

Keskushallinnon edustajan mielestä matematiikan opetuksen kehittämistyön jatkumisen takaamiseksi pitäisi olla resursseja käynnistää kehittämiseen liittyviä tutkimuksia. Tällä haavaa resursseja ei ole, mutta LUMA-projektin pilottikouluista tullaan keräämään palautetta ja innovaatioita, jotka ovat hänen mukaansa yksi kehittämisponnin.

Luokanlehtorin mukaan luontainen kiinnostus oppiaineeseen on sen kehittymisen tae, ja matematiikan tärkeyden esiintuominen lisää kiinnostusta. Hän toivoisi opettajille myös sopivia matematiikan didaktiikan täydennyskoulutuspaketteja, jollaisia jo jonkin verran järjestetäänkin. Lisäksi matematiikan asemaa voitaisiin edistää, jos työmarkkinoille saataisiin kysyntää matematiikan sivuaineeksi valinneille luokanopettajille, sillä tähän mennessä työmarkkinat ovat ohjanneet opiskelijoita valitsemaan sivuaineeksi lähinnä taito- ja taideaineita. Luokanopettajien profiloituminen matematiikan suuntaan on luokanlehtorin mielestä entistä tärkeämpää, koska koululakien uudistumisen myötä ylä- ja ala-asteen raja poistuu, ja paineet aineenopettajien tulosta

5- ja 6- luokille voivat kasvaa. Hänen mukaansa aineenopettajien tulo ala-asteelle voisi muuttaa matematiikan opetuksen tilannetta huonompaan suuntaan.

Tulevaisuudessa opetussuunnitelman perusteita pyritään evaluoimaan ja parantamaan epäsuorasti tekemällä analyysi perusteiden pohjalta laadituista opetussuunnitelmista sekä selvittämällä sitä, millaisiksi perusteet on koettu ja miten ne on ymmärretty opetussuunnitelmaa tehtäessä. Tämä tapahtuisi opettajia haastattelemalla. Seuraavat opetussuunnitelman perusteet annetaan todennäköisesti vuonna 2001, ja keskushallinnon edustaja uskoo niiden laatimisen olevan virkamiesten tehtävän. On todennäköistä, että silloin määritellään vain koko peruskoulun tavoitteet ja sisällöt, ja loppu jää kuntien ja koulujen tehtäväksi.

Kaikesta kritiikistä huolimatta keskushallinnon edustaja pitää perusteista:

> Niissä on sanottu juuri tarpeellinen ja juuri riittävällä tarkkuudella. Jos perusteet tehdään liian tarkoiksi, mihin näyttää olevan painetta, niin ei ole edes mahdollisuutta saada opettajat pohdiskelemaan opetuksen uudistamista.

5.4 LUMA-hanke

Matematiikan didaktikko toivoisi, että keskustelu opetuksen ja opetussuunnitelman kehittämistyöstä laantuisi joksikin aikaa, niin väärään suuntaan on menty, ja toteaa, että etsikkoaika on menetetty pitkäksi aikaa. Opetushallituksessa ei kuitenkaan ole jääty lepäämään, vaan on käynnistetty LUMA-hanke, joka on tämän vuosikymmenen ja koko vuosisadan mittavin hanke. Keskushallinnon edustaja toteaa, että ei ole mitään muuta siihen verrattavaa koko koululaitosta koskevaa. Milloinkaan muulloin matematiikan kehittämisvaatimusta ei ole liioin sanottu hallitusohjelmassa.

LUMA-hankkeen tavoitteena on lyhyesti se, että opetus voitaisiin uudistaa nykyisten perusteiden hengessä ja niiden viitoittamaan suuntaan. Luokanlehtori näkee LUMA:n tärkeimmiksi tehtäviksi ensinnäkin matemaattisten aineiden profiilin noston, johon vaikuttaa esimerkiksi se, että aineisiin kiinnitetään huomiota ja niistä puhutaan. Toinen tärkeä tehtävä on matemaattisten aineiden opetusmuotojen ja materiaalien kehittäminen, ja kolmas erityisesti fysiikan ja kemian aseman kohentaminen ala-asteella kiinnittämällä huomiota opetussisältöihin, -järjestelyihin ja välineistöön.

Matematiikan didaktikko kritisoi tiukasti LUMA-hanketta. Hän toteaa hankkeen olevan erittäin kallis, täydellinen fiasko. Hänen mielestään monin paikoin LUMA:lla pelkästään lisätään opettajien "vammoja" ja pelkoja matematiikkaa kohtaan.

Sen sijaan luokanlehtori toteaa LUMA-hankkeesta näkyvän jo tuloksia, sillä LUMA-aineiden profiili näyttää nousseen jo jonkin verran. LUMA-hankkeen piirissä on myös syntynyt erilaisia kokeiluja, ja niistä jää aina jotakin pientä pysyvää. Lisäksi kun koulujen opetussuunnitelmatyö käsitetään prosessina, on LUMA ollut osa prosessia ja vaikuttanut myös muihin kuin varsinaisiin LUMA-kouluihin. Luokanlehtori on vankasti sitä mieltä, että vaikka kehittyminen tapahtuukin pienin askelin, on se myönteistä, ja usein ainoa tie pitkäkestoiseen ja pysyvään uudistumiseen.

5.5 Opettajankoulutus

Luokanlehtori toteaa, että kun puhutaan matematiikan opettamisen pitkäjänteisestä kehittämisestä, on opettajankoulutus tärkeimmässä asemassa. Hän sanoo kasvatustieteen vallanneen opinnoista suuren osan. Ainedidaktiikka ja sen myötä ainedidaktiset taidot ovat heikentyneet. Kasvatustiede on pääaine, muut sivuaineita, eivät erikoistumisaineita kuten ennen. Tämä kuvaa muiden aineiden asemaa. Lisäksi hän sanoo matematiikan valitsemisen sivuaineeksi ainakin lähiyliopistossaan

olevan harvinaista, lähes olematonta. Hän näkee syyksi ainakin matematiikan sisällöt, jotka eivät houkuttele opiskelijoita.

Toinen merkittävä syy hänen mukaansa ovat luokanopettajakoulutukseen hakeutuvat humanistisissa aineissa hyvinmenestyneet ylioppilaat, joista osalla on varsin torjuva asenne matematiikkaa kohtaan. "Miten matematiikkaa ja sen oppimista voi kehittää opettaja, joka inhoaa ainetta ?" Valintakokeita pitäisi siis kehittää siten, että matematiikasta kiinnostuneet nousisivat esiin ja saisivat kiinnostuksestaan pisteitä, ja tähän suuntaan on jo mentykin. Lisäksi eräissä opettajankoulutuslaitoksissa ohjataan sivuainevalintoja siten, että välineaineet saavat ohjailun seurauksena suuremman osuuden, joka voisi luokanlehtorin mukaan olla hyvä ratkaisu.

6 OPETUSSUUNNITELMAPROSESSI, OPPIMISTAPAHTUMA JA OPPIMISKÄSITYS

6.1 Opetussuunnitelmaprosessi

Vuoden 1994 opetussuunnitelman perusteiden luonne ja sisältö eroaa merkittävästi aikaisemmista, vuoden 1985, opetussuunnitelman perusteista. Uudistuksen tärkeyden huomanneissa asiantuntijoissa Opetussuunnitelman perusteet 1994 herättävät monenlaisia tunteita. Tässä luvussa esiin tuotavat asiat ovat tutkimuksen tekijän omaa tulkintaa, joskin tulkinta perustuu monilta osin asiantuntijoiden mielipiteisiin.

Käsitykset siitä, millainen perusteiden sisällön olisi pitänyt olla, vaihtelevat suuresti. Esimerkiksi matematiikan didaktikon käsitys perusteiden sisällöstä ei ole kovinkaan myönteinen. Taustalla on kritiikki siitä, että asiantuntijat, lähinnä tutkijat ja didaktikot, syrjäytettiin melko tyystin perusteiden laadinnan loppuvaiheessa, jonka tiedettiin olevan varsin merkityksellinen matematiikan opetuksen ja opetussuunnitelman kehittämisen jatkon kannalta.

Matematiikan didaktikko arvioi, että Opetussuunnitelman perusteet ovat jääneet monilta osin, varsinkin oppimiskäsityksen osalta, puutteelliseksi, ja tästä syystä perusteiden vaikutus ei kaikilta osin ole ollut kehitystä edistävää. Hän kaipaisi perusteilta enemmän syvällisyyttä, joka hänen

mielestään heijastaisi asiantuntijuutta. Vaikka matematiikan didaktikko on luokanlehtorin tapaan malliopetussuunnitelmien kannalla, jää arvoitukseksi, miten malliopetussuunnitelmat olisivat vaikuttaneet perusteiden tulkintaan ja syvällisyyteen. Tuntuu kuitenkin ristiriitaiselta, että malliopetussuunnitelmat voisivat sopia konstruktivistiseen oppimiskäsitykseen, koska ne rajoittaisivat osaltaan perusteiden tulkintamahdollisuuksia. Toisaalta malliopetussuunnitelmat voitaisiin irrottaa kokonaan keskushallinnon antamista normeista ja siten antaa niille pedagoginen, opetussuunnitelman tekoa enemmän auttava kuin ohjeistava, rooli. Tällöin niiden sopivuutta opetussuunnitelmatyön yhteyteen voisi arvioida uudesta näkökulmasta.

Luokanlehtori olisi odottanut perusteilta jämäkämpää linjaa ja hän tuo useaan kertaan esiin, että opettajat olisivat kaivanneet konkreettista tukea tulkitessaan perusteiden tekstiä. Mihin konkreettisuus sitten olisi johtanut? Todennäköisesti oltaisiin oltu entisessä keskitetyn opetussuunnitelman mallissa, jota vaihtoehtoa luokanlehtori ei tosin pidä välttämättä huononakaan. Tällöin kuitenkin opetuksen ja opetussuunnitelman kehittämisen lähtökohta olisi ollut erilainen. Ei ole realistista odottaa uudistusta ellei oppimiskäsitystä ole ensin pohdittu ja omaksuttu, ja lähdetty sitä kautta uudistukseen, sillä konstruktivismi muuttaa koko oppimisen perusrakennetta.

Keskushallinnon edustajan mielestä perusteissa on kaikki tarvittava riittävällä tarkkuudella. Mikä sitten on tarvittavaa, ja mikä riittävä tarkkuus? Oppimiskäsityksen esiintuominen on varmasti välttämätöntä, mutta miten paljon perusteissa tulisi ohjata konkreettisia toimia, kuten arviointia, sisällönjäsennyksiä tai oppimisympäristöjä? Vuoden 1994 opetussuunnitelman perusteet jättävät konkreettiset ratkaisut jokaisen itse tehtäväksi. Jos halutaan antaa mahdollisuus tulkita asiaa monin eri tavoin, ei perusteista tämän perusteella olekaan mahdollista tehdä kovin tarkkoja.

Koulujen opetussuunnitelmatyö on asiantuntijoiden mukaan sujunut vaihtelevalla menestyksellä. He toteavat realistisesti, että paikoin opetussuunnitelmatyö on ollut opetusta uudistavaa, paikoin ei. Aktiiviset koulut ovat tehneet hyviä opetussuunnitelmia, ja vähemmän aktiiviset ovat hoitaneet opetussuunnitelmatyönsä muulla tavalla, esimerkiksi oppikirjan ideologiaa seuraamalla. Oleellista on se, että edes jotakin prosessia on käyty, sillä konstruktivistisesti ajatellenhan kukaan ei voi toisen osalta määrätä, miten prosessia pitää käydä, vaan sen on lähdettävä liikkeelle jokaisen omasta, ainutlaatuisesta tarpeesta. Prosessi on onnistunut, jos se vastaa tarpeisiin.

Ovatko koulujen opetussuunnitelmaprosesseille asetetut vaatimukset sitten liian kovia? Opetussuunnitelmalla on, tai ainakin pitäisi olla, merkittävä rooli kehitettäessä opetusta koulun ja luokan tasolla. Mielestäni juuri tästä syystä opetussuunnitelman pohjana pitää olla selkeä oppimiskäsitys. Uskon, että jos kouluissa on maltettu keskittyä oppimiskäsityksen analysointiin ja prosessointiin, ne kykenevät vastaamaan uudistuksen asettamaan haasteeseen. Jos taas sisältöjä on pidetty tärkeämpänä kuin oppimiskäsityksen analysointia, ovat opetussuunnitelman tekijät harhautuneet, ja tällöin voidaan sanoa, että varsinaista opetussuunnitelmauudistusta ei ole aikaansaatu.

Opettajien sitoutumattomuus opetussuunnitelmaprosessiin vaikuttaa asiantuntijoiden mielestä huolestuttavalta, mutta luokanlehtorin ja matematiikan didaktikon mukaan ei niinkään odottamattomalta ottaen huomioon opetussuunnitelmatyön vaativuuden ja sen, että he uskovat opettajille jääneen epäselväksi, mihin opetussuunnitelmaprosessilla pyritään. Keskushallinnon edustajan mielestä opettajien uudistushalun vähäisyys tuntuu ihmeelliseltä, kun ottaa huomioon muun yhteiskunnan nopean kehityksen asettamat vaatimukset.

Etenkin keskushallinnon edustaja tuo selvästi esiin sen, että keskusviraston valvonnasta olisi päästävä eroon ja

vastuu opetuksen ja opetussuunnitelman kehittämisestä kuuluisi opettajille ja kunnille. Samalla kuitenkin hänen, ja samoin toisten asiantuntijoiden kommenteista heijastuu jonkinlainen epäileväisyys opettajien kykyihin ja haluun uudistua ja uudistaa opetusta ja opetussuunnitelmaa. Konstruktivismi luottaa oppijan mielenkiintoon ja haluun oppia, ja saman olettaisi näkyvän asiantuntijoiden mielipiteissä opettajia kohtaan. Kuitenkin sekä matematiikan didaktikko että luokanlehtori haluaisivat vaikuttaa opettajien työhön malliopetussuunnitelman avulla, ja keskushallinnon edustajan mielestä opettajat takertuvat liiaksi entiseen keskitetyn opetussuunnitelman malliin ja oppikirjoihin. Opettajat eivät tämän perusteella saa kovinkaan suurta luottamusta asiantuntijoilta. Kaikki toki toteavat, että osa opettajista on aina innokkaampia uudistumaan, mutta millä toimenpiteillä sitoutuneisuus uudistukseen saataisiin koskettamaan kaikkia?

Uudistumisen tulisi kuulua opettajan työhön sen luonnollisena osana ja on selvää, ettei uudistusta voida määrätä ylhäältä päin, vaan sen on lähdettävä opettajista itsestään. Merkityksellisintä uudistuksen aikaansaamiseksi on koulutus, on se sitten varsinainen opettajankoulutus tai täydennyskoulutus. Myös LUMA-hankkeen taustalla on ajatus, että aktiiviset, koulutukseen osallistuvat opettajat pystyvät useimmiten parhaiten saamaan mukaansa oman koulunsa muutkin opettajat. Luokanopettajan työssä on huomiosta kilpailemassa monta oppiainetta. Konstruktivistisesti ajatellen kehittämistyötä voidaan kuitenkin ajatella prosessina, ja vähitellen eri oppiaineiden kehittämisestä muodostuu kiinteä kokonaisuus, jossa eri osa-alueet tukevat toisiaan.

Myös siitä, pitäisikö kehittämistyö kohdistaa opetussuunnitelman perusteisiin vai suoraan opettajiin, voidaan olla useaa mieltä. Asiantuntijoiden näkemyksistä voi päätellä, että opetussuunnitelmaprosessilla ei välttämättä koeta olevan suoraa vaikutusta oppimistapahtumaan. Kuitenkin mielestäni opettaja, joka haluaa kehittää opetussuunnitelmaa, kehittää samalla oppimistapahtumaa, ja päinvastoin,

sillä molempien taustalla on oppimiskäsityksen analysointi ja sen soveltaminen omaan työhön. Tästä syystä opetussuunnitelmat ja oppimistapahtumat ovat tiiviissä vuorovaikutussuhteessa.

6.2 Oppimistapahtuma

Pelkästään opetussuunnitelman uudistumisella ei siis turvata opetuksen kehittymistä, vaan on kiinnitettävä huomiota myös matematiikan oppimistapahtumaan. Oppimistapahtumalla tarkoitetaan tässä tilannetta, jossa aktiivisesti pyritään tietojen rakentamiseen, tarkentamiseen ja uudelleenmuotoiluun, eli konstruointiin. Konstruktivistista oppimistapahtumaa voidaan kuvata kompleksiseksi, koska onnistuakseen sen järjestäminen vaatii opettajalta selkiytynyttä oppimiskäsitystä, jotta kaikki oppimistapahtuman osat saadaan muodostamaan saumaton kokonaisuus.

