

[http://www.jyu.fi/library/tutkielmat/ 85/](http://www.jyu.fi/library/tutkielmat/85/)

**“ON JÄNNÄÄ, KUN AIVOT MENEVÄT PAHALLE KOETUKSELLE.”**

**Kertolaskun oppiminen pelien avulla peruskoulun toisella luokalla.**

Marja-Liisa Korhonen

Riikka Kuuva

Kasvatustieteen

pro gradu -tutkielma

Kevät 1997

Opettajankoulutuslaitos

Jyväskylän yliopisto

Korhonen, M - L. & Kuuva, R: "On jännää, kun aivot menevät pahalle koetukselle." Kertolaskun oppiminen pelien avulla peruskoulun toisella luokalla. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Kasvatustieteen pro gradu -tutkielma. 1997. - 159 s.

## TIIVISTELMÄ

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, soveltuvatko oppimispelit kertolaskun opetusmenetelmäksi peruskoulun toiselle luokalle. Tutkimuksen empiirisen osuuden muodosti 11 tunnin pituinen pelijakso, johon osallistui 18 alkuopetusikäistä oppilasta. Heistä kuusi oli tapausoppilaita: kolme tyttöä ja kolme poikaa. Tapausoppilaita kaksi oli alkukokeessa hyvin menestynyttä, kaksi keskitasoisesti menestynyttä ja kaksi heikosti menestynyttä. Opetuskokeilun taustateorioiksi valittiin Piaget'n, Galperinin ja Brunerin teorit, sillä niissä oppilaan aktiivisuudella ja konkreettisella oppimateriaalilla on keskeinen merkitys. Myös konstruktivistinen oppimiskäsitys korostaa oppilaan omaa toimintaa ja näin ollen tukee pelien käyttöä opetusmenetelmänä.

Tutkimus on laadullinen tapaustutkimus. Tiedonkeruumenetelminä on käytetty alku- ja loppukoetta, videointia, osallistuvaa havainnointia, haastattelua, osallistumislomaketta, mielipidekyselyä ja kenttämuistiinpanoja. Aineiston analysointivaiheessa on pyritty käyttämään kaikkea eri metodein hankittua tietoa yhdistäen sitä teoriakirjallisuuteen. Tutkijoiden välisillä keskusteluilla ja pohdinnoilla aihetta on syvennetty ja jäsennelty.

Kertolaskun oppiminen pelien avulla koettiin mielekkääksi ja pelaaminen ei tuottanut vaikeuksia oppilaille. Alkukokeessa eritasoisesti menestyneiden oppilaiden ja tyttöjen ja poikien välillä ei ollut eroa peleillä toimimisessa. Tutkimuksen perusteella pelit soveltuivat harjoittelumenetelmäksi kertolaskua opeteltaessa. Kertolaskun oppimisessa ilmenneet vaikeudet johtuivat matemaattisten perustaitojen puutteista, eivätkä tutkimuksessa käytetystä opetusmenetelmästä. Pienestä otoksesta johtuen saadut tulokset eivät ole yleistettävissä. Niiden toivotaan kuitenkin rohkaisevan pelien käyttöön opetuksessa.

Avainsanat: konstruktivismi, oppimispelit, alkuopetus, matematiikan opetus, tapaustutkimus

## ESIPUHE

Tämä tutkielma on tehty opinnäytetyönä Jyväskylän yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnassa opettajankoulutuslinjalla.

Haluamme kiittää ohjaajaamme apulaisprofessori Leena Lummelahta työn eri vaiheissa saamastamme ohjauksesta. Erityiskiitoksemme haluamme osoittaa tutkimusluokkamme opettajalle Sari Nissiselle, joka ymmärtäväisellä ja kärsivällisellä suhtautumisellaan mahdollisti työmme onnistumisen.

Kiitämme myös itseämme. Jaksoimme kannustaa toisiamme pitkäaikaisen, mutta antoisan tutkimusprosessin aikana.

Jyväskylässä 24.3.1997. Nyt alkaa kevät!