Konstruktivistinen oppimistapahtuma rakentuu oppijakeskeisesti, valmiudet ja motivaatiot, sekä tiedon käyttökelpoisuus huomioiden. Oppimisen välineenä on oppijan oma tekeminen, jonka tulisi olla sitä konkreetimpaa, mitä pienemmästä oppijasta on kyse. Pikkutietojen sijasta olisi keskityttävä kokonaisuuksiin ja tiedon hankkimisen taitoihin. Lisäksi oppijoiden välinen vuorovaikutus on tärkeässä asemassa, jotta oppijat oppivat käyttämään matematiikkaa arkipäivän välineenä ja keskustelemaan siitä. Vuorovaikutus on keskeistä myös oppimisen kontekstin luomisessa, jolloin opettajan tekemät havainnot oppijan kehitystasosta ja matemaattisista taidoista ovat merkittävässä asemassa. Konteksti on oppimiselle suotuisa, jos oppilas saa omista lähtökohdistaan rakentaa omia päättelymallejaan ja teorioitaan, ja siten kokea onnistumisen iloa.

Käytännössä konstruktivistiseen oppimistapahtumaan siirtyminen vaatii oppijan ja opettajan uudenlaisten roolien hyväksymistä. Opettajan rooli on muuttunut oppijan oppimisproses-

sien tarkkailijaksi ja ohjaajaksi. Hänen on kyettävä myös arvioimaan oppimisprosessia jo sen kuluessa ja ohjaamaan sitä tavoitteen suuntaan. Oppijan omaan oppimisen kykyyn luottaminenkaan ei ole itsestäänselvyys, vaan pitkällisen opettajajohtoisen opetuksen tradition hylkääminen vaatii sekin oman prosessinsa, ja opettajan on pystyttävä suuntaamaan ammatillisuutensa uudella tavalla keskittyen luomaan oppijoille otollista oppimisympäristöä.

Viime aikoina on puhuttu paljon esimerkiksi tietotekniikan mahdollisuuksista oppimisympäristönä. Kuitenkin olisi muistettava, että se on vain yksi vaihtoehto muiden joukossa; mitä pienemmästä oppijasta on kyse, sitä enemmän tulisi tarjota mahdollisuuksia konkreetin välineistön käyttöön ja omin käsin tapahtuvaan toimintaan. Oppiminen on sitä kokonaisvaltaisempaa mitä pienemmästä oppijasta on kyse, joten parhaaseen tulokseen päästään, jos oppimistapahtumassa huomioidaan eri aistien käyttö. Oppijan mielenkiintoon vetoavan oppimisympäristön luominen onkin nykyisessä mediakaaoksessa haasteellista. Matematiikan oppimisympäristön, ja siten myös opetusmenetelmien, tulisi olla ajanmukaisia, mutta kuitenkin nimenomaan ajatteluprosesseja tukevia.

Oppimistapahtuman luonteen muuttuminen vaatii väistämättä kannan ottamista matematiikan opetuksen kehittämisen painopistealueisiin. Asiantuntijoiden käsitykset oppimistapahtumasta ja sen ulottuvuuksista näkyvät heidän suhtautumisestaan kehittämisalueisiin, joita ovat arviointi, oppimateriaali, oppisisältöjen uudelleenjäsentäminen ja ainerajojen yli tapahtuva integrointi.

Koska oppimiskäsityksessä ja -tapahtumassa korostetaan prosessia, on selvä, että entisellä lopputulosta painottavalla *arvioinnilla* ei voida tulla toimeen, vaan on löydettävä uusia ratkaisuja. Arvioinnille olisi siis annettava painoarvoa aivan eri tavalla kuin tähän saakka. Arviointia olisi ensinnäkin pystyttävä yksilöimään ja monipuolistamaan,

aivan kuten oppimistapahtumaakin. Tiukat ulkopuoliset ohjeistukset eivät saisi olla rajoittamassa opettajaa, vaan arviointiin olisi jätettävä reilusti liikkumavaraa.

Konstruktivismi asettaa arvioinnille melkoisia haasteita. Opettajalla pitäisi olla erinomainen oppilaantuntemus, että hän pystyisi arvioimaan oppilaan sisäisiä prosesseja. Oppimisen menetelmiin tulisi kiinnittää huomiota, koska juuri oppimisprosessissa käytetyt keinot ovat merkityksellisiä. Lisäksi arvioinnin tulisi olla jatkuvaa, myös siitä syystä, että oppilas pystyy itsekin seuraamaan omaa kehitystään. Koska arviointi näin saa aivan uudenlaisia ulottuvuuksia, arvioinnin ja oppimistapahtuman kehittämisen pitäisi edetä rinnakkain. Itse- ja projektiarviointi ovat käyttökelpoisia vaihtoehtoja mietittäessä arviointitapoja. Arvioinnin pitäisi siis olla oppimistapahtumaa palveleva väline, sekä oppijan että opettajan kannalta katsottuna.

Kaikki asiantuntijat olivat sitä mieltä, että *oppimateriaalilla* on merkittävä vaikutus siihen, millaiseksi oppimistapahtuma muodostuu. Matematiikan laajat mahdollisuudet on tähän mennessä jätetty osittain käyttämättä. Ala-asteikäinen oppija ei saa tyydytettyä oppimisen tarvettaan, jos oppimismenetelmät ovat yksipuolisia, oli sitten kyse oppikirjasta tai konkreetin välineistön kanssa "puuhastelusta".

Asiantuntijat eivät moittineet oppikirjoissa niinkään niiden sisältöä, vaan niihin liiallista sitoutumista. Kuitenkin oleellisempaa kuin kinastelu siitä, voiko konstruktivistisen oppimistapahtuman osana olla kirja, olisi miettiä sitä, miten nykyisistä materiaaleista saataisiin niiden parhaat puolet esiin. On todennäköistä, että opettajat eivät vielä vähään aikaan ole valmiita luopumaan kokonaan oppikirjan käytöstä. Sen sijaan uskottavampi näkemys on, että oppikirjan rooli muuttuu yhä enemmän "apuvälineeksi", itse rakennettujen tuokioiden jatkeeksi. Oppikirjaton konstruktivismi on haaste, mutta siihen pääseminen vaatii kyllä melkoista muutosta ja uudenlaista oppimateriaalia opettajien tueksi.

Oppimateriaalin kehittämisessä pitäisi huomioida erilaiset oppimisympäristöt, oppimistyylit ja materiaalin käyttötavat. Oman haasteensa oppimateriaalille tarjoavat laajemmat oppimiskokonaisuudet, sillä oppimateriaalin tulisi olla niin haasteellista, että oppijan mielenkiinto saadaan pysymään opittavan asian parissa riittävän kauan. Oppimateriaalin pitäisi lisäksi tukea ja mahdollistaa useita eri tapoja oppia ja käyttää opittua tietoa.

Asiantuntijat eivät väheksy *oppiaineksen uudelleenjäsentelyn* merkitystä oppimistapahtumalle. Uudelleenjäsentelyn avulla asioita voidaan käsitellä laajemmin ja syvällisemmin, konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaisesti. Asiantuntijoiden mielestä oppiaineksen jäsentelyn saisivat suorittaa koulut ja opettajat, mutta luokanlehtori tuo esiin, että Opetushallituksen tulisi johtaa jonkinlaista linjanvetoa. Voi olla, että huolellisesti pohditulla linjanvedolla ei ehkä olisikaan pelättyä, oppimistapahtumaa rajoittavaa, vaikutusta, vaan se voisi kenties tarjota jonkinlaista kiinnekohtaa kouluille ja opettajille oppisisältöjen jäsennyksen avuksi.

Oppimistapahtuman luonteeseen vaikuttaa merkittävästi myös se, missä määrin *oppisisältöjä yhdistellään oppiainerajojen yli*. Asiantuntijoista keskushallinnon edustaja haluaisi lisätä integrointia, luokanlehtori välttää keinotekoista integrointia ja matematiikan didaktikko haluaisi poistaa matematiikan kokonaan 1-3 -luokilta. Monin paikoin olisikin mahdollisuus laajempaan integraatioon, mutta on oleellista, että oppiaineita ja -sisältöjä ei väkisin tungettaisi yhteen, vaan että niille löydettäisiin luonnollinen yhteys. Jos tämä luonnollinen yhteys löytyisi, voitaisiin olla matematiikan didaktikon visioimassa tilanteessa, eli oppiainerajat eivät olisi edes havaittavissa. Tällöin voisi puhua oppimiskokonaisuuksista.

Asiantuntijoiden mielipiteiden välillä on havaittavissa ristiriitaa, kun matematiikan didaktikko esittää matematiikan poistamista 1-3 -luokilta ja luokanlehtori puolestaan esittää perustaitojen oppimista selkeästi matematiikkanimikkeen alla. Matematiikan didaktikon ehdotuksessa tulee esiin hänen käsityksensä siitä, että vaikka on tarpeen oppia tietyt käsitteet ja menetelmät, matematiikkaa tulisi käsitellä kokonaisuutena. Hänen mukaansa oppija pystyy siis omaksumaan tarvittavat perustaidot niitä erikseen korostamatta ja "opettamatta", niiden luonnollisissa yhteyksissä. Luokanlehtorin vastauksesta taas heijastuu huoli juuri perusasioiden, matematiikan kulmakivien, osaamisesta, ja hänen mielestään oppijan olisi oltava selvillä siitä, minkä rakenteiden kanssa hän kulloinkin on tekemisissä.

Nämä käsitykset eivät kuitenkaan ole välttämättä vastakkaisia, vaikkakin ne eroavat ja tarjoavat erilaiset lähtökohdat oppimistapahtumalle. Jos oppija joutuu oppimaan esimerkiksi jonkun matematiikan käsitteen irrallisena siitä yhteydestä, johon se kuuluu, ja odottamaan aikaa, jolloin saa käyttää oppimaansa käsitettä, muuttuu oppimistapahtuma behavioristista käsitystä noudattavaksi. Mikäli selkeästi eritelty matemaattinen käsite kuitenkin välittömästi liitetään muiden käsitteiden yhteyteen ja reaaliympäristöön, on oppimistapahtuma konstruktivistinen. Selkeästä konstruktivismista on kyse, jos käsitteet, menetelmät ja älylliset prosessit liitetään yhteen palvelemaan samaa päämäärää.

Oppimistapahtuman, ja siihen liittyvien prosessien, jatkuva kehittäminen on siis välttämättömyys. Muutoksen tärkeys onkin havaittu ja asiantuntijoiden mielipiteissä tämä näkyy erilaisina visioina, joista voi huomata, että uusia käytänteitä ollaan mielenkiinnolla kehittelemässä ja kokeilemassa.

6.3 Oppimiskäsitys

Konstruktivismi sopii matematiikan opetukseen luonnollisella tavalla, ja haastatellut asiantuntijat ovatkin tyytyväisiä siihen, että konstruktivismi on tuonut koulumatematiikkaan ongelmakeskeisyyttä, ja toiminnallisuutta, sekä siihen, että oppiminen käsitetään prosessina. Oppimiskäsityksen muuttuminen ei kuitenkaan ole yksinkertainen prosessi ja konstruktivismin omaksumista hankaloittaa riittävän selkeän ja yksinkertaisen mallin puuttuminen. On toki helppo sanoa noudattavansa konstruktivismin periaatteita, mutta oppimiskäsityksen omaksuminen näkyy kuitenkin vasta konkreeteista tilanteista, kuten suhtautumisesta oppimistapahtumaan ja opetussuunnitelmaprosessiin. Mikäli on omaksunut konstruktivistisen oppimiskäsityksen, on tiedostanut myös sen asettamat vaatimukset opetuksen ja opetussuunnitelman kehittämiselle.

Konstruktivismin korostaessa oppijakeskeisyyttä oppimistapahtuma muodostuu tilannesidonnaiseksi ja oppijan mielenkiintoon perustuvaksi. Tästä syystä etukäteen tarkaksi laaditun opetussuunnitelman avulla ei voida toteuttaa konstruktivismin mukaista oppimistapahtumaa. Konstruktivistisesti ajatellen myös opetussuunnitelman sisältöjen on muututtava siten, että ne kuvaavat yksittäisten sisältöalueluetteloiden sijasta vain keskeiset teemat tai ongelmakokonaisuudet ja ne tavoitteet, joihin oppimisessa tähdätään.

Opetussuunnitelmatyö on monitasoinen ja osittain jopa ennakoimattomissa oleva prosessi. Konstruktivismin mukaan sama asia voidaan tulkita tai käsittää monella eri tavalla, aikaisemmista tiedoista ja kokemuksista riippuen. Tätä konstruktivismin ideaa voidaan myös siirtää koskemaan opetussuunnitelmaprosessia: Jos Opetussuunnitelman perusteisiin tehtäisiin jonkinlaiset lisäohjeistukset, esimerkiksi tiukkaraamiset malliopetussuunnitelmat, opetussuunnitelmat varmaankin yhdenmukaistuisivat, mutta se ei suinkaan ole ollut opetussuunnitelmatyön tavoite. Koska perusteet on tietoisesti jätetty tulkinnallista väljyyttä sisältäviksi,

on mahdotonta sanoa, onko jokin koulu ymmärtänyt opetussuunnitelmatyön perusteet "oikein" tai "väärin", sillä tulkinnanvapaus on opetussuunnitelman laatijoilla. On realistista todeta, että opettajat tarvitsevat työssään tukea, mutta asiantuntijatason pitäisi pystyä myös luottamaan opettajien ammatillisuuteen opetussuunnitelmaprosessissa.

Haastateltujen asiantuntijoiden mielipiteet opetussuunnitelmaprosessin hyvistä ja huonoista puolista on koottu taulukkoon 1 (sivu 73). Sen perusteella voidaan myös tarkastella asiantuntijoiden oppimiskäsitystä. Yleisesti ottaen konstruktivistinen oppimiskäsitys näkyy asiantuntijoiden mielipiteissä melko selvästi, mutta ristiriitaisiakin ajatuksia löytyy.

Matematiikan didaktikon mielipiteistä heijastuu, että hän ei hyväksy konstruktivismille niin laajaa tulkintaa, kuin sekä asiantuntijatasolla että opettajien keskuudessa esiintyy, vaan hän haluaisi lähinnä sosiaalista konstruktivismia, jossa yhdistyvät tietoteoreettiset, oppimispsykologiset ja sosiologiset näkökohdat. Matematiikan didaktikon mukaan uudenlaisen oppimiskäsityksen omaksuminen edellyttäisi opettajilta kaikkien vanhojen tapojen ja tiedonkäsitysten poisoppimista, ennenkuin todellista uudistusta voi tapahtua. Luultavasti tästä syystä matematiikan didaktikko kannattaa malliopetussuunnitelmia. Malliopetussuunnitelmien roolista sitten riippuisi, minkälaisen muodon ja sisällön ne saisivat, ja olisivatko ne sitten tukena vai rajoitteena opetussuunnitelmia tehtäessä. Perusteiden antamaa tulkinnanvapautta ei kuitenkaan tulisi kaventaa, vaan rohkaista sen antamien mahdollisuuksien käyttöön.

Myös luokanlehtori on malliopetussuunnitelma-asiassa matematiikan didaktikon kanssa pitkälti samaa mieltä. Vaikka luokanlehtori on oppimistapahtumaan vaikuttavia tekijöitä tarkastellessa konstruktivismin kannalla, tulisi hänen mielestään keskushallinnon edelleen valvoa ja johtaa uudistuksia, että haluttuun lopputulokseen päästäisiin.

OPETUSSUUNNITELMAPROSESSIN		
	HYVÄT PUOLET	HUONOT PUOLET
Matematiikan didaktikko	yksittäisissä opettajissa myönteisyyttä koulutuksen/kouluttautumisen tarve havaittu	järjestöt kielteisiä opetuksen perusrakenteiden muuttamista kohtaan virkamiestaso ymmärtänyt filosofian väärin perusteet ovat tekstinä sekavat ja pirstaleiset uudistuksen tarpeen liiallinen korostaminen aiheuttaa epätietoisuutta, sillä uudistua on pitänyt aina konkreettiset tavoitelausumat ja oppimisympäristöjen ohjeistukset puuttuvat
keskushallinnon edustaja	keskustelun herättäminen matematiikan osa-alueista prosessi on käynnistynyt tietoa on tarjolla paljon, uudistuminen haluamiskysymys	opettajat eivät ole tiedostaneet muutostarvetta kuntien panostus vähäinen opetussuunnitelmaa ei koeta vieläkään prosessina oppikirja on osittain tullut opetussuunnitelman tilalle
luokanlehtori	ajatteluprosessin korostaminen opettajat pääosin positiivisia uudistusta kohtaan toiminnallisuus on lisääntynyt	opetussuunnitelmaa tehty helpoimman kautta joissakin tapauksissa keskushallinto antanut liian suuren vastuun kouluille opetussuunnitelmatyön tavoitteet ovat epäselvät opetussuunnitelman perusteet ovat epäselvät konkreettiset tavoitelauselmat puuttuvat

TAULUKKO 1. Opetussuunnitelmaprosessin hyvät ja huonot puolet haastateltujen asiantuntijoiden mielestä.

(...sivulta 72)
Voisiko konstruktivistinen oppimiskäsitys sitten toteutua tiukkojen ylhäältäpäin annettujen normien mukaisesti? Ei voisi, sillä oppimiskäsityksen muuttumisesta ei voida antaa määräyksiä, mutta opettajille voidaan toki tarjota haastetta ja mietittävää. Liiallinen uudistuksen korostaminen saa opettajat kuitenkin vain puolustuskannalle ja takertumaan vanhoihin käytäntöihin entistä tiukemmin.

Keskushallinnon edustajan näkemyksistä tulee matematiikan didaktikon ja luokanlehtorin tavoin esiin konstruktivistinen linja, mutta hän on kuitenkin melko epäileväinen oppimiskäsityksen omaksumiseen opettajien keskuudessa. Vaikka opettajien innostuneisuuden vähäisyys huolestuttaa, hän toteaa, että prosessi on käynnistynyt, vaikka tyydyttävään lopputulokseen pääsemiseksi on tehtävä vielä paljon työtä. Keskushallinnon edustaja ei kuitenkaan missään vaiheessa tuo esiin, että haluaisi keskittää päätösvaltaa takaisin ylemmälle tasolle, vaan hän on vankasti sitä mieltä, että opetussuunnitelmatyön ja sen kehittämisen tulee kuulua kouluille ja kunnille. Jotta kehityksen eteneminen turvattaisiin, tarvitaan kuitenkin kahdensuuntaista kehittämistä, sekä asiantuntijatasolta opettajien suuntaan, että päinvastoin. Olisi kuitenkin oleellista, että joka tasolla asiasta otettaisiin vastuuta, eikä keskityttäisi siirtelemään sitä, kuten viimeisimmän opetussuunnitelmaprosessin aikana on tuntunut käyvän.

Kun oppimistapahtumaa ja opetussuunnitelmaa tarkastellaan konstruktivistisesta näkökulmasta, on siis todettava, että ne eivät voi muuttua vain joiltakin osin, vaan koko opetuksen perustan on muututtava. Kyse on opetussuunnitelman, oppimistapahtuman, oppijan ja opettajan muodostamasta kokonaisuudesta, jossa kaikille osille löytyy oikea paikka. Tulosta on kuitenkin turha odottaa, ellei ole valmis tekemään työtä sen eteen.

Miten sitten pitäisi toimia, että oppimistapahtuman ja opetussuunnitelman kehittäminen saataisiin palvelemaan samaa, konstruktivistista päämäärää? Keskeisiksi tekijöiksi nousevat ajattelun, uskomusten ja asenteiden muutos. Ensinnäkin pitäisi hyväksyä, että opetuksen ja opetussuunnitelman kehittämisen tulisi olla luonnollinen osa opettajan työtä. Opettajat tulisi saada tiedostamaan, että opetussuunnitelma on työväline, ei vain ylhäältäpäin määrätty koulutuspoliittinen asiakirja ilman käytännön merkitystä.

Toiseksi, kehitystä haluttaessa keskeisessä asemassa ovat opettajien koulutus ja kehitystä tukeva ilmapiiri. Sekä opettajankoulutuslaitosten että täydennyskoulutuksen olisi pystyttävä uudistumaan, että ne pystyisivät vastaamaan konstruktivismin tarjoamaan haasteeseen, sillä selvää on, että kehitys ei etene kentällä, elleivät opettajat ole vakuuttuneita sen tarpeesta ja omaksu oppimiskäsitystä oman kokemuksen kautta. Myös virkamiestason, esimerkiksi opetushallituksen, panos on tarpeen, koska asiantuntijatasolla on hyvät mahdollisuudet herättää ja ylläpitää keskustelua kehittämistyöstä ja sen osa-alueista. Varsinkin kehitystä tukevan ilmapiirin luomisessa avoin ja rakentava keskustelukulttuuri olisi hyväksi.

Ja kolmanneksi, koska koulu tukeutuu pääosin tutuiksi ja turvallisiksi havaittuihin käytänteisiin, on oppimiskäsityksen muuttumiselle annettava aikaa. Kun oppimiskäsitystä analysoidaan rauhassa, ja tiedostetaan sekä sen asettamat vaatimukset että sen mukanaan tuomat ongelmat, ollaan taas askelta lähempänä tavoitetta. Sisäisten ristiriitatilanteiden ilmeneminen motivoi ratkaisun etsimiseen, ja siten edesauttaa kehitystä.

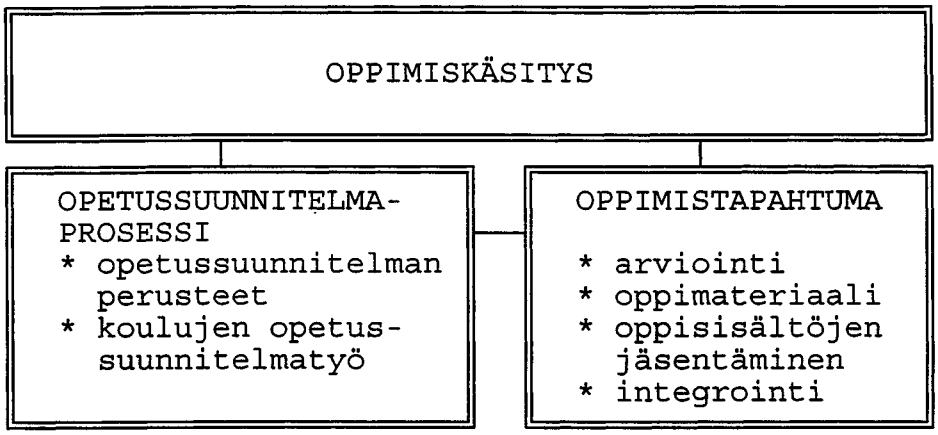
6.4 Oma jäsennykseni oppimiskäsityksen, opetussuunnitelmaprosessin ja oppimistapahtuman yhteydestä

Matematiikan opetuksen ja opetussuunnitelman kehittämistyön lähtökohtana voidaan pitää teoreettisen ja käytännöllisen tietämyksen yhdistämistä. Olen koonnut tähän lukuun oman näkemykseni oppimiskäsityksen analysoinnin merkityksestä opetussuunnitelmaprosessin ja oppimistapahtuman kehittämiselle. Matematiikan opetuksen kokonaisvaltainen ja tulokselinen kehittäminen edellyttää mielestäni tämän yhteyden havaitsemista ja hyödyntämistä muodostettaessa teoreettisista lähtökohdista oman opetuksen käytänteitä.

Konstruktivistinen oppimiskäsitys on kääntänyt käsitykset oppimisesta ja opettamisesta päälaelleen ja tarjoaa uuden näkökulman matematiikan opettamiselle. Tuotospainotteisuudesta ja opettajajohtoisuudesta luopuminen, sekä yksilö- ja oppijakeskeisyyden korostuminen ovat olleet ehkä näkyvimpiä muutoksia. Keskeiseksi matematiikan tavoitteeksi on tullut matematiikkaa ymmärtävä ja sen taitoja oman elämismaailmansa ilmiöissä soveltava oppija.

Konstruktivismi korostaa oppijan elämismaailman ja esikäsitysten selville saamista. Sen myötä matematiikan oppimiseen kohdistuvien uskomusten, asenteiden ja emootioiden merkitystä ei tule aliarvioida. Samoin oppijan aiemmat tiedot ovat merkityksellisiä, koska konstruointiprosessit ovat yksilöllisiä. Oppijan kannalta arvokkainta on hänen omassa elämismaailmassaan käyttökelpoinen ja sovellettavissa oleva tieto.

Konstruktivistinen oppimiskäsitys on keskeisessä osassa tutkittaessa matematiikan opetuksen ja opetussuunnitelman kehittämistoimia. Vain oppimiskäsityksen teorian tunteminen tekee käytännön kehittämistyön mahdolliseksi. Näin opetussuunnitelmaprosessista, oppimistapahtumasta ja oppimiskäsityksestä voidaan katsoa muodostuvan kiinteä yhtenäisyys (kuvio 4).



KUVIO 4. Oppimiskäsityksen, opetussuunnitelmaprosessin ja oppimistapahtuman liittyminen toisiinsa.

Oppimistapahtuma on tilanne, jossa oppija muuttaa, konstruoi, omaa tietorakennettaan. Osa oppimistapahtumista syntyy spontaanisti, oppijan kohdattua johonkin elämisen alueeseen liittyvän ongelman. Koulumaailmassa oppijaa on kuitenkin pystyttävä auttamaan ongelmien löytämisessä, niiden käsittelyssä ja johtopäätösten tekemisessä. Paras tapa saada oppija konstruoimaan asiaa on aiheuttaa hänelle sisäinen ristiriitatilanne. Tämä puolestaan edellyttää oppijan sisäisten prosessien ja edellytysten tuntemista.

Oppimistapahtuma ei siis ole sama kuin 45 minuutin oppitunti. Itseasiassa oppiminen etenee harvoin toivotussa aikataulussa, ja lisäksi yksilölliset erot ovat suuria. Oppimistapahtumaa voidaan paremminkin kuvata kokonaisuudeksi, jonka muodostavat - oppijan ja opettajan lisäksi - oppimisympäristö, oppimateriaali, sekä oppiaineksen jäsentyminen ongelmiksi ja oppijan kannalta ymmärrettäviksi kokonaisuuksiksi. Lisäksi merkityksellistä sekä oppijalle että opettajalle on oppimistapahtuman jatkuva arviointi.

Opetussuunnitelmien tehtävänä voidaan pitää sitä, että niiden avulla oppiaines saadaan jäsenneltyä, oppimiskäsitys, oppijoiden taitotaso ja oppimistapahtuman teema huomioiden, järkeviin kokonaisuuksiin. Opetussuunnitelma, kuten oppimistapahtumakin, on nähtävä jatkuvasti kehittyvänä prosessina, jonka tehtävänä on enemmänkin auttaa kuin rajoittaa opettajaa. Opetussuunnitelman perusteet 1994 ovat antaneet opettajille enemmän vapautta kuin koskaan aikaisemmin. Samalla ne ovat antaneet koulujen opetussuunnitelmatyölle uusia ulottuvuuksia, joita ei tosin ole vielä osattu täysin hyödyntää. Opetussuunnitelman perusteiden ylimalkaisuus voi olla yksi syy, mutta yhtä hyvin syyksi voidaan katsoa se, että opettajat eivät ole vielä omaksuneet konstruktivististista oppimiskäsitystä. Tärkeää onkin löytää jonkinlaista apua opettajille juuri nyt vallitsevaan tilanteeseen.

Vaikka vierastankin "malliopetussuunnitelma" -sanaa, koska se mielestäni tuntuu liian rajoittavalta sopiakseen konstruktivismin henkeen, voisi sillä, pedagogisesti suunnattuna, olla myös matematiikan opetuksen kehittämistä edistävä vaikutus. Suorien ohjeiden sijasta vaihtoehtona voisi olla jonkinlainen asiantuntijoiden pohdinnoista koottu, rakenteellisesti selkeä ja kokonaiskuvaa luova "aineisto" konstruktivistisen oppimiskäsityksen vaikutuksista ja sen opetukselle asettamista haasteista. Lisäksi "aineisto" voisi sisältää erilaisia pohdinta-aiheita, joihin kukin koulu voisi miettiä omakohtaisia, koulun muuhun toimintaan sopivia, ratkaisuja. Pohdinta-aiheet ohjaisivat miettimään paitsi oppimiskäsitystä ja sen vaikutuksia, myös esimerkiksi opetussuunnitelman rakenteellisia ja sisällöllisiä ratkaisuja. Tälläisen aineiston tekijöinä voisi olla sekä matematiikan asiantuntijoista että luokanopettajista koostuva työryhmä. Luokanopettajat saisivat olla pääosin "keskivertokouluista", jotta myös asiantuntijoiden olisi helppo samaistua "tavallisten koulujen" opetussuunnitelmaprosesseissa esiin tuleviin ongelmiin, joiden uskon olevan pitkälti samanlaisia paikkakunnasta riippumatta. Resurssien puute koskettaa

useimpia kouluja, ja usein koulujen kehittämisen kustannuksella. (Erotan tässä "tavalliset koulut" normaalikouluista, joilla yleensä on paremmat resurssit tälläisissä prosesseissa.)

Opetussuunnitelman tehtävä on myös olla vallalla olevan oppimiskäsityksen ja käytännön oppimistapahtuman yhdistäjänä ja jäsentäjänä. Siten sillä on oppimistapahtumia kokoava ja oppimiskäsitystä selkiyttävä rooli. Opetussuunnitelma on siis koululle merkityksellinen, sillä juuri opetussuunnitelmassa teoria ja käytäntö kohtaavat. Opetussuunnitelman merkitys pienenee, jos opettaja tukeutuu liikaa valmiisiin malleihin, kuten oppikirjoihin, sillä tällöin oppimistapahtuman yksilöllisyys kärsii, ja vaarana on oppimisen sijasta ajautua "*matemaattisen tiedon ymmärtävään muistamiseen*" (Leino 1997, 48).

Kun koulun tasolla ryhdytään kehittämään opetussuunnitelmaa ja opetusta, on huomioitava, että kehittämistyö vaatii syvällisen paneutumisen lisäksi kokonaisvaltaista otetta. Vaikka oppimiskäsityksen teoreettinen tuntemus ja analysointi on edellytyksenä kehittämistyölle, voidaan oppijan kannalta katsottaessa merkityksellisimpänä pitää oppimistapahtumaa, sillä sen kautta oppija on vuorovaikutuksessa matematiikan kanssa. Opettajan oppimiskäsitys välittyy oppimistapahtumaan osittain tiedostamatta, joten opettajan pitää pystyä itse arvioimaan oppimiskäsitystään ja sen vaikutusta oppimistapahtuman rakentumiselle.

Konstruktivistisen oppimiskäsityksen omaksuminen ja sen siirtäminen osaksi oppimistapahtumaa ja opetussuunnitelmaprosessia on aikaavievää, sillä se vaatii opettajalta perinpohjaista analysointia. Koska konstruktivismissa on kyse filosofis-teoreettisiin lähtökohtiin perustuvista teorioista (luku 2), konstruktivistisen oppimiskäsityksen moniulotteisuus ja tulkinnanvaraisuus voi tuntua hämmentävältä. Kuitenkin on huomattava, että juuri hämmentyneisyyden aiheuttama

sisäinen ristiriitatilanne on opettajan tärkein motivaatiotekijä lähdettäessä tutkimaan konstruktivistista oppimiskäsitystä ja sen myötä kehittämään matematiikan opetusta.

Oppimiskäsityksen analysointi ei ole suoraviivainen prosessi. Uutta tietoa saataessa opettaja joutuu jatkuvasti tarkentamaan aiempia käsityksiään. Myös oppimiskäsityksen tulkinnan myöhemmin kenties "vääriltä" tai epäolennaisilta tuntuvat päätelmät on hyväksyttävä prosessin kannalta merkityksellisinä. Konstruktivismin suhteellinen tiedonkäsitys tukee tätä prosessiluonnetta. Oppimiskäsityksen, ja sen käytäntöön siirtämisen, valmiin mallin puuttuminen hidastaa osaltaan oppimiskäsityksen omaksumista opettajien keskuudessa, mutta samalla antaa konstruktivismin mukaisen mahdollisuuden konstruoida asioita yksilöllisesti.

Konstruktivistinen oppimiskäsitys määrittelee siis niin opetussuunnitelmaprosessin ja oppimistapahtuman sisällä tapahtuvaa ajattelun muutosta kuin niiden vaikutusta ja suhdetta toisiinsa. Parhaimmillaan oppimiskäsitys, opetussuunnitelma ja oppimistapahtumat ovat jatkuvassa vuorovaikutuksessa; oppimistapahtuman kehittäminen on osa opetussuunnitelmaprosessia, ja koulun opetussuunnitelma on pohjana oppimistapahtumia rakennettaessa. Vastaavasti oppimistapahtumien sisällöt ja menetelmät muokkaavat opetussuunnitelman sisältöä ja rakennetta. Kantavana voimana muodostettaessa opetussuunnitelmasta ja oppimistapahtumista loogisesti ja rakenteellisesti eheää ja kestävää kokonaisuutta on konstruktivistinen oppimiskäsitys.

7 POHDINTA

Päätettyäni pro gradu -tutkimukseni aiheeksi matematiikan oppimiskäsityksen muuttumisen en tiennyt tarkasti, mitä tuleman pitää. Odotin löytäväni teoreettisesti selkeän oppimiskäsityksen ja vision siitä, miten matematiikan opetusta ja opetussuunnitelmaa voisi uudistaa, mutta kohtasinkin monia, keskenään hyvin erilaisiakin, käsityksiä.

Koska konstruktivismia ja sen muodostumiseen vaikuttaneita syitä ja seurauksia on tutkittu melko paljon, uuden tiedon tuottaminen konstruktivismista oppimiskäsityksenä on vaikeaa, ellei mahdotonta. Tutkimuksessa ei kuitenkaan ole pyrittykään siihen, vaan jo olemassa olevan tiedon yhdistämiseen käytännön opetus- ja opetussuunnitelmatyöhön ja niiden kehittämiseen. Tutkimuksissa, joihin olen tätä opinnäytetyötä tehdessäni tutustunut, on usein keskitytty tarkastelemaan konstruktivismia jostakin tietystä näkökulmasta, tai sen ominaisuuksia on tutkittu suhteessa johonkin tarkoin rajattuun matematiikan alueeseen. Matematiikan opetuksen kehittäminen vaatii kuitenkin selkeää näkemystä siitä kokonaisuudesta, jonka konstruktivismin omaksuminen oppimisnäkemykseksi saa aikaan. Kokonaisuudesta irrallisen yksittäisen osa-alueen kehittäminen on pidemmän päälle tuloksetonta ja turhauttavaa. Tuloksiin pääsemiseksi koko oppimisen perustan on muututtava. Tutkimuksen tuloksena esiintuomani malli oppimiskäsityksen, opetussuunnitelmaprosessin ja oppimistapahtuman yhteydestä osoittaa kokonaisuuden hahmottamisen tärkeyden luokanopettajan työssä.