Marja-Liisa Korhonen

Marja-Liisa Korhonen

Riikka Kuuva

Riikka Kuuva

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ESIPUHE

1	PELIEN AVULLA OPPIMAAN .....	6
2	OPETUSKOKEILUN TAUSTATEORIAMAT .....	8
2.1	Piaget toiminnan korostajana .....	8
2.2	Brunerin teoria tiedon käsittelytasoista .....	11
2.3	Galperin konkreettisen materiaalin korostajana .....	13
3	KONSTRUKTIVISTINEN OPPIMISKÄSITYS .....	16
3.1	Konstruktivismi opetuksessa ja oppimisessä .....	16
3.2	Konstruktivismi ja matematiikka .....	17
4	MINKÄLAISTA MATEMATIIKKA SUOMALAISESSA PERUSKOULUSSA OPETETAAN? .....	19
4.1	Katsaus aiempiin uudistuspyrkimyksiin .....	19
4.2	Matematiikan opetuksemme nykytila .....	20
4.3	Opetussuunnitelman perusteet .....	22
4.4	Uudistuva matematiikan opetus .....	24
4.4.1	Toiminnallinen matematiikka .....	27
4.4.2	Avoin opetus .....	30
4.4.3	Oppimispelit .....	34
5	MATEMATIIKKA OPPIAINEENA .....	38
5.1	Alkuopetuksen matematiikka .....	39
5.2	Matemaattinen käsitteenmuodostusprosessi .....	41
5.3	Kertolaskun opettaminen toisella luokalla .....	44
6	TUTKIMUKSEN VIITEKEHYS JA TUTKIMUSONGELMAT .....	50



7	TUTKIMUSMENETELMÄ	52
7.1	Tutkimusmenetelmän valinta	52
7.2	Tutkimuksen toteuttaminen	55
7.3	Tiedonkeruumenetelmät	57
7.3.1	Alkukoe	57
7.3.2	Seurantalomake	59
7.3.3	Osallistuva havainnointi	59
7.3.4	Videointi	60
7.3.5	Kenttämuistiinpanot	61
7.3.6	Haastattelu	62
7.3.7	Osallistumislomake	63
7.3.8	Loppukoe	63
7.4	Pelijakso	64
7.5	Jakson aikana käytetyt oppimispelit	65
7.6	Tuntikuvaukset	84
7.7	Aineiston analysointi	95
7.8	Tutkimuksen luotettavuuden arviointia	96
8	TUTKIMUSTULOKSET	100
8.1	Tapausoppilaiden materiaalilla toimiminen ja kertolaskun oppiminen	100
8.2	Oppilaiden toimiminen eri peleillä	115
8.2.1	Eri tasoryhmiin luokiteltujen oppilaiden toimiminen eri peleillä	117
8.2.2	Tyttöjen ja poikien toimiminen eri peleillä	118
8.3	Kertolaskun oppiminen pelien avulla	119
8.3.1	Eri tasoryhmiin luokiteltujen oppilaiden kertolaskun oppiminen	121
8.3.2	Tyttöjen ja poikien kertolaskun oppiminen	124
9	POHDINTA	125
	LÄHTEET	129
	LIITTEET	137

## 1 PELIEN AVULLA OPPIMAAN

Opetusministeriö on toimeenpannut vuonna 1996 matemaattis-luonnontieteellisen osaamisen kehittämisohjelman. Ohjelman tavoitteena on suomalaisten matemaattis-luonnontieteellisen osaamisen nostaminen korkealle kansainväliselle tasolle vuoteen 2002 mennessä. Tavoitteiden saavuttamisen kannalta on tärkeää, että kaikki koulutusjärjestelmän osat toimivat hyvässä yhteistyössä. Ohjelmassa painotetaan, että lapsen matemaattisen osaamisen kehitys alkaa varhain, mieluummin jo ennen kouluikää. (Hörkkö 1996, 7, 8 - 9.)

Yksi kehittämisohjelman painopistealueista on käytössä olevien oppimateriaalien, opetusvälineiden ja opetuksen työtapojen arviointi ja kehittäminen. Oman tutkimuksemme tarkoituksena on selvittää, soveltuvatko oppimispelit kertolaskun harjoittelumenetelmäksi peruskoulun toisella luokalla. Tutkimuksellamme haluamme myös rohkaista muitakin tutkimaan ja käyttämään pelejä kouluopetuksessa.

Alkuopetuksen sivuaineopinnot muodostavat pohjan tutkimuksemme toteuttamiselle. Tutustuessamme oppilaiden kehitystasoa vastaaviin oppimateriaaleihin kiinnostuimme oppimispelien käyttämisestä opetusmenetelmänä. Etsiessämme aihetta käsittelevää kirjallisuutta tutustuimme Sinikka Lindgrenin tekemään väitöskirjaan Toimintamateriaalin käyttö matematiikan opiskelussa; Matikkatupakokeilu peruskoulun toisella luokalla. Lindgrenin tekemän tutkimuksen perusteella saimme kuvan siitä, kuinka opetusta on mahdollista toteuttaa avoimen opetuksen periaatteilla. Osallistuminen George Malatyn luennolle selkiytti näkemystämme alkuopetuksen matematiikan opetuksen erityispiirteistä. Hannele Ikäheimon koulutustilaisuudessa käsiteltiin konkreettisen oppimateriaalin käytön merkitystä alkuopetusikäisille oppilaille.