Tässä tutkimuksessa on aluksi tarkasteltu oppimiskäsityksen muuttumiseen vaikuttaneita tekijöitä ja behavioristisen ja konstruktivistisen oppimiskäsityksen vaikutuksia oppimistilanteeseen. Samoin tuodaan esiin niitä kehittämistoimia, joilla Suomessa on pyritty uudistamaan opetusta ja opetussuunnitelmaa viimeisten kymmenen vuoden aikana. Edellä mainitun taustateorian tunteminen on tarpeen, jotta myöhemmin empiirisessä osassa esiintuotuja asioita on mahdollista ymmärtää laajemmin kuin erillisinä osina. Viides luku on tutkimuksen avoimen koodauksen vaihe, jossa keskitytään asiantuntijoiden mielipiteiden kuvaukseen runsaasti suoria viittauksia käyttämällä.

Tutkimusprosessin vaikein, ja samalla haastavin, vaihe oli akselikoodauksen vaihe, joka näkyy tutkimuksen kuudennessa luvussa. Akselikoodauksen vaiheessa syntyneiden kategorioiden kaikkien ominaisuuksien hahmottaminen tuntui aineiston hyvästä tuntemuksesta huolimatta vaikealta, välillä lähes mahdottomalta. Analysoinnin vaativuus liittyy siihen, että pitää yrittää löytää sekä käsiteltävän tiedon koko viitekehys että yksityiskohtia, joilla molemmilla on merkitystä prosessissa.

Tämä tutkimus vastaa asetettuihin tutkimustehtäviin (s. 36) tiivistetysti seuraavasti:

1. Matematiikan opetuksen ja opetussuunnitelman kehittämistyössä on asiantuntijoiden mukaan edistytty jonkin verran, mutta paljon on vielä kehitettävää ja tehtävää ennenkuin voidaan sanoa, että konstruktivistisen oppimiskäsityksen periaatteet ovat siirtyneet opetuksen käytäntöön kaikilta osin. Se, että matematiikan opetuksen ja opetussuunnitelman kehittämisen tärkeys on tiedostettu, on asiantuntijoiden mielestä hyvä lähtökohta uudistukselle, vaikka tähän mennessä tehdystä kehittämistyöstä ei kaikilta osin ollakaan samaa mieltä. Kukaan asiantuntijoista ei odota konstruktivismin muuttavan opetuksen käytänteitä nopeasti, vaan on realistista todeta muutoksen hitaus.

2. Konstruktivistisen oppimiskäsitys antaa matematiikan opetuksen ja opetussuunnitelman kehittämiselle uudenlaisia ulottuvuuksia. Tässä tutkimuksessa on tullut esiin, miten tärkeää oppimiskäsityksen analysointi on. Konstruktivistinen oppimiskäsitys on opettajan kannalta haasteellinen, sillä se tarjoaa jatkuvasti mietittävää. Konstruktivismia on helppo vastustaa tai ainakin yrittää suhtautua siihen välinpitämättömästi, sillä oppimiskäsityksenä sitä ei ole helppo ymmärtää. Konstruktivismia pitääkin tutkia niin paljon, että näkee kokonaisuuden, eikä vain osia siitä. On myös hyväksyttävä, että oppimiskäsityksen analysointi on prosessi, joka etenee hitaasti, mutta varmasti; se vaatii olemaan kriittinen ja ajattelemaan itse. Konstruktivismi ei myöskään anna mahdollisuutta, että voisit kuvitella tietäväsi kaikki, sillä tieto on muuttuvaa, kuten maailmakin. On ymmärrettävää, että konstruktivistisen oppimiskäsityksen asettamat haasteet matematiikan opetukselle ja opetussuunnitelmaprosessille ovat hämmentäneet opettajia, ja se on ollut keskeisenä ajatuksena tämän tutkimuksen tekemisessä.

3. Matematiikan opetuksen ja opetussuunnitelmatyön kehittyminen vaatii asiantuntijoiden ja opettajien määrätietoista yhteistyötä. Tutkimuksessani esitän opetussuunnitelmatyön avuksi eräänlaista "aineistoa" (s. 77), jota käytettäisiin pohdinnan apuna koulukohtaisia ratkaisuja tehtäessä. Vaikka "aineistolta" ei odotettaisikaan käänteentekeviä vaikutuksia, se täyttäisi tehtävänsä, jos se selkiyttäisi oppimiskäsityksen analysointia, ja siten helpottaisi opettajia tarkastelemaan opetussuunnitelmaa ja oppimistapahtumaa uudesta näkökulmasta.

Koska tähän mennessä Opetussuunnitelman perusteiden 1994 kouluille antama vapaus ja vastuu on otettu vastaan varsin ristiriitaisin tuntein, pitäisi alan asiantuntijoiden pystyä tukemaan kouluja ja opettajia yhteistä päämäärää kohti. Kehityksen aikaansaamiseksi tarvittaisiin yhtenäistä ja

jämäkkää otetta. Vastuun siirtelyllä tasolta toiselle ei pystytä ratkaisemaan kehittämistyötä tällä hetkellä hiertäviä erimielisyyksiä.

Olen pyrkinyt tässä tutkimuksessa tuomaan esiin sen laajan kontekstin, jossa opetuksen kehittäminen tapahtuu. Tutkimusta aloittaessa oli vaikea hahmottaa, miten laajoista prosesseista on kyse. Minulle luokanopettajana tämä tutkimus antoi lisää perspektiiviä, ja siten on helpompi huomata ja kohdata ne haasteet, joita uudistuminen asettaa. Uskon, että muut luokanopettajat voivat hyödyntää kokemuksiani juuri kehittämisprosessin hahmottamisessa. Kun ymmärtää prosessin vaatimukset, on helpompi myös hyväksyä se, että muutos ei tapahdu nopeasti, vaan pienin askelin. Kukin voi kuitenkin omalla toiminnallaan vaikuttaa opetuksen kehittymiseen merkittävästi.

Koulujen opetussuunnitelmien tekijät, opettajat, tarvitsisivat nyt rohkeutta tehdä omia päätelmiä ja luoda uutta. Rohkeuden on kuitenkin pohjauduttava harkittuihin ratkaisuihin, jotta saadaan muodostettua eheä, rakenteellisesti ja sisällöllisesti jäsentynyt kokonaisuus. Opetussuunnitelman perusteiden muoto ja laajuus on muuttunut huomattavasti, ja se on aiheuttanut hämmennystä, joka johtuu liian vähäisestä valmistautumisajasta ja koulutuksesta uudenlaisen opetussuunnitelman laatimiseen. Opettajat voivat lisäksi kokea hankalaksi muuttaa juuri matematiikan oppiaineksen jäsentelyä ja sisältöjä, koska matematiikka, ja sen merkitys sekä jatko-opintojen että käytännön kannalta, koetaan tärkeänä, varsinkin nykyisessä nopeasti kehittyvän teknologian yhteiskunnassa.

Konstruktivistisesta näkökulmasta tarkastellen on oleellista, että opetussuunnitelma jättää opettajalle vapauden toteuttaa oppimistilanteet parhaaksi katsomallaan tavalla. Oppimiskokonaisuuksia suunnitellessa tulee lisäksi ottaa huomioon, että kaikki koulun opettajat sitoutuvat noudat-

tamaan samaa opetussuunnitelmaa, jolloin oppijan kokonaisvaltainen oppimisprosessi jatkuu opettajan vaihtuessakin. Kehittämistyössä olisikin keskeistä tuoda esiin, että matematiikalle asetettuihin tavoitteisiin pääsemiseksi on olemassa monia eri reittejä. Näin sekä opetussuunnitelman että oppimistapahtuman jäsentämisessä päästäisiin konstruktivismin edellyttämän yksilöllisyyden tukemiseen.

Oppimistapahtuman muodostumisessa tulevaisuuden tärkeimmät haasteet kohdistuvat arvioinnin ja oppimateriaalin kehittämiseen. Onnistunut arviointi tukee oppimisen prosessiluonnetta ja yksilöllisiin tavoitteisiin pääsemistä. Oppimateriaalin puolestaan pitäisi uudistua siten, että oppisisällöistä muodostettaisiin entistä suurempia oppimiskokonaisuuksia. Myös oppimateriaalin kehittämisessä matematiikan asiantuntijoiden panos on keskeinen; uuden oppimateriaalin luonnetta koskevia päätöksiä tehtäessä ratkaisut on tehtävä tarkasti harkiten, jotta oppimiskäsitys ja oppisisällöt saadaan yhdistettyä parhaalla mahdollisella tavalla, ja samalla pystytään välttämään karikot, joihin hätiköidyt päätökset saattaisivat johtaa.

Opettajatasolla ei kuitenkaan saa jäädä odottelemaan, miten matematiikan opetuksen kehittäminen tästä etenee. Opettajat ovat oppijoidensa parhaita tuntijoita, ja asialleen omistautuvat opettajat ovat aina osanneet keskittyä olennaiseen ja kehittää opetustaan. Konstruktivismi antaa hyvän mahdollisuuden tarkistaa omia käsityksiä ja opetusta, ja viime kädessä kaikki opetussuunnitelmaa ja opetusta koskevat ratkaisut ovat opettajien päätettävissä. Opettajille pitää kuitenkin tarjota tukea, ja siinä opettajankoulutuksen merkitys on keskeinen. Vielä koulutuksessa oleville oppimiskäsityksen analysointi onkin helpompaa, kun ympärillä on uudistusta tukeva ilmapiiri ja tarvittavaa tietotaitoa. Olisikin tärkeää pohtia, miten jo työssä olevat opettajat saataisiin kouluttautumaan, ja millä keinoilla juuri matematiikka olisi kilpailukykyinen täydennyskoulutusmarkkinoilla.

Samoin kuin oppilaat, myös opettajat tiedostavat hyvin matematiikan merkityksen. Koulutukseen hakeutumista hankaloittaa kuitenkin resurssipula, sillä koulutusmäärärahat ovat olemattomia, ja niille on monta kysyjää. Lisäksi kouluaikana tapahtuvan koulutuksen aikana oppilaat ovat aina jonkun toisen opettajan vastuulla, koska sijaisia ei palkata, joten koulutuksessa joutuu tuntemaan lähes huonoa omaatuntoa muiden työtaakan lisääntymisestä. Ammatillisen kehittymisen tukemiseksi opettajille pitäisi kuitenkin taata oikeus osallistua koulun ulkopuolella tapahtuvaan koulutukseen työaikana ainakin etukäteen sovitun määrän, esimerkiksi 3-4 päivää, työvuodessa. Useinhan koulutuksesta saatu innostus siirtyy muuhunkin työhön, ja sitä kautta oppimistulokset paranevat kaikilta osin. Kouluttautumisen pitäisi koskea kaikkia opettajia, sillä useinhan he, jotka eivät hakeudu koulutukseen, tarvitsisivat käsitystensä tuulettamista eniten. Tärkeää kuitenkin olisi, ettei oikeutta käsitettäisi pakoksi, joten oikean lähestymistavan löytäminen olisi tärkeää.

Alunperin aioin toteuttaa tutkimuksen haastattelemalla opettajia. Päädyin kuitenkin asiantuntijoiden haastattelemiseen, koska uskoin tällä tavalla saavani realistisen kuvan matematiikan kehittämisen prosesseista. Kirjalliset haastattelukysymykset asettivat omat vaatimuksensa tutkimuksen suorittamiselle. Vastaajan työn helpottamiseksi pyrin muodostamaan kysymyksistä loogisesti etenevän kokonaisuuden ja ottamaan mukaan myös kysymyksiä, joissa vastaajan piti kommentoida etukäteen melko tarkasti rajattua aihetta, esimerkiksi jonkun aikaisemman tutkimuksen tulosta.

Tämä tutkimus lähti mielenkiinnosta matematiikan opetusta ja sen käytänteitä kohtaan. Mielenkiinto ei tutkimuksen edetessä ole vähentynyt, ennemminkin päinvastoin. Konstruktivismin teorian, matematiikan kehittämistoimista hankkimani tiedon ja asiantuntijoiden haastattelujen synteesinä syntyi tutkimuksen oma malli (luku 6.4). Oman näkökulman muodostuminen

on ollut prosessi, ja on vaikea sanoa, mikä edellämainituista alueista vaikuttanut eniten, mutta konstruktivismin vaikutteet ovat joka tapauksessa oman näkökulman perustana.

Tutkimuksen edetessä syntyi koko ajan vain lisää kysymyksiä, joihin vastauksen etsiminen tuntuisi paitsi houkuttelevalta, kehittämistyön kannalta myös tarpeelliselta. Näitä jatkotutkimusaiheita olisivat esimerkiksi opetussuunnitelma-analyysit sekä oppimiskäsityksen tuntemista ja matematiikan opetuksen kehittämisen halukkuutta koskevat tutkimukset. Edelleen olisi tarpeen tutkia opettajankoulutuksen vaikutusta matematiikan opetuksen kehittämiseen ja sitä, miten tärkeäksi opettajat kokevat opetussuunnitelmatyön opetuksen kannalta.

Vaikka konstruktivismi ei olekaan mikään uusi aate, koulumaailmassa muutokset tapahtuvat hitaasti. Oppimiskäsityksen muuttuminen ei ole mikään pikataival, pikemminkin marathon. Niinpä ei kannata uskoa, että matematiikankaan osalta "oikotietä onneen" löytyy. Kehittyminen ja kehittäminen vaatii ihmettelyä, halua ottaa selvää ja halua tehdä sen eteen myös työtä. Prosessi on loppumaton, mutta ei turha. Siihen on vain luotettava.

LÄHTEET

Ahtee, M. 1993. Oppimisnäkemyksen kehittyminen konstruktivistiseksi: esimerkkinä fysiikan opetus. Teoksessa J. Paasonen & E. Pehkonen & J. Leino (toim.) 1993. Matematiikan opetus ja konstruktivismi - teoriaa ja käytäntöä. Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos. Tutkimuksia 116, 63-71.

Apajalahti, M & Pietilä, A & Vanne, A. 1996. Opetussuunnitelmatyön edistyminen peruskoulussa. Helsinki: Opetushallitus.

Berry, J. & Sahlberg, P. 1995. Matematiikka elämään. Juva: WSOY.

Björkvist, O. 1993. Konstruktivism och utvärdering. Teoksessa J. Paasonen & E. Pehkonen & J. Leino (toim.) 1993. Matematiikan opetus ja konstruktivismi - teoriaa ja käytäntöä. Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos. Tutkimuksia 116, 21-35.

Cobb, F. 1988. The tension between theories of learning and instruction in mathematics education. Educational Psychologist 23, 87-103.

Collins, A & Brown, J.S & Newman, S.E. 1989. Cognitive Apprenticeship: Teaching the Crafts of Reading, Writing and Mathematics. Teoksessa L.B. Resnick (toim.) 1989. Knowing, learning and instruction. Essays in honor of Robert Glaser. Hillsade. NJ. Erlbaum. S. 453-494.

Drakenberg, M. 1994. Theroetical Issues in Fraction Learning. Teoksessa H. Silfverberg & K. Seinelä (toim.) 1994. Ainedidaktiikan teorian ja käytännön kohtaaminen. Tampereen yliopisto. Opettajankoulutus laitoksen julkaisuja A18, 147-174.

Eskola, J. & Suoranta, J. 1996. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Lapin yliopiston kasvatustieteellisiä julkaisuja C 13.

Haapasalo, L. 1993. Matematiikan opetussuunnitelmien lähtökohtia ja kehittämisnäkymiä. Jyväskylän yliopisto. Opetuksen perusteita ja käytänteitä 2.

Haapasalo, L. 1994a. Oppiminen, tieto, ongelmanratkaisu. Jyväskylä: Medusa-software.

Haapasalo, L. 1994b. Näkökulmia ongelmanratkaisun, käsit teiden ja soveltamisen opetukseen. Teoksessa H. Silfverberg & K. Seinelä (toim.) Ainedidaktiikan teorian ja käytännön kohtaaminen. Tampereen yliopis to. Opettajankoulutuslaitoksen julkaisuja A 18, 35-58.

Haapasalo, L. & Kupari, P. 1991. Matematiikan opetuksen ja opetussuunnitelman kehityssuuntia. Teoksessa T. Keranto & M. Huhanantti & O. Karjalainen & V. Komulainen (toim.) 1991. Matemaattisten aineiden opetuksen ja oppimisen tutkiminen ja kehittämistyö. Oulun Yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan opetusmonisteita ja selosteita 38, 4-15.

Haapasalo, L. & Kupari, P. 1992. Matematiikan opetuksen kehittämislinjat on kiinnitetty - mitkä ne ovat ja mitä niistä seuraa? Teoksessa O. Björkvist. 1992. Forskning och utvecklingsarbete i de matematiska ämnenas didaktik. Rapportter från Pedagogiska fakulteten vid Åbo Akademi 2, 43- 55.

Halinen, I & Hänninen, L & Joki, J & Leino, J & Näätänen, M & Pehkonen, E & Sahlberg, P & Sainio, E & Seppälä, R & Strang, T. 1991. Peruskoulun matematiikan opetuksen kehityssuunnasta 1990-luvulla. Helsinki: Valtion painatuskeskus.

Honkonen, R. & Karila, K. 1995. Grounded theory ja analyyttinen induktio opiskelijatutkimuksessa. Teoksessa J. Nieminen 1995. Menetelmävalintojen viidakossa. Tampereen yliopisto. Kasvatustieteen laitos. Julkaisusarja B 13, 135-141.

Howson, G. & Keitel, C. & Kilpatrick, J. 1981. Curriculum Development in Mathematics. Cambridge: Cambridge University Press.

Komiteanmietintö 1988:30. Matemaattis-luonnontieteellisen perussivistyksen komitean välimietintö. Helsinki: Valtion painatuskeskus.

Komiteanmietintö 1989:45. Matemaattis-luonnontieteellisen perussivistyksen komitean loppumietintö. Helsinki: Valtion painatuskeskus.

Koponen, R. 1992. Matematiikan didaktiikkaa luokanopettajille. Jyväskylä: Atena.

Korhonen, H. & Lahtinen, A. 1998. Matematiikan oppimistulokset odotusten mukaisia. Spektri 3, 4-5.

Kupari, P. 1993. Matematiikan opetussuunnitelmien uudistamisen ongelmia ja mahdollisuuksia. Teoksessa L. Haapasalo & P. Kupari (toim.). 1993. Konstruktivismi matematiikan opetuksen ja opetussuunnitelman kehittämisessä. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Opetuksen perusteita ja käytänteitä 6, 48-52.

Leino, J. 1993. Konstruktivismi ja matematiikan opetus. Teoksessa J. Paasonen & E. Pehkonen & J. Leino (toim.) 1993. Matematiikan opetus ja konstruktivismi - teoriaa ja käytäntöä. Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos. Tutkimuksia 116, 11-20.

Leino, J. 1994. Is Constructivist Teaching Possible ? Teoksessa H. Silfverberg & K. Seinelä (toim.) 1994. Ainedidaktiikan teorian ja käytännön kohtaaminen. Tampereen yliopisto. Opettajankoulutuslaitoksen julkaisuja A 18, 13-22.

Leino, J. 1997. Konstruktivismi matematiikan opetuksessa. Teoksessa P. Räsänen & P. Kupari & T. Ahonen & P. Malinen (toim.) 1997. Matematiikka - näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen. Jyväskylä: Yliopistopaino, 39-51.

Lindgren, S. 1990. Toimintamateriaalin käyttö matematiikan opiskelussa. Acta Universitatis Tamperensis ser A vol 307.

Matematiikan opetuksen kehittämisen suunnat. Matematiikan opetuksen kehittämistyöryhmän väliraportti 29.5.1991. Helsinki: Opetushallitus.

Norris, N. & Aspland, R. & MacDonald, B. & Schostak, J. & Zamorski, B. 1996. Arviointiraportti peruskoulun opetussuunnitelmauudistuksesta. Helsinki: Opetushallitus. Arviointi 11.

Patrikainen, R. 1997. Ihmiskäsitys, tiedonkäsitys ja oppimiskäsitys luokanopettajan pedagogisessa ajattelussa. Joensuun yliopisto. Kasvatustieteellisiä julkaisuja 36.

Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1985. Helsinki: Kouluhallitus. 146-160.

Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994. Helsinki: Opetushallitus. 74-77.

Rauste-von Wright, M. & von Wright, J. 1994. Oppiminen ja koulutus. Juva: WSOY.

Seppälä, R (toim.) 1995. Toimi, laske ja ajattele. Alaasteen matematiikka. Opetushallitus. Jyväskylä: Gummerus.

Seppälä, R. 1997. Opetushallituksen LUMA-hankkeesta ja arviointiprojekteista. Dimensio 4, 4-6.

Seppälä, R. 1998. Koulumatematiikka valinkauhassa. Spektri 1, 14-15.

Simon, M. 1995. Reconstructing mathematics pedagogy from a constructivist perspective. Journal for Research in Mathematics Education. 26, 114-145.

Strauss, A. & Corbin, J. 1991. Basics of Qualitative Research. Grounded Theory Procedures and Techniques. Newbury Park: Sage Publications.

Suonperä, M. 1995. Kehittyvä oppimiskäsitys koulutuksen laatuajattelun perustana. Teoksessa E. Anttonen & S. Helakorpi & P. Juuti & H. Summa & M. Suonperä (toim.) 1995. Laatua kouluun. Juva: WSOY, 98-115.

Varto, J. 1992. Laadullisen tutkimuksen metodologia. Helsinki: Kirjayhtymä.

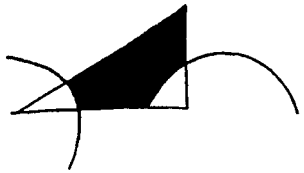
Wickman-Skult, A. (toim.) 1994. Grundskolan förändras. Läroplansarbetet i blickpunkten. Helsinki: Opetushallitus.

Winn, W. 1990. Some implications of cognitive theory for instructional design. Instructional Science 19, 53-69.

von Wright, J. 1993. Oppimiskäsitysten historiaa ja pedagogisia seurauksia. Helsinki: Painatuskeskus Oy.

Yrjönsuuri, R. 1994. Opiskelulla laatua matematiikan oppimiseen. Helsinki: Yliopistopaino.

3.4.4 MATEMATIIKKA



Matematiikka tarjoaa välineitä johdonmukaisen ja täsmällisen ajattelun edistämiseen, avaruuden hahmottamiseen sekä monien käytännön ja tieteellisten ongelmien ratkaisemiseen. Matematiikan opiskelu antaa mahdollisuuksia kehittää keksimiskykyä ja luovaa ajattelua. Lisäksi matematiikka tarjoaa keinon välittää informaatiota täsmällisesti, koska se käyttää abstraktista symbolikieltä. Nykymaailmassa ihminen joutuu matematiikan kanssa tekemisiin miltei päivittäin.

Matematiikan merkitys ilmenee sen käyttökelpoisuutena ratkaista arkipäivän ongelmia. Matematiikka voidaan nähdä tieteellisen kehityksen ja modernin teknologian perustana. Taito lukea ja ymmärtää eri muodoissa esitettyä matemaattista informaatiota on nykyajan teknistyneessä yhteiskunnassa keskeisessä asemassa. Tämän lisäksi matematiikka tarjoaa tehokkaan ja täsmällisen kommunikointikeinon. Matematiikan kauneudesta nauttiminen ja älyllisen ponnistelun tuoma mielihyvä voivat tuottaa tyydytystä matematiikan parissa työskenneltäessä.

Peruskoulussa opiskeltava matematiikka onkin nähtävä laajempana kuin vain tiettyjen laskutaitojen oppimisena. Sillä on tärkeä merkitys oppilaan henkiseen kasvuprosessiin.

Tavoitteet ja keskeiset sisällöt

Kaikille oppilaille tarjotaan mahdollisuus hankkia peruskoulun aikana sellaiset **matemaattiset perustiedot ja -taidot,** jotka luovat pohjaa jatko-opinnoille ja antavat valmiuksia selviytyä jokapäiväisissä toiminnoissa ja työelämässä. Peruskoulun matematiikan opetuksen tavoitteena on ennen muuta kehittää oppilaan kykyä **luokitella, jäsentää ja mallintaa** ympäröivässä maailmassa eteen tulevia tilanteita aiemmin oppimillaan käsitteillä.

Tämän rinnalla tavoitteena on harjaannuttaa oppilaita **johdonmukaiseen ja täsmälliseen ajatteluun sekä asioiden esittämiseen** yhtä hyvin suullisesti kuin kirjallisestikin. Oppilaiden tulee myös saada kuva matematiikan merkityksestä ennen ja nyt sekä sen osuudesta kulttuurimme kehittymisessä.

Peruskoulun **matematiikan tulee olla sisällöllisesti avoin** uusille tiedoille, keksinnöille, tärkeiksi nousseille asiaryhmille ja ajankohtaisille sovelluksille. Vaikka oppisisältöjen valinnassa ja järjestämisessä tulee ottaa huomioon matematiikan syntyhistoria, **perinteisiä oppisisältöjä tulee tarkastella kriittisesti**. On voitava jättää pois sellaista tietoa, joka ei ole matematiikan rakenteen ymmärtämisen ja tietojen soveltamisen kannalta välttämätöntä. Toisaalta on voitava muodostaa aikaisempia laajempia opintokokonaisuuksia, jolloin oppilaille tarjoutuu paremmat mahdollisuudet matemaattisten käsitteiden ja tietorakenteiden ymmärtävään oppimiseen. Tällöin samalla mekaanisen laskennan osuutta voidaan vähentää kaikilla tasoilla.

Ala-asteella opiskelussa on keskeistä, että oppilas

- ❖ tottuu ympärillä olevan maailman **havainnointiin** ja sen **tulkitsemiseen** matematiikan keinoin sekä ongelmatilanteiden tunnistamiseen ja niissä toimimiseen,
- ❖ ymmärtää luonnollisen luvun sekä murto- ja desimaaliluvun **käsitteet** ja oppii **peruslaskutaidot** päässä, paperilla ja laskimilla ja näiden käyttämisen arkielämän ongelmien ratkaisemisessa sekä tottuu arvioimaan suuruusluokkia ja tulosten oikeellisuutta,
- ❖ oppii **arvioimaan ja mittaamaan** pituutta, massaa, pinta-alaa, tilavuutta, kulmaa ja aikaa sekä oppii näiden suureiden tavallisimmat **mittayksiköt** ja niiden muunnokset,
- ❖ ymmärtää **mittakaavan** käsitteen ja oppii käyttämään sitä piirustusten ja karttojen tulkinnassa,
- ❖ oppii tunnistamaan ja piirtämään tavallisimpia geometrisia **kappaleita ja kuvioita**, kuvaamaan näiden perusominaisuuksia ja laskemaan näiden pinta-aloja ja tilavuuksia sekä tutustuu symmetriaan,
- ❖ perehtyy asioiden ja esineiden lajitteluun ja luokitteluun, **säännönmukaisuuksien** löytämiseen ympärillä olevasta maailmasta ja näiden kuvaamiseen sekä tottuu laatimaan, lukemaan ja tulkitsemaan yksinkertaisia **taulukoita ja diagrammeja.**

Ala-asteen loppupuolella **syvennetään aiemmin opittuja tietoja** jäsentämällä tietoainesta, jolloin useimmille oppilaille tulee mahdollisuus muodostaa hankkimistaan tiedoista systemaattisempia kokonaisuuksia. Samalla varmennetaan perustietojen ja -taitojen osaaminen.

Yläasteella opiskelussa on keskeistä, että oppilas

- ❖ saa kuvan reaalilukualueesta, oppii käyttämään **reaaliluvuilla laskemista** monipuolisesti **arkielämän tilanteissa** sekä osaa arvioida tulosten suuruusluokkia ja päätellä saatujen laskutulosten järkevyyden,
- ❖ osaa kerätä, kuvata, tulkita ja käyttää **tilastoja** sekä ymmärtää ja osaa käyttää todennäköisyyden käsitettä,
- ❖ pystyy löytämään **säännönmukaisuuksia ja riippuvuuksia** ympärillä olevasta maailmasta ja oppii muuttujan käytön ja **funktiokäsitteen** näiden ilmaisemisessa sekä lausekkeiden sieventämisen ja osaa käyttää **koordinaatistoa** riippuvuuden kuvallisessa esittämisessä,
- ❖ pystyy muotoilemaan arkielämän **ongelmia matemaattiseksi malliksi**, osaa käyttää yhtälöitä ja yhtälöpareja sekä käsitellä kirjainlausekkeita **ongelmaratkaisun** ja **mallintamisen** yhteydessä sekä oppii tulkitsemaan ratkaisujen tuloksia,
- ❖ ymmärtää **geometrian peruskäsitteet**, osaa **piirtää** tavallisimmat **kuviot ja kappaleet** sekä tottuu käyttämään verrannollisuutta, trigonometriaa ja Pythagoraan lausetta kuvioiden, kappaleiden

pinta-alojen ja tilavuuksien laskennalliseen tarkasteluun,

❖ **ymmärtää yhtenevyyden, yhdenmuotoisuuden ja symmetrian käsitteet**, oppii näkemään näiden esiintymisen ympärillä olevassa maailmassa ja saa kuvan näiden käytöstä laskennallisessa geometriassa,

❖ saa **käsityksen** matemaattisista **lauseista** ja näkee niiden käyttökelpoisuuden, tutustuu **päättelyn merkitykseen** matematiikassa sekä matematiikan **struktuurin rakentumiseen** ja saa kuvan peruskoulun aikana hankittujen tietojen rakentumisesta systemaattisiksi kokonaisuuksiksi.

Opiskelun luonne ja opetuksen lähtökohtia

Matematiikan opiskelussa **oppilas nähdään aktiivisena tiedon hankkijana, käsittelijänä ja tallentajana**, jolle oppiminen on opittavien asioiden liittämistä hänen aiempiin tietoihinsa sekä hänen aikaisempien ajatus- ja toimintamalliensa uudelleenrakentamista ja täydentämistä. Näin tähdätään siihen, että pitkäjänteisen työskentelyn tuloksena tiedot ja taidot vähitellen jäsentyvät ja tarkentuvat oppilaalle käyttökelpoiseksi rakennelmaksi.

Oppimistilanteet tulisi rakentaa keskustelunomaisiksi, kokeileviksi ja **ongelmakeskeisiksi** pitäen lähtökohtana mahdollisimman usein oppilaille tuttua konkreettista arkielämän tilannetta. Alusta alkaen matematiikan opiskelussa tähdätään ymmärtämään käsitteitä. Se tapahtuu konkreetin toiminnan kautta ja pitkään askartelua ja leikinomaisuutta korostaen. Lukujen numeeriset merkinnät sekä niiden peruslaskutoimitukset otetaan vähitellen käyttöön vasta käytännön ongelmatilanteiden tutkimisen, oppilaiden sanallisten tulkintojen ja mittaamisen kautta.

Ongelmanratkaisu on matemaattis-loogisten vaatimusten ohella opetuksen **keskeinen periaate**. Ongelmanratkaisuprosessien merkitys korostuu ennen kaikkea tietojen hankkimisessa, mutta myös niiden soveltamisessa. Osuvien kysymysten asettaminen, ongelman hahmottaminen, tehtävän rajaaminen, oikeiden ratkaisumenetelmien löytäminen ja läpivieminen sekä tulosten arviointi ja muotoilu ovat opiskelutilanteissa keskeisinä.

Kaikenikäisten ja -tasoisten **oppilaiden tulisi saada rakennella ja tehdä käsillään malleja** kyetäkseen luomaan oikeita mielikuvia ja muodostamaan käsitteitä. Tämä edistää myös loogisen päättelytaidon kehittymistä. Matemaattisen ajattelun kehittymistä tuetaankin usein parhaiten silloin, kun ei liian nopeasti kiirehditä abstraktiin symboliesitykseen. Laskimia ja tietokoneita olisi käytettävä järkevästi luonnollisina apuvälineinä ala-asteelta alkaen. Näin luodaan oppilaille mahdollisuus ymmärtää matematiikan osaamisen merkitys ja saada luottamusta omiin kykyihinsä rakentaa, oppia ja käyttää matematiikkaa mielekkäissä ja järkevissä tilanteissa.

Käsitteiden ja tietorakenteiden oppimista varten on tärkeää suunnitella **yksittäisistä sisällöistä tai keskeisistä käsitteistä myös laajempia opintokokonaisuuksia**. Kun asiat opitaan laajoina kokonaisuuksina, vähenee opetuksesta kiire ja vältytään asioiden uudelleen opetuksella. Esimerkiksi murtolukukäsitteen yhteydessä on luontevaa opiskella myös prosenttikäsite. Desimaaliluku kytkettynä mittaamiseen, yksikönmuunnokset ja prosenttikäsitteen syventäminen muodostavat yhden keskeisen oppimiskokonaisuuden. Yläasteella tällaisia kokonaisuuksia ovat muun muassa negatiiviset luvut, potenssikäsitteen systemaattinen käsittely, suoraan verrannollisuuden käsitteeseen liittyvät asiat, riippuvuuteen liittyvät seikat, yhdenmuotoisuus ja trigonometria tai jokin ympäristö, jossa harjoitellaan todistamista.

Realistisen kuvan saaminen matematiikan käyttökelpoisuudesta edellyttää **opetuksen integroimista** monipuolisesti koulun muuhun työskentelyyn ja ulkopuoliseen maailmaan. Tällä tavoin oppilaat saavat kokemuksia matematiikan tarjoamista tietokokonaisuuksista ja mallien hyväksikäytöstä sekä niiden rajoituksista. Esimerkiksi yli ainerajojen ulottuva projektityöskentely sopii hyvin ainealueiden yhdistämiseen kaikilla luokka-asteilla.