Edellä kuvaamamme taustavaikuttajat herättivät meissä halun kokeilla oppimispelien käyttämistä opetusmenetelmänä. Opetuskokeilumme taustateorioiksi valitsimme Piaget'n, Galperinin ja Brunerin teorian, sillä niissä oppilaan omalla toiminnalla ja konkreettisten oppimateriaalien käyttämisellä on keskeinen merkitys. Myös nykyisin vallalla oleva konstruktivistinen oppimiskäsitys tukee pelien käyttöä opetuksessa. Molemmissa korostuvat sekä oppilaan oman aktiivisuuden että vuorovaikutuksen merkitys oppimisen

edistäjänä.

Tutkimuksemme on laadullinen tapaustutkimus. Sen tavoitteena on selvittää, kuinka oppilaat toimivat eri peleillä ja oppivat kertolaskun pelien avulla tapahtuvassa matematiikan opetuksessa. Tutkimusaineistoa kokosimme useita eri tiedonkeruumenetelmiä käyttäen. Alku- ja loppukokeen lisäksi käytimme menetelminä videointia, osallistuvaa havainnointia, haastattelua, osallistumislomaketta, mielipidekyselyä ja kenttämuistiinpanoja. Tiedonkeruumenetelmien monipuolisuus lisäsi mielestämme tutkimuksemme luotettavuutta.

Saamamme tulokset eivät ole yleistettävissä tutkimusryhmän ulkopuolelle harkitusti valitun otoksen ja sen pienen koon vuoksi. Ne kuitenkin kannustavat pelien ennakkoluulottomaan käyttöön sekä luokka- että eriyttävässä opetuksessa. Toivomme, että tutkimuksestamme on hyötyä jo työssäoleville sekä valmistuville opettajille, jotka miettivät keinoja matematiikan opetuksen monipuolistamiseksi. Itse koemme tutkimuksemme tukevan työtämme matematiikan opettajina. Tutkimuksemme myötä meille varmistui käsitys siitä, että matematiikan oppiminen voi olla myös hauskaa. Eräs tapausluokkamme oppilas ilmaisi asian osuvasti: **On jännää, kun aivot menevät pahalle koetukselle!**

## 2 OPETUSKOKEILUN TAUSTATEORIAT

### 2.1 Piaget toiminnan korostajana

Sveitsiläinen Jean Piaget tunnetaan lähinnä lapsen älyllistä kehitystä kartoittavista tutkimuksistaan. Piaget'laisen kasvatusajattelun ydin on kehittää lapsen ja ympäristön vuorovaikutusta ajattelun kehittymistä edistäväksi. Ensisijaisena vaatimuksena on, että lapsen ja ympäristön välisen vuorovaikutuksen tulee olla aktiivista ja näin myös oppimisen. (Kamii 1973, 203 - 204.) Piaget'n voidaan sanoa kannattaneen konstruktivistisia perusajatuksia. Piagetin konstruktivismissa havaintoja ohjaavat ja rajoittavat aikaisemmat kokemukset ja niistä muodostunut tietorakenne. Piaget korosti lapsen toiminnan merkitystä ajattelun ja käsitteistön kehittämisessä. Ihminen on informaatiota ottava ja käyttävä mekanismi, joka itsekin muuttuu prosessin aikana. Ihminen oppii sekä koordinoimaan toimintonsa ympäristön kanssa että ymmärtämään objektien väliset suhteet. Nämä kaksi toiminnan muotoa ovat vuorovaikutuksessa keskenään, koska vain toiminnan kautta ympäristön suhteetkin ymmärretään. (Leino 1993, 2.)

Piaget jakaa ihmisen kehityksen neljään vaiheeseen:

- \* sensomotorinen vaihe (0 - 2 v.),
- \* esioperationaalinen vaihe (2 - 7 v.),
- \* konkreettis-operationaalinen vaihe (7 - 11 v.) ja
- \* formaalisten operaatioiden vaihe (11 v. -->).

Tutkimuksemme tapausoppilaat ovat Piaget'n konkreettis-operationaalisessa vaiheessa. Tässä kehitysvaiheessa lapsen kyky ajatella systemaattisesti kehittyy. Hän alkaa hallita loogisia operaatioita (esimerkiksi sarjoittamista ja luokittelemista), kun ajattelun kohteet ovat konkreettisesti esillä. Lapsi oppii ajattelutoimintojen käänteisyyden (esimerkiksi lisääminen ja vähentäminen). Egosentrisyys vähenee, mutta lapsi ei vielä pysty täysin irtautumaan konkreettisesta tilanteesta. Käsitteiden hallinta on vielä tässä vaiheessa erikoistunutta. Vaikka lapsi ymmärtää vaikean käsitteen jossain tilanteessa, hän ei välttämättä pysty soveltamaan sitä uuteen tilanteeseen. Lapsi ei vielä kykene yleistämään

esimerkiksi matematiikassa saamia tuloksia. (Beard 1971, 96 - 102, 105 - 112; Piaget & Inhelder 1977, 99 - 118.) Konkreettis-operationaalisessa vaiheessa oleva lapsi on siirtymässä leikin ja mielikuvituksen maailmasta järjen ja toden maailmaan. Kuitenkin keskittyminen ajatteluketjuun ilman toimintaa ja konkreettisesti havaittavaa materiaalia pelkästään puheen tai ajattelun varassa, on vielä horjuvaa. (Copeland 1984, 406.)

Piaget'n mukaan kehitysvaiheille on ominaista, että ne ilmaantuvat aina samassa järjestyksessä, vaikka ikä, jossa ne ilmaantuvat, saattaakin vaihdella eri yksilöillä älykkyydestä tai sosiaalisesta ympäristöstä riippuen. Jokaisella vaiheella on oma luonteenomainen kokonaisuutensa, joilla tärkeimmät käyttäytymismuodot ja reaktiot voidaan selittää. (Crain 1992, 102 - 103.)

### **Piaget'n teoria lapsen matemaattisen ajattelun kehittämisestä**

Piaget on lapsen kehittymistä tutkiessaan luonut teorian, joka käsittelee lapsen matemaattisen ajattelun kehittymistä. Piaget'n mukaan lapsen omakohtaisilla kokemuksilla on ratkaiseva merkitys matemaattisten käsitteiden ja operaatioiden muodostumisessa. Kokemukset, harjoittelu ja sosiaaliset suhteet ovat tärkeitä matemaattisen ajattelun edistäjiä, mutta myös sisäisellä kypsymisellä on merkittävä osuus tässä kehitysprosessissa. (Lindgren 1990, 58 - 59; Vornanen 1984, 8.)

Tekemiensä lukuisten testien perusteella Piaget päätteli, että vasta noin seitsemänvuotiaana lapsen matemaattinen ajattelu on kehittynyt niin pitkälle, että lukumääräkäsitemallia voidaan ymmärtää. Vaikka jo neljävuotias lapsi saattaakin osata luetella lukuja peräkkäin oikeassa järjestyksessä, on tällä Piaget'n mukaan kuitenkin hyvin vähän yhteyttä lapsen matemaattisen ajattelun kehittymisen kanssa. Lukujen luetteleminen ei edellytä niiden välisten suhteiden ymmärtämistä, vaan lapsi voi jäljitellä aikuista luetellessaan lukuja. (Cohen 1973, 196 - 197.)

Lukukäsitteen ymmärtäminen on mahdollista vasta loogisen ajattelun alkaessa (Copeland 1984, 12 - 13). Tätä ennen lapsi perustaa päätelmänsä välittömiin havaintoihinsa ja pystyy pitämään mielessään yhden asian kerrallaan. Lapsen on vapauduttava välittömistä

havainnoista numeerisiin suorituksiin. Loogiselle tasolle pääseminen tapahtuu vähitellen havaintojen ja oman toiminnan vaikutuksesta tehtyjen päätelmien avulla. (Vornanen 1984, 27.) Piaget'n mukaan lapsen matemaattisen ajattelun kehityksessä korostuu siis voimakkaasti lapsen oma sisäinen aktiivisuus. Asioiden todellinen ymmärtäminen edellyttää, että lapsen on saatava työskennellä asioilla. (Ginsburg & Opper 1969, 221 - 222.)

Alkaessaan ajatella loogisesti lapsi tarvitsee Piaget'n mukaan vielä konkreettisia materiaaleja auttamaan abstraktien matemaattisten rakenteiden ymmärtämistä (Copeland 1984, 13). Vähitellen matemaattisen ajattelun kehittyessä lapsi oppii toimimaan ilman konkreettisia materiaaleja ainoastaan abstraktien symbolien varassa. Tämän tason lapsi saavuttaa Piaget'n mukaan noin kahdenkymmentä vuotta ikävuoden tienoilla. Kuitenkin on ihmisiä, jotka eivät vielä pitkään aikaan, ehkä eivät koskaan, saavuta tätä abstraktin ajattelun tasoa. (Leino 1977, 27.)