Matematiikka herättää ihmisissä, sekä aikuisissa että lapsissa, usein vahvoja tunteita. Opiskelukokemukset ja odotukset sekä oppimistilanteiden ulkoiset puitteet ja toteutus määräävät usein tunnekokemusten suunnan. Opiskeluun motivoituminen vaatii edullisten oppimismahdollisuuksien tarjoamista ja positiivisen, sisäisen oppimishalun virittämistä. Tähän voidaan myötävaikuttaa valitsemalla esimerkit oppilaan elämän piiristä sekä työskentelemällä käytännöllisesti ja toiminnallisesti. Näin voidaan lisätä matematiikan opiskeluun kiehtovuutta, jännittävyyttä ja yllätyksellisyyttä. Toisaalta tämä vaatii oppilailta oma-aloitteisuutta, yhteistyökykyä ja omaperäisyyttä ja se saattaa myös olla vaivalloista ja edellyttää sitkeyttä.

Terveyskasvatukseen sisältyvät yhteiskunnan terveyspalvelut ja muut sosiaalipalvelut ovat osa historian ja yhteiskuntaopin sisältöjä yhdeksännen vuosiluokan yhteiskuntaopin opetuksessa.

Historian ja yhteiskuntaopin opetus tarjoaa runsaasti suoria ja välillisiä aineksia laillisuuskasvatukseen. Yhteiskuntaoppiin yhdeksännellä vuosiluokalla sisältyy useita laillisuuskasvatukseen liittyviä sisältöalueita ja osa-alueita. Toisaalta historian sisältöalueisiin eri vuosiluokilla kuuluu runsaasti sellaista ainesta, joka selvittää yhteiskunnan toimintamuotoja, lainmukaisen yhteiskuntaelämän periaatteita ja yksilön ja yhteiskunnan välistä vuorovaikutusta.

Matematiikka

1 Tavoitteet

Matemaattisen tiedon nopea lisääntyminen ja matematiikan jakaantuminen useiksi haaroiksi on johtanut siihen, että vain pieni osa nykyisestä matematiikasta on koulukurssiemme tavoitettavissa. Matematiikkaa sovelletaan yhä useammilla ammattialoilla, mikä lisää matematiikan yhteiskunnallista merkitystä. Matemaattisten menetelmien ja mallien käyttö on lisääntynyt mm. tietojenkäsittelyn nopean kehityksen myötä. Samanaikaisesti arkielämässä tarvittavan matematiikan määrä on kasvanut ja sen luonne on muuttunut.

Matematiikan sekä muun henkisen ja aineellisen kulttuurin vuorovaikutuksen tunteminen auttaa ymmärtämään matematiikan asemaa inhimillisen kulttuurin osana ja matematiikkaa tyydytystä tuottavana, hyötyä tavoittelemattomana älyllisenä harrastuksena. Uutta luova, keksivä toiminta sekä matematiikan käyttömahdollisuuksiin perehtyminen luovat pohjan yksilön kehitysmahdollisuuksien huomioonottamiselle matematiikan opetuksessa. Perinteisten tehtäviensä lisäksi koulumatematiikan on valmistauduttava vastaamaan moniin uusiin ja yhä laajeneviin haasteisiin.

Peruskoulun matematiikan opetuksen päämääränä on tukea oppilaan persoonallisuuden monipuolista ja tasapainoista kehittymistä ja antaa hänelle sellaisia tietoja ja taitoja, jotka luovat pohjan itsensä kehittämiselle ja jatko-opinnoille ja joita hän tarvitsee toimiessaan yhteiskunnan jäsenenä. Matematiikan opetuksen mahdollisuudet tässä tehtävässä on käsitettävä laaja-alaisesti ja nähtävä sekä matemaattisten tietojen ja taitojen opettamisena että peruskoulun kasvatuspäämäärien suuntaisiin elämäntapoihin ja työskentelytottumuksiin kasvattamisena. Matemaattisten tietojen ja taitojen opettamiseen liittyy erottamattomasti ajattelutoimintojen ja myönteisten asenteiden kehittäminen.

Peruskoulun matematiikan opetuksen tavoitteena on

— antaa oppilaille yksilön ja yhteiskunnan kannalta tarkoituksenmukaisesti valitut matemaattiset tiedot ja varma laskutaito
— totuttaa oppilaat käyttämään matematiikkaa ympäristönsä jäsentämiseen ja ongelmien ratkaisemiseen
— kehittää oppilaiden päättely- ja arviointitaitoa sekä edistää luovuuden kehittymistä
— harjoittaa oppilaita johdonmukaiseen ja täsmälliseen ajatteluun ja asioiden esittämiseen
— ohjata oppilaita oikeisiin työskentelytottumuksiin ja oman työn laadun arvostamiseen
— herättää oppilaissa myönteistä asennoitumista ja harrastusta matematiikkaa kohtaan.

2 Sisällön valinnan perusteet

Matematiikan opetuksen tavoitteita ovat laskutaidon lisäksi luovan ajattelun kehittäminen, ongelmanratkaisuun liittyvien taitojen harjoittaminen ja matematiikan soveltaminen jokapäiväiseen elämään. Aihealueiden käsittelytavalla, tehtävien sisältöaineksella sekä soveltamiskohteiden ja käytännön esimerkkitilanteiden valinnalla voidaan vaikuttaa siihen, miten matematiikan opetus kehittää oppilaan asenteita ja arvomaailmaa. Sopivia aiheita ovat mm. oman maan tuntemus, kansainvälisyys, rauhankasvatus, sukupuolten välinen tasa-arvo, ympäristönsuojelu, taloudellisuus sekä erilaiset työtehtävät ja yhteiskunnalliset roolit. Opetusta suunniteltaessa on pyrittävä ottamaan huomioon myös matematiikan integroiminen muihin oppiaineisiin.

Varma laskutaito on keskeinen matematiikan opetuksen tavoite. Laskutaidon sisältö on kuitenkin koko ajan muuttumassa. Moninumeroisten lukujen laskutoimitusten mekaaninen harjoittelu on menettämässä merkitystään laskimien yleistymisen vuoksi. Sen sijaan on entistä tärkeämmäksi käynyt laskutoimitusten ja niiden välisten yhteyksien ymmärtäminen sekä peruslaskutoimitusten sujuva osaaminen myös päässälaskuna. Päässälaskutaitoa edellyttää mm. moniin jokapäiväisen elämän tilanteisiin liittyvä tuloksen suuruusluokan ja järkevyyden arviointi. Päässälaskulla voidaan kehittää myös keskittyvän kuuntelemisen, soveltamisen, ongelmanratkaisun ja loogisen ajattelun taitoja. Suullisen esittämisen lisäksi oppilaita on matematiikan opetuksessa harjaannutettava myös selkeään ja huolelliseen kirjalliseen esittämiseen.

Tiedollisella alueella koulumatematiikan tehtävänä on antaa ne tiedot ja taidot, joita oppilas tarvitsee jatko-opintojensa pohjaksi ja yhteiskunnan jäsenenä toimiessaan. Näiden tietojen laajuuden ja syvyyden määräävät ensisijaisesti opetukseen käytettävissä oleva aika ja oppilaan kehitysvaihe. Kehitysvaihe vaikuttaa oppiaineksen valintaan ja käsittelytapaan erityisesti yläasteella, missä oppilaiden välillä on mm. kehitysvaiheesta johtuvia eroja siinä, miten he suoriutuvat abstrakteja käsitteitä ja näiden välisiä yhteyksiä sisältävistä tehtävistä.

Luovuuden ja muiden ajattelutoimintojen kehittymistä voidaan matematiikan opetuksessa edistää mm. järjestämällä jokaiselle oppilaalle riittävästi sellaisia tilanteita, joissa hän joutuu muotoilemaan ja ratkaisemaan ongemia, joihin ei ole annettu valmista ratkaisumallia, selostamaan ja perustelemaan menettelytapojaan, laatimaan ja käyttämän matemaattisia malleja sekä soveltamaan tietojaan ja taitojaan uusiin tilanteisiin.

Pysyviä tuloksia tuottavalle kasvattamiselle ja opettamiselle on tärkeää oppilaiden aktiivinen osallistuminen opetustapahtumaan. Tunne osaamisesta lisää motivoitumista, aktivoitumista ja oppimisen mieluisuutta. Turvallisen ja myönteisen opiskeluilmapiirin syntymiseen vaikuttaa osaltaan myös se, että oppisisällöistä muodostetaan lähitavoitteita, joihin kukin oppilas voi pyrkiä opiskellen rauhallisesti omien oppimisedellytystensä mukaisesti .Tavoitteellisuus, oppiaineksen jäsentäminen oppimista tukeviksi kokonaisuuksiksi ja oppilaan

kehitysvaiheen huomioon ottaminen auttavat opetusta etenemään kiireettömästi.

Opetuksen tulokselliselle etenemiselle on tärkeää, että perusasiat opitaan kunnolla ja oppimisvaikeuksien syntymistä pyritään ehkäisemään ennakolta niin, että kasautuva jälkeenjääminen ei estä oppilasta osallistumasta yhteiseen opetukseen. Tämä ei koske vain laskutaidon opettamista, vaan ja ehkä vielä enemmän käsitteenmuodostustapahtuman järjestelmällistä ohjaamista kunkin oppilaan oppimisedellytysten mukaisesti. Oppimisprosessien ja oppimistulosten erilaisuus on pyrittävä ottamaan huomioon opetusta järjestettäessä ja opetuksen tuloksellisuutta arvioitaessa.

Peruskoulun matematiikan oppimäärä muodostaa yhtenäisen kokonaisuuden. Eri vuosiluokilla oppisisältöjä painotetaan ottaen huomioon lapsen kehitysvaihe, matematiikan sisäinen looginen rakenne ja oppimista tukeva käsittelyjärjestys.

Opettajan tehtävänä on toteuttaa opetussuunnitelmaa näiden periaatteiden mukaan paikalliset olot huomioon ottaen.

3 Oppiaines

Luonnolliset luvut peruslaskutoimituksineen opetetaan ala-asteella siten, että opetuksen pääpaino on vuosiluokilla 1-4. Käytössä olevaa lukualuetta laajennetaan oppilaiden ajattelukyvyn kehittyessä ja laskutaidon varmistuessa. Soveltavat tehtävät valitaan pääasiassa lapsen omasta kokemusmaailmasta ja arkielämän tilanteista.

Kokonaislukuihin, niiden ominaisuuksiin ja käyttöön tutustutaan ala-asteella. Yläasteella aloitetaan kokonaislukujen algebrallinen käsittely, jolloin opetetaan mm. neljä peruslaskutoimitusta merkkisääntöineen.

Murto-ja desimaalilukujen laskutoimitukset positiivisella lukualueella opetetaan ala-asteella. Laskutoimitusten opettaminen keskittyy vuosiluokille 5-6. Rationaalilukujen laskutoimitusten harjoittelua jatketaan yläasteella ja laajennetaan myös negatiiviselle lukualueelle. Irrationaalilukuihin tutustutaan neliöjuuria käsiteltäessä.

Polynomien laskutoimituksia opetetaan yläasteen aikana.

Funktion käsitteeseen johdattelevia asioita opetetaan ala-asteella. Yläasteellä funktioita käytetään aluksi käytännönläheisissä tilanteissa. Jatkossa keskitytään tarkastelemaan suoran piirtämistä koordinaatistoon. Tässä yhteydessä tutustutaan yhtälön graafiseen ratkaisemiseen. Muista funktioista voidaan tarkastella joitakin esimerkkejä.

Yhtälöitä käytetään ala-asteella lähinnä edistämään laskutoimitusten oppimista ja ymmärtämistä sekä epäyhtälöitä pääasiassa lukujen suuruusvertailuun. Samalla luodaan pohjaa muuttujan myöhemmälle käytölle yhtälö- ja funktio-opissa. Yhtälöiden algebrallinen käsittely

aloitetaan yläasteella, jolloin opetetaan yhtälön ratkaisemisen periaate ja kehitetään edelleen ensimmäisen asteen yhtälön ratkaisu- ja käyttötaitoa. Yhtälöiden opetuksen pääpaino on kahdeksannella luokalla.

Geometrian opetus aloitetaan tarkastelemalla kolmiulotteista ympäristöä. Oppiminen perustuu ensisijaisesti oppilaan omiin havaintoihin, piirtämiseen, mittaamiseen ja rakenteluun. Ala-asteen aikana opetetaan tunnistamaan, nimeämään ja piirtämään tavallisimpia tasokuvioita sekä laskemaan pinta-aloja ja tilavuuksia. Yläasteella käsitellään edelleen taso- ja avaruusgeometriaan liittyviä piirtämis-, mittaamis-, päättely- sekä laskutehtäviä ja opetetaan trigonometriaa.

Tilastojen tutkimiseen, keräämiseen ja käsittelyyn liittyviä tehtäviä käsitellään sopivissa yhteyksissä ala- ja yläasteen aikana.

Matematiikan soveltamista harjoitellaan koko peruskoulun ajan. Matematiikan tietoja ja taitoja opetetaan käyttämään sanallisesti, kuvallisesti tai muulla tavalla esitetyn ongelman matematisointiin ja ratkaisemiseen. Ongelmanratkaisuun liittyy läheisesti tuloksen suuruusluokan ja järkevyyden arviointi. Laskimia ja mahdollisuuksien mukaan myös tietokoneita käytetään opetuksen apuna.

Soveltavan matematiikan asioista opetetaan mm. suureita ja yksikköjärjestelmiä, prosenttilaskua ja verrannollisuutta. Yhteiskunnan vaatimusten, kuten aikuiselämän työtehtävien ja tietojenkäsittelyvälineiden, kehittyminen saattaa muuttaa soveltavan matematiikan osa-alueiden painotuksia ja tehdä tarpeelliseksi kokonaan uusien osa-alueiden opettamisen. Sovellusalueet on näin ollen valittava kulloistenkin olojen mukaan.

Vihkon käyttö aloitetaan jo ensimmäisellä luokalla. Kirjallisen esittämisen varmistuessa kielellisen valmiuden ja motoriikan kehittymisen myötä kolmannelta luokalta lähtien opetetaan vihkotyön periaatteita järjestelmällisesti. Tavoitteena on, että oppilas pystyy alaasteen loppuvaiheessa työnsä jäsennettyyn kirjalliseen esittämiseen.

3.1 Ensimmäinen vuosiluokka

Lukukäsite ja laskutoimitukset

Opetetaan lukukäsite lukualueella 0—100. Harjoitellaan lukujen kirjoittamista, kymmenjärjestelmän mukaisen lukumerkinnän lukemista ja lukujen suuruusvertailua.

Opetetaan yhteenlaskun ja vähennyslaskun käsite. Laskutoimituksissa keskeinen lukualue on 0—20. Harjoitellaan yhteen- ja vähennyslaskua, myös päässälaskuna, sekä kymmeneksi täydentämistä ja kymmenylitystä lukualueella 0—20.

Opetetaan yhteenlaskun vaihdannaisuus ja vähennyslaskun tarkistaminen yhteenlaskulla.

Harjoitellaan lapsen kokemusmaailmaan liittyviä soveltamistehtäviä, pääasiassa suullisesti ja kuvin esitettyinä.

Lausekkeet ja yhtälöt

Opetetaan laskemaan yhdistettyjä yhteen- ja vähennyslaskuja.

Opetetaan täydentämään yksinkertaisia yhtälöitä kokeilemalla.

Geometria

Kehitetään kolmiulotteisen avaruuden hahmottamista tarkastelemalla tuttua lähiympäristöä.

Opetetaan tunnistamaan geometrisia kuvioita ja käyttämään niihin kuuluvia nimityksiä (piste, viiva, suora, jana).

Opetaan piirtämään kuvioita myös viivaimen avulla.

Soveltava matematiikka

Opetetaan pituuden mittaamisen periaate.

Harjoitellaan pituuden mittaamista (cm) ja arviointia.

Opetetaan kellonajan ilmoittaminen tunteina ja puolina tunteina.

3.2 Toinen vuosiluokka

Lukukäsite ja laskutoimitukset

Opetetaan kymmenjärjestemän lukuyksiköitä. Harjoitellaan lukujen lukemista ja merkitsemistä lukualueella 0—1 000.

Varmennetaan lukukäsitteen hallinta.

Varmennetaan yhteenlaskun ja vähennyslaskun käsitteen sekä kymmenylityksen hallinta.

Opetetaan sekä yhteen- että vähennyslaskuja lukualueella 0—1 000. Laskuharjoittelussa keskeinen lukualue on 0—100. Opetetaan laskemaan allekkain ja tarkastamaan vähennyslasku yhteenlaskun avulla. Yhteenlaskussa opetetaan muistinumeron käyttö ja vähennyslaskussa lainaaminen (ilman nollan yli ja peräkkäistä lainaamista).

Opetetaan kertolaskun käsite ja kertotaulut 1—5. Pohjustetaan jakolaskun käsitteen omaksumista.

Harjoitellaan päässälaskua ja laskutoimitusten käyttöä soveltamistehtävissä, pääasiassa suullisesti ja kuvin esitettyinä.

Lausekkeet ja yhtälöt

Harjoitellaan yhdistettyjen yhteen- ja vähennyslaskujen laskemista.

Harjoitellaan matematiikan lauseiden lukemista ja yksinkertaisten yhtälöiden ratkaisemista kokeilemalla.

Geometria

Harjoitellaan lähiympäristöön sisältyvien geometristen kuvioiden (kolmio, nelikulmio, ympyrä) tunnistamista ja niiden osien nimityksiä.