Konkreettisuuteen pyrkivien opetusmenetelmien kehittäminen edellyttää Piaget'n mukaan lapsen ajattelun kehitykseen perehtymistä. Pyrittäessä opetuksessa kohti matematiikan opetukselle asetettuja tavoitteita on tärkeää ottaa huomioon oppilaiden kehitystaso. Mikäli valittu oppiaines ja annetut tehtävät eivät vastaa oppilaan kykyä, eikä hänellä näin ollen ole mahdollisuutta suoriutua niistä ja kokea onnistumisen elämyksiä, hänen oppimismotivaationsa laskee ja asenteet matematiikkaa kohtaan voivat muuttua negatiivisiksi. (Vornanen 1984, 7.) Ajattelumallien kehityksen tukemisessa käytettävän materiaalin tulee Piaget'n mukaan olla toiminnan sallivaa, monipuolista ja kiinnostavaa. Monipuolinen materiaali mahdollistaa monipuolisen toiminnan. Vaikka lapsen toiminta edellyttää runsaasti vaihtelevaa materiaalia, tarkoitus ei ole jättää häntä yksinään toimimaan "materiaalikasan" viereen. Opettajan tehtävänä on järjestää oppilaille tilanteita, joissa oppilaat joutuvat ratkaisemaan ongelmia käsittelemällä konkreettista materiaalia. (Kamii 1973, 212.)

Piaget'n teoria lapsen matemaattisen ajattelun kehittymisestä on tunnettu ja arvostettu. Valitsimme Piaget'n teorian yhdeksi tämän tutkimuksen lähtökohdaksi, koska se korostaa kokemusten, harjoittelun ja sosiaalisten suhteiden merkitystä matemaattisen ajattelun kehittymisessä. Piaget'n mukaan oppiminen perustuu lapsen omaan aktiivisuuteen ja

konkreettisilla materiaaleilla on tärkeä merkitys matemaattisten käsitteiden omaksumisessa. Teoriaa on kuitenkin arvosteltu siitä, että se ei huomioi tarpeeksi kielen merkitystä eikä tapaa, jolla lapset käyttävät kieltä ohjatessaan ja kontrolloidessaan toimintojaan. Kritiikkiä on esitetty myös siitä, että se ei anna mitään sijaa opetukselle kehityksen edistäjänä. Rogers (1989) toteaa, että teorian soveltaminen käytäntöön jää liiaksi opettajan harkinnan varaan, sillä teoria ei anna opettajalle riittävän yksityiskohtaista tietoa, jotta sen perusteella voitaisiin systemaattisesti rakentaa opetustapahtuma (Rogers 1989, 37). Tämän vuoksi valitsimme toiseksi taustateoriaksi Brunerin teorian tiedon käsittelytasoista, jossa yhdistyvät sekä Piaget'n teoria lapsen matemaattisen ajattelun kehityksestä että pedagoginen suunnittelu.

## 2.2 Brunerin teoria tiedon käsittelytasoista

Amerikkalaisen Brunerin teorian pääajatuksena on se, että lapsen kehitys on vuorovaikutuksessa ympäristön kanssa eli kasvu tapahtuu lapsessa sekä sisältä että ulkoa päin. Hänen mukaansa ihmisellä on kolme keinoa olla vuorovaikutuksessa ympäristöönsä:

- 1) toiminnallinen eli suoran toiminnan kautta tapahtuva vuorovaikutus,
- 2) ikoninen eli kuvien ja mielikuvien kautta tapahtuva vuorovaikutus ja
- 3) symbolinen eli jonkin symbolijärjestelmän, esimerkiksi kielen, välityksellä tapahtuva vuorovaikutus. (Bruner 1982, 10 - 11.)

Lapsi kehittyy vuorovaikutuskeinojen hankkimisessa edellä mainitussa järjestyksessä. Konkreettisista kohteista edetään aistimuksista kerääntyneisiin mielikuviin ja lopulta verbaalisilla keinoilla tapahtuvaan vuorovaikutukseen. Vaikka kielellinen kehitys saakin iän myötä lisääntyvän osuuden vuorovaikutusprosessissa, jatkuvat sekä toiminnallinen että ikoninen vuorovaikutus läpi elämän. (Leino 1977, 28 - 29.)