Opetetaan piirtämään geometrisia kuvioita viivaimella.

Tarjotaan virikkeitä luovuuden ja mielikuvituksen käytölle ja etsitään mahdollisuuksia opetuksen integroimiseen muiden oppiaineiden kanssa.

Soveltava matematiikka

Opetetaan arvioimaan ja mittaamaan pituutta (cm, m), massaa (kg) ja tilavuutta (dl, l).

Opetetaan pituuden (mm, cm, m) ja rahan (p, mk) yksiköitä ja niiden tavallisimpia muunnoksia.

Opetetaan kellonajan ilmoittaminen (tunteina ja minuutteina)

Harjoitellaan suureiden ja yksiköiden käyttöä soveltamistehtävissä.

3.3 Kolmas vuosiluokka

Lukukäsite ja laskutoimitukset

Opetetaan luonnollisten lukujen lukemista, kirjoittamista, suuruusvertailua ja pyöristämistä lukualueella 0—10 000. Laskutoimituksissa keskeinen lukualue on 0—1 000.

Harjoitellaan yhteen- ja vähennyslaskua sekä päässä että allekkain laskien.

Varmennetaan kertolaskun käsitteen hallinta sekä kertotaulujen 1—5 osaaminen. Opetetaan kertolaskun ominaisuuksia ja kertotaulut 6—10. Opetetaan luvun kertominen 10:llä, 100:lla ja 1 000:lla sekä kertominen allekkain (yksinumeroinen kertoja).

Opetetaan jakolaskun käsite ja jakolaskun tarkistaminen kertolaskun avulla. Harjoitellaan jakolaskua päässälaskuna (myös jakojäännös).

Opetetaan murtoluvun käsite ja kymmenesosien merkitseminen desimaalilukuna. Pohjustetaan samannimisten murtolukujen yhteen- ja vähennyslaskua ja opetetaan yksidesimaalisten desimaalilukujen yhteen-ja vähennyslaskua.

Harjoitellaan päässälaskua ja laskutoimitusten soveltamista.

Lausekkeet ja yhtälöt

Opetetaan laskutoimitusten keskinäinen järjestys ja sulkeiden merkitys laskujärjestyksessä.

Opetetaan kirjoittamaan lausekkeita ja laskemaan lausekkeiden arvo.

Opetetaan käyttämään muuttujaa lausekkeessa ja yhtälössä sekä lukemaan näin saatuja lauseita.

Opetetaan ratkaisemaan yhtälöitä kokeilemalla.

Geometria

Opetetaan tunnistamaan ja nimeämään geometrisia kuvioita (kulma, kolmio, nelikulmio, neliö, suorakulmio, ympyrä) sekä niiden osia.

Harjoitellaan kuvioiden piirtämistä viivaimella sekä opetetaan mittaamaan ja laskemaan kuvion piirin pituus.

Opetetaan lukuparin merkitseminen koordinaatistoon (ensimmäinen neljännes).

Soveltava matematiikka

Varmennetaan opittujen yksiköiden osaaminen.

Opetetaan pituuden (dm, km), massan (g) ja ajan (minuutti ja tunti) yksiköitä ja lyhenteitä sekä niiden tavallisimpia muunnoksia.

Opetetaan kellonajan ilmoittaminen yleistä merkintää käyttäen (esim. 8.20).

Harjoitellaan yksiköiden käyttöä arviointi- ja mittaamistehtävissä.

Sovelletaan matematiikan taitoja säännöllisesti käytännön tilanteisiin sekä päässälaskuna että kirjallisesti.

3.4 Neljäs vuosiluokka

Lukukäsite ja laskutoimitukset

Harjoitellaan luonnollisten lukujen lukemista, suuruusvertailuja ja pyöristämistä lukualueella 0—1 000 000. Laskutoimituksissa keskeinen lukualue on 0—10 000.

Varmennetaan kertolaskun ja jakolaskun käsitteen ja ominaisuuksien hallinta sekä kertotaulujen osaaminen. Harjoitellaan kertolaskua allekkain kertoen (useampinumeroinen kertoja) ja jakolaskua päässälaskuna. Opetetaan jakaminen jakokulmassa (yksinumeroinen jakaja).

Varmennetaan murtoluvun ja desimaaliluvun käsitteen omaksuminen. Opetetaan murto- ja desimaalilukujen suuruusvertailua sekä kymmenesosien ja sadasosien merkitseminen desimaalilukuna ja päinvastoin.

Opetetaan yhteen- ja vähennyslaskua samannimisillä murtoluvuilla ja desimaaliluvuilla (kymmenes- ja sadasosat).

Opetetaan kokonaisluvun käsite ja merkitseminen.

Harjoitellaan päässälaskua, arviointia ja laskutoimitusten soveltamista.

Lausekkeet ja yhtälöt

Opetetaan kirjoittamaan lausekkeita sanallisista tehtävistä. Varmennetaan laskujärjestyssääntöjen ja sulkeiden käytön osaaminen lausekkeen arvoa laskettaessa.

Varmennetaan taitoa laskea muuttujan lausekkeen arvo.

Opetetaan yhteen- ja vähennyslaskuyhtälön ratkaisemista laskutoimitusten välisten yhteyksien avulla.

Geometria

Varmennetaan kulmaan, kolmioon ja nelikulmioihin liittyvien nimityksien osaaminen ja taito laskea piirin pituus.

Opetetaan kulmien luokittelua suuruuden mukaan.

Opetetaan geometristen kuvioiden (kolmio, ympyrä) ja niiden osien nimeämistä ja piirtämistä.

Harjoitellaan geometristen kuvioiden etsimistä kolmiulotteisesta lähiympäristöstä.

Opetetaan koordinaatiston kaikki neljännekset. Harjoitellaan lukuparin merkitsemistä koordinaatistoon ja koordinaattien lukemista.

Soveltava matematiikka

Opetetaan pituuden, massan ja tilavuuden yksiköiden muunnoksia.

Opetetaan ajan yksiköitä (sekunti, minuutti, tunti, vuorokausi, kuukausi, vuosi).

Harjoitellaan arviointia ja opittujen laskutoimitusten ja yksiköiden soveltamista käytännön mittaus- ja laskutehtävissä.

3.5 Viides vuosiluokka

Lukukäsite ja laskutoimitukset

Varmennetaan kymmenjärjestelmän omaksuminen paikkajärjestelmänä ja peruslaskutoimitusten hallinta. Opetetaan tavallisimpia jaollisuussääntöjä ja jakokulmassa jakaminen kaksinumeroisella jakajalla.

Opetetaan murtolukujen muunnoksia ja yhteen- ja vähennyslaskua sekä murtoluvun kertominen luonnollisella luvulla. Pohjustetaan murtoluvun jakamista luonnollisella luvulla.

Opetetaan desimaaliluvun (kymmenes-, sadas- ja tuhannesosat) katkaiseminen ja pyöristäminen, desimaalilukujen yhteen- ja vähennyslaskua sekä desimaaliluvun kertominen ja jakaminen luonnollisella luvulla, erityisesti luvuilla 10, 100 ja 1 000.

Varmennetaan kokonaisluvun käsitteen omaksuminen. Pohjustetaan kokonaislukujen yhteen- ja vähennyslaskua.

Harjoitellaan päässälaskua, tuloksen arviointia ja laskutoimitusten soveltamista.

Lausekkeet ja yhtälöt

Varmennetaan taito kirjoittaa lausekkeita käytännön tilanteista, sekä laskujärjestyssääntöjen ja sulkeiden käytön osaaminen.

Opetetaan yhtälön ratkaisemista laskutoimitusten välisten yhteyksien avulla.

Opetetaan ratkaisemaan yksinkertaisia epäyhtälöitä kokeilemalla.

Geometria

Opetetaan kulman mittaaminen ja piirtäminen (suuruus asteina).

Harjoitellaan kuvioiden (kolmio, suunnikas, ympyrä) ja niiden osien tunnistamista ja piirtämistä. Opetetaan piirtämään ympyrä harppia käyttäen.

Tutustutaan avaruuskappaleisiin (kuutio, laatikko).

Varmennetaan koordinaatiston käyttötaito ja opetetaan kuvioiden piirtämistä koordinaatistoon.

Opetetaan neliön ja suorakulmion pinta-alan laskeminen.

Soveltava matematiikka

Varmenentaan taito käyttää opittuja yksiköitä ja niiden lyhenteitä.

Opetetaan pinta-alan käsite, mittaaminen, arvioiminen ja yksiköitä (mm^2, cm^2, dm^2, m^2, a, ha, km^2).

Opetetaan tilavuuden yksiköitä (ml, cl, hl), pituuden yksiköitä (dam, hm) ja massan yksikkö (mg).

Harjoitellaan yksiköiden käyttöä ja muunnoksia soveltamistehtävissä.

Harjoitellaan arviointia, päättelyä ja ongelmaratkaisua.

3.6 Kuudes vuosiluokka

Lukukäsite ja laskutoimitukset

Kerrataan ja täydennetään laskutoimitusten keskeiset ominaisuudet. Varmennetaan jaollisuussääntöjen ja jakokulmassa jakamisen osaaminen. Opetetaan potenssimerkintä ja potenssin arvon laskeminen.

Varmennetaan murtolukujen muunnosten ja suuruusvertailun sekä yhteen- ja vähennyslaskun osaaminen. Opetetaan murtolukujen kerto- ja jakolasku.

Varmennetaan desimaalilukujen pyöristämisen sekä yhteen-ja vähennyslaskun osaaminen. Opetetaan desimaalilukujen kerto- ja jakolasku.

Opetetaan kokonaislukujen yhteen- ja vähenneslaskua lukukäsitteen syventämiseksi (vähennyslaskussa vain positiivinen vähentäjä).

Lausekkeet ja yhtälöt

Opetetaan käyttämään yhdistettyjä laskutoimituksia sisältäviä lausekkeita soveltamistehtävissä.

Varmennetaan taito ratkaista yhtälöitä laskutoimitusten välisten yhteyksien avulla.

Geometria

Harjoitellaan kuvioiden (monikulmioita, ympyrä) piirtämistä ja niiden osien tunnistanista.

Varmmenetaan neliön ja suorakulmion sekä opetetaan kolmion ja suunnikkaan pinta-alan laskeminen.

Opetetaan kuution ja laatikon piirtämistä sekä tilavuuden laskeminen.

Harjoitellaan pituuden, pinta-alan ja tilavuuden arvioimista ja käyttöä soveltamistehtävissä.

Soveltava matematiikka

Tarkastellaan yksikköjärjestelmiä kokoavasti ja varmennetaan opittujen yksiköiden ja niiden lyhenteiden osaaminen.

Opetetaan aikavälin laskeminen (esim. oma ikä).

Opetetaan tilavuuden yksiköitä (mm^3, cm^3, dm^3. m^3) ja niiden muunnoksia.

Opetetaan keskiarvon laskeminen, osan ottaminen luvusta ja suhteen arvon määrittäminen.

Opetetaan prosentin käsite sekä prosenttiluvun ja prosenttiarvon laskeminen.

Harjoitellaan arviointia, ongelmanratkaisua ja opittujen asioiden käyttöä soveltamistehtävissä.

3.7 Seitsemäs vuosiluokka

Lukukäsite ja laskutoimitukset

Kerrataan luonnollisten lukujen peruslaskutoimitukset ja laskulait.

Kerrataan murtolukujen yhteen- ja vähennyslasku sekä varmennetaan kerto- ja jakolaskun osaaminen.

Opetetaan kokonaislukujen laskutoimitukset.

Kehitetään laskutaitoa edelleen, myös päässä laskemista ja arviointitaitoa. Opetetaan käyttämään teknisiä apuvälineitä numeerisissa laskuissa.

Algebralliset lausekkeet

Varmennetaan potenssikäsitteen osaaminen ja harjoitellaan potenssilausekkeen arvon laskemista.

Opetetaan monomien yhteen-, vähennys- ja kertolasku, summan kertominen luvulla sekä samankantaisten potenssien kertominen.

Funktiot

Kerrataan koordinaatiston käyttö ja harjoitellaan tietojen lukemista kuvioista ja taulukoista.

Harjoitellaan muuttujan lausekkeen kirjoittamista, arvon laskemista ja käyttöä matemaattisena mallina.

Yhtälöt

Opetetaan ensimmäisen asteen yhtälön ratkaiseminen. Harjoitellaan yhtälön kirjoittamista ja ratkaisemista.

Geometria

Kerrataan tavallisimpien geometristen kuvioiden nimityksiä ja ominaisuuksia. Harjoitellaan niihin liittyviä päättely-, piirtämis- ja laskemistehtäviä. Esitetään laskusäännöt myös kaavoina.

Kerrataan ja varmennetaan pinta-alan ja tilavuuden yksiköiden osaaminen ja niiden käyttö laskutehtävissä.

Opetetaan kulmiin, monikulmioihin ja ympyrään liittyviä piirtämis- ja laskemistehtäviä sekä avaruuskappaleiden ja niiden osien hahmottamista (mm. kappaleita rakentamalla).

Soveltava matematiikka

Harjoitellaan matematiikan tietojen ja taitojen käyttöä sanallisissa soveltamistehtävissä.

Kerrataan osan ottaminen luvusta, suhteen arvon laskeminen ja prosenttilaskuja.

Tutustutaan yksinkertaisten tilastojen tutkimiseen ja käsittelyyn (erilaiset diagrammit ja keskiarvo).

3.8 Kahdeksas vuosiluokka

Lukukäsite ja laskutoimitukset

Kehitetään laskutaitoa eri lukualueilla edelleen sanallisin sovellustehtävin ja päässälaskuin.

Harjoitellaan perustelujen, laskumenetelmien ja muiden ratkaisuvaiheiden esittämistapaa sekä kuvioiden ja piirrosten käyttöä ratkaisun apuna.

Harjoitellaan tuloksen suuruusluokan ja järkevyyden arviointia sekä ratkaisun suullista selostamista ja perustelemista.

Algebralliset lausekkeet

Varmennetaan samankantaisten potenssien laskusäännön osaaminen ja opetetaan tulon ja potenssin potenssin laskusäännöt.

Opetetaan neliöjuuren käsite.

Opetetaan polynomien yhteen-, vähennys- ja kertolaskua.

Funktiot

Opetetaan riippuvuuden esittäminen koordinaatistossa, funktion arvon laskeminen ja lukeminen kuvaajalta sekä suoran piirtäminen koordinaatistoon.

Yhtälöt

Varmennetaan ensimmäisen asteen yhtälön ratkaisutaito.

Harjoitellaan yhtälön käyttöä matemaattisena mallina ja ongelmanratkaisun apuvälineenä sanallisissa soveltamistehtävissä.

Opetetaan verrantomuotoisen yhtälön ratkaiseminen.

Geometria

Opetetaan Pythagoraan lause ja sen käyttöä.

Opetetaan symmetristen, yhtenevien ja yhdenmuotoisten kuvioiden ominaisuuksia sekä mittakaavan käyttöä.

Harjoitellaan pinta-alan ja tilavuuden laskemista soveltamistehtävissä.

Soveltava matematiikka

Opetetaan suureiden verrannollisuus.

Varmennetaan prosenttiluvun ja prosenttiarvon laskeminen. Harjoitellaan prosenttilaskua soveltamistehtävissä (korko, alennus, korotus tms.).

3.9 Yhdeksäs vuosiluokka

Lukukäsite ja laskutoimitukset

Kerrataan luonnollisten lukujen jaollisuussäännöt, murtolukujen laskutoimitukset (esitetään myös yleistykset kirjaimilla) ja neliöjuuri sekä tarkastellaan lukualueita kokoavasti.

Algebralliset lausekkeet

Varmennetaan opetettujen potenssien kertolaskusääntöjen osaaminen ja opetetaan potenssien jakolaskusäännöt.

Varmennetaan polynomien yhteen-, vähennys- ja kertolaskun osaaminen.

Funktiot

Harjoitellaan kuvaajan piirtämistä ja tulkitsemista, erityisesti soveltamistehtävissä.

Yhtälöt

Käytetään ensimmäisen asteen yhtälöitä apuna soveltamistehtävissä.

Opetetaan yksinkertaisen yhtälöparin ratkaiseminen ja sen käyttöä.

Opetetaan toisen asteen yhtälön ratkaisemista erikoistapauksissa.

Geometria

Kerrataan aikaisemmin opittuja geometrian asioita soveltamistehtävissä.

Varmennetaan taito käyttää Pythagoraan lausetta.

Opetetaan trigonometriaa.

Opetetaan ympyrään ja sen osiin liittyviä piirtämis- ja laskemistehtäviä (lähinnä ympyrän kehän pituus ja pinta-ala).

Opetetaan avaruuskappaleisin, kuten lieriöön, kartioon ja palloon, liittyviä pinta-ala- ja tilavuuslaskuja.

Soveltava matematiikka

Harjoitellaan matemaattisten tietojen ja taitojen soveltamista muiden aihealueiden yhteydessä.