Näitä kolmea viestien välittämistapaa voidaan pitää myös tiedon käsittelytasoina. Ne toimivat opetustapahtumassa jatkuvasti opettajan ja oppilaiden välisessä vuorovaikutuksessa vaikuttaen opettamiseen ja oppimisen tehokkuuteen. (Leino 1977, 29). Brunerin (1960) mukaan eri ikäisillä ja eri kehitysvaiheessa olevilla lapsilla on oma luonteenomainen

tapansa hahmottaa maailmaa ja olla vuorovaikutuksessa ympäristönsä kanssa. Oppimisen kannalta on välttämätöntä, että käsiteltävä asia esitetään lapselle ominaisella tiedon käsittelytasolla. (Bruner 1960, 33.) Tässä Brunerin teoriassa on selvä yhteys Piaget'n ajatuksiin konkreettisesta esitystavasta.

Tiedon käsittelytasot vaikuttavat toisiinsa ja tarjoavat usein vaihtoehtoisia tapoja ilmaista käsiteltävä asia. Tasoista tärkein ja tavoiteltavin on symbolinen käsittelytaso sen yleistettävyyden ja abstraktisuuden vuoksi. Kuitenkin Bruner tunnustaa myös konkreettisuuden merkityksen opetuksessa ja siten sekä toiminnallisen että ikonisen tiedon käsittelytason tärkeyden. Parhaisiin oppimistuloksiin pääseminen edellyttää Brunerin mukaan toiminnallisen, ikonisen ja symbolisen tiedon käsittelytason käyttämistä rinnakkain. Esimerkiksi alkuopetusikäinen lapsi tarvitsee vielä paljon konkreettista toimintaa ja mielikuvia oppimisensa tueksi. Kuitenkin toiminnallinen ja ikoninen taso tarjoavat tehokkaan väylän oppimisen korottamiselle myös symboliselle tasolle. (Rogers 1989, 38 - 40.)

Brunerin mukaan opetuksen päämääränä on se, että lapsi ymmärtää oppimansa. Tämän tavoitteen saavuttamista opettaja voi edistää käyttämällä opetuksessa yhtä aikaa kaikkia kolmea tiedon käsittelytasoa. Pelkän symbolisen vuorovaikutuksen turvin ei ymmärtäminen olisi kaikkien oppilaiden kohdalla mahdollista. Bruner korostaa konkreettisuuden lisäksi myös lapselle luonteenomaista lähestymistapaa opetuksessa. Koska oppiminen saa alkunsa lapsen sisäisestä kiinnostuksesta, tulee opetuksessa suosia lapsen omaa kokemusmaailmaa lähellä olevia toimintatapoja. (Rogers & Miller 1984, 210.)

Rogersin (1989) mukaan Brunerin teoria tiedon käsittelytasoista ja niiden soveltamisesta kouluopetukseen on tärkeä ja huomioon otettava seikka opetusta suunniteltaessa (Rogers 1989, 37 - 38). Brunerin teoriassa yhdistyvät Piaget'n ajatukset lapsen matemaattisen ajattelun kehittymisestä käytännönläheisempään muotoon. Valitsimme teorian tutkimuksemme toiseksi teoreettiseksi lähtökohdaksi siksi, että siinä syvennyttään käsittelemään nimenomaan opettamista Piaget'n teorian keskittyessä oppimiseen. Brunerin teoria painottaa toiminnallisuutta ja lapsenomaista lähestymistapaa. Näiden seikkojen katsomme muodostavan hyvän perustan tälle tutkimukselle.



### 2.3 Galperin konkreettisen materiaalin korostajana

Neuvostoliittolainen Galperin on tutkinut kognitiivisten käsitteiden muotoutumista erilaisten toimintavaiheiden kautta. Hänen tutkimuksensa osoittavat, miten keskeinen rooli konkreettisella oppimismateriaalilla on kaiken uuden henkisen toiminnan sisäistämässä. Galperinin teorian mukaan oleellista oppimisessa ovat asioiden ja ilmiöiden väliset suhteet. On opittava orientaation malli, jonka avulla yksilö ja ympäristö pystyvät tehokkaaseen vuorovaikutukseen. (Galperin 1969, 254 - 255; Häyrynen & Hautamäki 1973, 156.)

Galperin pitää henkistä toimintaa ulkoisen aineellisen toiminnan heijastuksena. Siksi jokaisen uuden henkisen asian opettamisessa toiminnan pitää alkaa konkreettisesta lähtökohdasta. Saman toiminnon ulkoiset muodot ja tyyppilliset pääominaisuudet voivat vaihdella eri lapsilla. Toiminnon oppimisprosessissa voi tapahtua muutoksia yhtäaikaan neljällä suhteellisen riippumattomalla suunnalla, joita Galperin nimittää parametreiksi. (Lindgren 1986, 44 - 46.)