Valinnaiset ja syventävät opinnot

Yhdeksännen luokan yhteisten aihealueiden opiskelu pyritään mitoittamaan niin, että matematiikan oppitunneista voitaisiin käyttää 15—20 prosenttia valinnaisiin ja syventäviin opintoihin oppilaan kiinnostuksen, harrastuneisuuden, oppimisedellytysten ja jatko-opiskelusuunnitelmien mukaan. Tämä aika voidaan käyttää sellaisten yhteisten asioiden opiskeluun, joita oppilas ei tunne osaavansa, tai joita hän tietää jatko-opinnoissaan tarvitsevansa enemmän kuin yhteisesti opetetaan, tai kokonaan uusiin aihealueisiin. Tällöin voidaan myös käsitellä läpäisyperiaatteella opetettavia asioita (kansainvälisyyskasvatus, ympäristökasvatus, yhteiskunnallinen toiminta jne.) tai integroida muutaman tunnin pituisia teemajaksoja muihin oppiaineisiin.

Jatko-opintojen perusteella syvennettäviä tai laajennettavia aihealueita ovat esimerkiksi murtolukujen laskutoimitukset, mittayksiköiden käsittely, verrannollisuus ja yhtälölaskut (erityisesti tekijäyhtälö), neliöjuurilausekkeet, yhtälöpari, funktioiden kuvaajat ja kaavojen käyttö sekä tilastojen kerääminen, tutkiminen ja käsittely.

Kokonaan uusina aihealueina voidaan käsitellä muun muassa lukujärjestelmiä, polynomien tekijöihin jakamista ja niiden jakolaskua, murtolausekkeiden laskutoimituksia, murtolausekeyhtälöitä, vektorilaskentaa, todennäköisyyslaskentaa ja tietokonegrafiikkaa.

4 Opetusjärjestelyt

Peruskoulun matematiikan opetuksen on yleensä lähdettävä lapsen kokemusmaailmasta ja hänelle tutuista tilanteista. Oppiainesta käsitellään niin, että opetus tukee ja avartaa lapsen henkistä kehitystä ja valmistaa häntä kohtaamaan matematiikan avulla ratkeavia ongel-

mia. On tärkeää, että lapsi ymmärtää opetettavien asioiden rakenteen ja muut yhteydet sekä osaa liittää matemaattiset tiedot ja taidon muuhun kokemusmaailmaansa sekä oppii käyttämään näitä valmiuksiaan luontevasti erilaisissa elämäntilanteissa.

Matemaattisten käsitteiden omaksumiseen ja taitojen harjoittamiseen on voitava käyttää riittävästi aikaa sekä erilaisille oppilaille sopivia opetusmenetelmiä ja lähestymistapoja, koska uusien matemaattisten asioiden oppiminen perustuu yleensä aikaisemmin opitun osaamiseen. Opiskelun edetessä oppilaiden erityistaipumukset näkyvät yhä selvemmin. Kaikille yhteistä opetusta järjestettäessä on otettava huomioon myös se, että oppimiseen tarvittava aika vaihtelee suuresti ja oppilaat omaksuvat asiat eri tavoin esimerkiksi kehitysvaiheen, oppimistyylin tai oppimisvaikeuksien takia.

Opetusta voidaan monipuolistaa käyttämällä aikaa uusien oppisisältöjen opettamisen ja laskuharjoittelun lisäksi ongelmien muotoiluun, ratkaisemiseen, ratkaisujen selittämiseen ja perustelemiseen sekä havaintojen kuvailemiseen ja luokittelemiseen. Vaihtelevat työtavat vaikuttavat osaltaan oppilaan omaehtoisen opiskeluhalun kehittymiseen. Myönteinen ilmapiiri edistää oppimista ja vahvistaa oppilaiden itseluottamusta. Tasapainoista kehittymistä tuetaan myös rohkaisemalla oppilaita tekemään aloitteita ja ratkaisuehdotuksia opetusta suunniteltaessa ja toteutettaessa.

Yhteisen opetuksen perusperiaatteena on varmistaa, että kaikilla oppilailla on mahdollisuus saavuttaa tavoitteiden toteuttamisen kannalta keskeisillä oppiainesalueilla riittävät tiedot ja taidot. Tämän lisäksi kiinnitetään erityistä huomiota sellaisten opetustilanteiden järjestämiseen, joissa voidaan tarjota kaikille oppilaille mahdollisuuksia soveltamis- ja ongelmanratkaistaidon kehittämiseen. Jotta opetus voitaisiin järjestää oppilaiden oppimisedellytysten mukaisesti on tarpeen vaatiessa voitava käyttää tuki- ja erityistoimia sekä joustavia ryhmäratkaisuja. Yläasteella tarvitaan lisäksi oppilaiden ryhmittelyä oppimisedellytysten, harrastuneisuuden ja jatko-opintosuunnitelmien mukaan eräitä oppiaineksen kohtia opetettaessa.

Ala-asteen yhdysluokkaopetus edellyttää erityistä suunnitelmallisuutta oppiaineksen jäsentelyssä oppimiskokonaisuuksiksi, työtapojen valinnassa, eriyttämistoimissa ja oppimateriaalin käytössä. Matematiikan opetuksessa on yleensä edettävä vuosikurssi kerrallaan, vaikka useampaa vuosiluokkaa opetettaisiinkin yhdessä. Yhteisten opetustuokioiden järjestämiseksi voi kuitenkin olla tarpeen poiketa oppiaineksen sijoittelusta annetuista ohjeista.

Arviointi on tavoitteellisen opetuksen olennainen osa. Opetustapahtuman aikana välittyvä monipuolinen tieto antaa opettajalle ja oppilaalle palautetta opetuksen ja opiskelun onnistumisesta sekä opetusjärjestelyn toimivuudesta. Opettajalle opetustapahtuman jatkuva arviointi antaa mahdollisuuden opetuksen välittömään korjaamiseen ja kehittämiseen. Opiskelun edistymisestä annettava välitön palaute tekee arvioinnista luonnollisen, oppilaalle myönteisen ja oppimista edistävän opetuksen osan, joka myös auttaa oppilasta tuntemaan omia kykyjään ja mahdollisuuksiaan.

Fysiikka ja kemia

1 Tavoitteet

Peruskoulun fysiikan ja kemian opetuksen tavoitteena on oppilaan luonnontieteellisen yleissivistyksen laajentaminen, persoonallisuuden kehittäminen ja jatko-opiskeluvalmiuksien antaminen.

Opetuksessa annetaan tietoa paitsi fysiikan ja kemian ilmiöistä myös niiden merkityksestä luonnossa ja käytännön elämässä. Samalla pyritään herättämään mielenkiintoa ja harrastusta omakohtaiseen havaitsevaan tiedon hankintaan. Oppilaille annetaan valmiuksia maailmankuvan muodostamiseksi ja mahdollisuuksia kehittää havaintokykyä, kätevyyttä, itsenäisyyttä, ongelmanratkaisukykyä, yhteistyökykyä ja vaikutusyhteyksien tajuamista.

2 Sisällön valinnan perusteet

Oppimäärien sisällöt ovat fysiikan ja kemian keskeistä ainesta. Ne ovat ympäristöön tutustumisen ja sen ymmärtämisen kannalta tärkeitä. Sisällöt sallivat mahdollisimman usein kokeellisen lähestymistavan, ja niillä on merkitystä jatko-opintojen kannalta.

101

3 Oppiaines

3.1 Seitsemäs vuosiluokka

3.1.1 Kemia

Laboratoriotyöskentely

— turvallinen työskentely
— välineiden ja aineiden käsittely
— havaintojen ja johtopäätösten tekeminen

Mitä kemia on

— erilaisia aineita
— aineiden välisiä reaktioita

Aineen rakenne

— atomi ja molekyyli
— alkuaineita ja yhdisteitä

6 4185009728

LIITE 3. Matematiikan opetuksen ja opetussuunnitelman kehittämiseen liittyvä kysely. (Tässä on esitetty kaikki kysymykset. Haastattelussa jotkut kysymykset olivat vain jollekin asiantuntijalle kohdennettuja kysymyksiä.)

OPPIMISKÄSITYS

1. Mistä matematiikan opetuksen uudistustarve on mielestäsi syntynyt ja milloin uudistusprosessi on alkanut ?

2. Kerro lyhyesti (pääkohdittain), miksi katsot konstruktivistisen oppimiskäsityksen soveltuvan matematiikan opetukseen.

3. Miten kauan uskot oppimiskäsityksen muuttumisen vievän aikaa Suomessa ?

4. Millaisia tunnelmia opettajien keskuudessa vallitsee matematiikan uudistusprosessia kohtaan ?

5. Millä toimilla konstruktivistisen oppimiskäsityksen omaksumista voisi nopeuttaa ? Tarvittaisiinko jotakin radikaaleja muutoksia ?

MATEMATIIKAN OPETUKSEN JA OPETUSSUUNNITELMIEN KEHITTÄMISTYÖ

a) Oppimateriaalikysymys

6. Sekä nk. Leikolan komitea että matematiikan opetuksen kehittämistyöryhmä ovat todenneet oppimateriaalikysymyksen tärkeäksi kehityksen kannalta. Käytännön työssä suuri osa opettajia on tottunut oppikirjan tukeen ja käyttöön. Onko oppimateriaali mielestäsi uudistunut oppimisnäkemyksen mukaisesti ?

7. Olisiko oppikirjajohtoisesta opetuksesta eroonpääseminen tarpeen ? Perustele.

8. Minkälaista tukea oppimateriaalin uudistuminen tarvitsisi?

b) Arviointi

9. Kehittämistyöryhmä on korostanut arvioinnin uudistamista. Mitä toimenpiteitä arviointikäytännön uudistuminen vaatisi?

10. Onko Opetushallituksella käynnissä tai tulossa hankkeita arvioinnin uudistamiseksi ?

c) Sisältöpainotuksesta prosessipainotukseen

11. Kehittämistyöryhmä on korostanut myös oppiaineksen uudelleenjäsentämistä esim. painopistevuosien asettamisella. Tällöin myös sisältöjä voitaisiin karsia ja samalla saataisiin aikaa asioiden syvällisempään ymmärtämiseen. Yksittäinen koulu ja opettaja ei voi karsintaa kuitenkaan yksin tehdä, koska tällöin oppilaan menestys esim. ala-asteelta yläasteelle siirryttäessä voisi kärsiä. Olisiko valtakunnallinen sisältöjen karsiminen tarpeen ? (Jos olisi, kuka voisi sen tehdä ja miten ; Jos ei, miksi ?)

12. Onko matematiikalle ala-asteella annettu tuntimäärä riittävä? Miksi ?

13. Onko matematiikan integrointi muihin oppiaineisiin riittävää? Jos sitä mielestäsi pitäisi lisätä, mitkä olisivat mahdolliset keinot ?

d) Matematiikan opetuksen kehittämistyöryhmä

13. Mitkä ovat pahimmat ongelmakohdat, joissa matematiikan opetuksen kehittämisperiaatteet eivät mielestäsi toteudu opetussuunnitelman perusteissa 1994 ?

14. Miksi opetushallituksessa tehtiin päätös matematiikan kehittämistyöryhmän työn lopettamisesta, kun se oli tehnyt vasta huolellisen pohjatyön varsinaiselle opetussuunnitelmatyölle?

15. Jos matematiikan opetuksen kehittämistyöryhmä olisi saanut rauhassa tehdä työnsä loppuun, mitkä asiat nyt voisivat olla toisin ?

MATEMATIIKAN OPETUSSUUNNITELMAN PERUSTEET JA KOULUJEN OPETUSSUUNNITELMATYÖ

16. Miten paljon nk. Leikolan komitean ja matematiikan opetuksen kehittämisryhmän tekemä työ käytännössä vaikutti opetussuunnitelman perusteiden laadintaan ?

17. Millä tavoin akvaariokoulujen kokemukset vaikuttivat opetussuunnitelman perusteisiin ?

18. Ovatko matematiikan ops:n perusteet kompromissi kentällä vallitsevista näkemyksistä ?

19. Onko uusi oppimiskäsitys tuotu riittävän selkeästi esiin opetussuunnitelman perusteissa, vai onko oltu liian varovaisia ?

20. Minkälainen oli opetussuunnitelman perusteiden laadinnan aikataulu ? (Esim. jouduttiinko jostakin tinkimään ?)

21. Kuka/ ketkä toteuttivat opetussuunnitelman perusteiden "puhtaaksikirjoituksen" ?

22. Lenni Haapasalo on todennut, että opetussuunnitelman perusteista puuttuvat konkreettiset oppimisympäristöjen suunnittelemista ja toteuttamista ohjaavat tavoitelausumat. Miksi niitä ei ole katsottu tarpeelliseksi ottaa mukaan ? Olisiko niitä tarvittu ?

23. Mm. Pekka Kupari on todennut, että meillä samanaikaisesti toteutunut järjestelmätason muutos (Opetusministeriö antaa tuntikehyksen ja Opetushallitus opetussuunnitelman perusteet) on saattanut vaikuttaa opetussuunnitelmauudistuksen luonteeseen. Uskotko tämän vaikutuksesta kouluilla olleen liian suuren kiusauksen uudistaa opetussuunnitelmia vain hallinnollisesti ilman todellisia muutoksia ?

24. Monet opettajat olivat turhautuneita jouduttuaan tekemään "omalla ajallaan ylimääräistä työtä", johon heillä ei ollut motivaatiota. Jos opetussuunnitelmauudistusta käynnistettäisiin nyt, mitä kannattaisi tehdä toisin ?

25. Apajalahti & Pietilä & Vanne (1996) ovat tutkineet opetussuunnitelmatyön edistymistä peruskoulussa. Tutkimuksen kohderyhmästä 85 % piti opetussuunnitelman perusteiden ohjaavuutta liian vähäisenä. Tutkijoiden mielestä tästä

voisi päätellä, että valtakunnallista ohjausta on supistettu liian rajusti. Oletko samaa mieltä ? (Perustele.) Uskotko tilanteen muuttuvan/muuttuneen opetussuunnitelmatyön edistyessä (eli oliko kyse vain alkukankeudesta) ?

26. Norrisin ym. (1996) tekemän arviointiraportin mukaan kunnat ja koulut ovat toteuttaneet opetussuunnitelmatyön hyvin eri tavoin. Onko mielestäsi mahdollista, että liiallinen vapaus kostautuu ja hyvin eritasoiset opetussuunnitelmat voivat asettaa oppilaat jopa eriarvoiseen asemaan ?

27. Lenni Haapasalo on tuonut esiin (mm. 1994, 328), että opetussuunnitelman perusteita parempi vaihtoehto olisi laatia jokaiseen oppiaineeseen eksperttien toimesta valmiita "malliopetussuunnitelmia", joita voisivat soveltaa koulut, joilla itsellään ei ole resursseja tehdä toisenlaisia. Lisäksi hän kysyy, onko viisasta teettää tuhansilla opettajilla samantyyppistä suunnittelutyötä. Olisiko "malliopetussuunnitelma" voinut olla mielestäsi mahdollinen vaihtoehto opetussuunnitelman perusteille ? Miksi ?

28. Minkälaista palautetta olet saanut "kentältä" matematiikan opetussuunnitelman perusteista ? (Pääosin)

MATEMATIIKAN OPETUKSEN JA OPETUSSUUNNITELMAN KEHITTÄMISTYÖ JATKOSSA

29. Millä keinoilla voitaisiin varmistaa, että opettajat osallistuisivat matematiikan opetuksen ja opetussuunnitelman kehittymiseen ja uudistamiseen ? Mitä on jo tehty ? Mitä pitäisi vielä tehdä ?

30. Miten kauan kestää päästä eroon entisestä keskitetyn opetussuunnitelman mallista ? Milloin opettajat todella osaavat käyttää vapauden hyväkseen ?

31. Mm. Norrisin ym. arviointiraportissa on arveltu talouskriisin sekä kannustaneen että vaikeuttaneen opetussuunnitelmaprosessia. Minkä vaikutuksen sinä uskot 1990-luvun yleisellä talouslamalla olleen uudistuksiin?

32. Minkälaisia painopistealueita Opetushallituksella tulee olemaan seuraavina vuosina matematiikan osalta ?

33. Miten opetussuunnitelman perusteita on tarkoitus evaluoida ja mahdollisesti parantaa ?

34. Miten matematiikan opetuksen kehittämistyö tulee jatkumaan?

LUMA- HANKE

35. Onko LUMA- hanke ensimmäinen näin mittava hanke tällä vuosikymmenellä ?

36. Mitkä ovat mielestäsi tärkeimmät LUMA-hankkeen tavoitteet matematiikan opetuksen kehittämisessä ?

37. Mikä on mielipiteesi Opetushallituksen LUMA-hankkeesta, sen tavoitteista ja saavutettavasta hyödystä matematiikan opetuksen kehittämistyölle ?

38. Muita mielipiteitä hankkeesta.

OPETTAJANKOULUTUS

39. Onko opettajankoulutus mielestäsi pystynyt vaikuttamaan matematiikan opetuksen kehittämiseen riittävästi ?

40. Mitkä olisivat kiireellisimmät parannuskohteet opettajankoulutuksessa (matematiikan osalta) ?

41. Mitkä olisivat parhaat keinot, että opettajien täydennyskoulutus saataisiin mahdollisimman houkuttelevaksi ja kattavaksi ?

Jos haluat sanoa aiheista vielä jotakin, kerro tässä !

Kiitos tiedoistasi ja mielipiteistäsi !