**Yleistämisen aste.** Toiminto tai teko voidaan laajemmin tai vähäisemmin yleistää.

**Lyhentämisen aste.** Toiminto suoritetaan mahdollisimman lyhyesti.

**Hallinnan aste.** Nähdään toiminnon automatisoitumisaste, suoritusnopeus ja suorituksen vaikeusaste.

**Sisäistämisen aste.** Henkinen toiminto hallitaan eri tasoilla, käyttäen apuna objekteja, ääneenpuhumista, itsekseen puhumista tai "päässään" puhumista. Tämän tason suhteen voidaan erottaa viisi peräkkäistä vaihetta. (Lindgren 1986, 44 - 46.)

**1) Orientaatiovaiheessa** oppija tutustuu tehtävään. Toiminnan tarkoitusta, keskeisiä solmukohtia ja ehtoja kuvataan ennakoivasti. (Galperin 1969, 250.)

**2) Materiaalisessa vaiheessa** oppilas käyttää toiminnan suorittamiseen joko konkreettisia

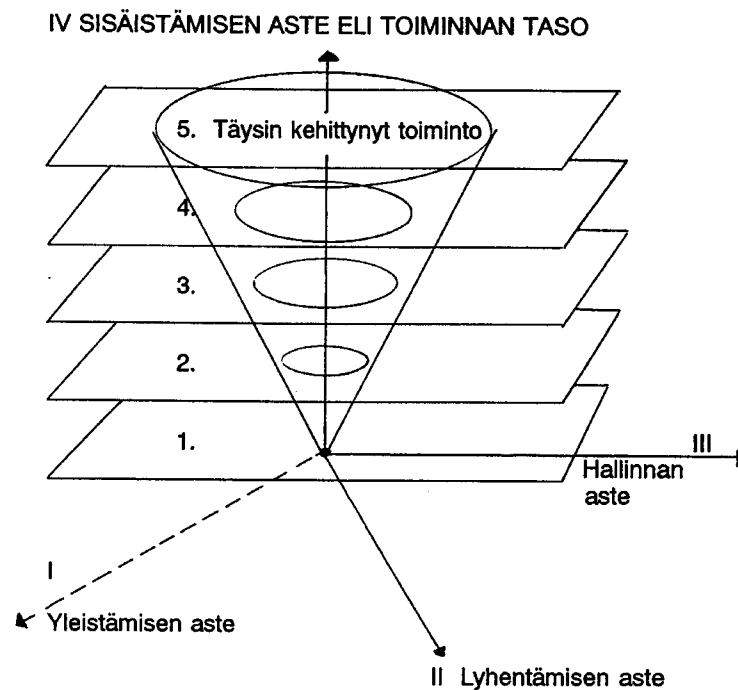
esineitä tai niiden malleja. Hän voi myös vertailla, järjestellä tai ryhmitellä esineitä. Opettajan ja oppilaan puheella on tärkeä merkitys materiaalin käyttövaiheessa. Puhe rajoittuu lähinnä käsiteltävän kohteen piirteisiin ja käyttötapoihin. Konkreetilla materiaalilla työskentely tässä vaiheessa on kuitenkin puhetta tärkeämpää. (Galperin 1969, 253 - 255.)

**3) Puhutussa vaiheessa** oppilas suorittaa toiminnon verbaalisesti, puhuen tai kirjoittaen. Galperinin mukaan puheen tulee olla materiaalisen toiminnon heijastuma eli perustua materiaaliseen malliin. Oppijan on pitänyt perehtyä kahteen puoleen siirtyessään tähän vaiheeseen. Nämä ovat opittavan kohteen todellinen sisältö ja sen verbaalinen esittäminen. Näiden hallinnassa oppija tarvitsee opettajan apua. Opettajan on huolehdittava, että tehtävät suoritetaan ääneen siten, että puheen muoto vastaa tehtävän todellista muotoa. Oppija saa puheellaan sekä toiset oppilaat että itsensä vakuuttuneeksi suoritustavasta. (Galperin 1969, 260 - 261.)

**4) Sisäisen puheen vaiheessa** toiminta ei ole vielä täysin sisäistynyt, koska oppilas käyttää puhetta. Kuitenkin toiminta on irrottautunut konkreettisesta ja siirtynyt oppilaan korkeammalle henkiselle tasolle. (Galperin 1969, 263.)

**5) Sisäistyneessä vaiheessa** toiminta on jo täysin automatisoitunut eikä kaipaa materiaalista yhteyttä (Galperin 1969, 263).

Kuviossa 1 kuvataan Galperinin teorian parametrit ja toiminnan tasot.



KUVIO 1. Galperinin dimensiot (Lindgren 1986, 47)

Valitsimme Galperinin teorian tutkimuksemme kolmanneksi teoreettiseksi lähtökohdaksi, sillä sen mukaan konkreettisella oppimateriaalilla on keskeinen merkitys kaiken uuden henkisen toiminnan sisäistämisessä. Galperin on osoittanut tutkimuksillaan, että oppimisen kannalta kaikki vaiheet ovat välttämättömiä. Minkä tahansa vaiheen poisjättäminen heikentää käsitteen oppimista. Suurimmat oppimisvaikeudet aiheutuvat niille oppijoille, joilta jätetään materiaallinen vaihe pois. (Galperin & Talysina 1974, 120 - 121.)

### 3 KONSTRUKTIVISTINEN OPPIMISKÄSITYS

#### 3.1 Konstruktivismi opetuksessa ja oppimisessa

Konstruktivistinen oppimiskäsitys on syntynyt Piaget'n teorian pohjalta. Piaget esitti konstruktivisia ajatuksia korostaessaan lapsen toiminnan merkitystä ajattelun ja käsitteistön kehittämisessä. Konstruktivismin mukaan tieto on jotakin, mikä jokaisen oppijan on itse rakennettava, konstruoitava. Konstruktivistisessa oppimisessa oppija valikoi, tulkitsee ja rakentaa saamaansa informaatiota omalla yksilöllisellä tavallaan. Uusi tieto jäsennetään aiemman tiedon avulla ja siihen sitoen. Oppimisprosessissa eri tietoyksiköiden välisten uusien suhteiden rakentuminen on oleellista. (Resnick & Ford 1981, 249.)

Konstruktivistinen oppiminen pyrkii Haapasalon (1994) mukaan synnyttämään, ylläpitämään ja kehittämään oppilaan luovaa henkistä aktiivisuutta. Oppijan on helppo hyväksyä oppimistehtävä, joka liittyy hänen tieto- ja taitojärjestelmäänsä mielekkäällä tavalla. Konstruktivismi tarkastelee oppimista ongelmanratkaisuprosessina. Oppilaan ajatteluprosessi ongelman ratkaisemiseksi lähtee liikkeelle loogis-kognitiivisesta ristiriitatilanteesta, joka syntyy, kun oppijan nykyinen tietorakenne ei riitä ongelman ratkaisemiseen. Päästäkseen eroon syntyneestä ristiriitatilanteesta oppija alkaa aktiivisesti etsiä ongelmanratkaisun edellyttämää tietoa. Tiedonhankinnassa pohjana oleva oppijan aikaisempi tietorakenne muuttuu ja kehittyy jatkuvasti ongelmanratkaisuprosessin edetessä. Prosessin tuloksena oppija löytää ratkaisun ongelmaansa ja samalla kehittyvät myös hänen valmiutensa käsitellä yhä korkeampia ja laaja-alaisempia ongelmia. (Haapasalo 1994, 102 - 107.)

Ihmiset ymmärtävät ja rakentavat kuvaa maailmasta ja itsestään kokemustensa pohjalta. Oppiminen on varsinaisesti kontekstisidonnaista ja sosiaalisella vuorovaikutuksella on keskeinen merkitys. (Resnick & Ford 1981, 249.) Opettajan ja muiden oppilaiden kanssa keskustellessaan oppilas pääsee nopeammin ja selvemmin sisälle ongelmaan samoin kuin sen ratkaisuideaan. Yhdessä pohtimalla ja kokeilemalla oppilaat löytävät todisteita omille

ja toisten näkemyksille, tottuvat työskentelemään ryhmässä ja saavat monipuolisen näkemyksen käsiteltävästä asiasta. (Ahtee, Kankaanrinta & Virtanen 1994, 59.)

Konstruktivistinen oppimisprosessi on johdonmukainen, mutta oppimiskäsityksen soveltaminen opetukseen on vaativaa. Sen onnistuminen riippuu opettajan taidoista, tiedoista, tavasta hahmottaa tehtävänsä ja hänen kyvystään sopeutua uusiin tilanteisiin luovasti. Opettajan on ymmärrettävä konstruktivistisen oppimiskäsityksen opetukselliset seuraukset käytännön toiminnan tasolla. Pelkkä teorian tunteminen ei riitä lähtökohdaksi opetukselle. Oppimisen kontekstisidonnaisuuden tiedostaminen, ajatteluprosessien, aktiivaatiotason ja informaation tulkinnan huomioiminen sekä itsereflektointi niin omaan opetukseen kuin oppilaisiin liittyen asettavat opettajan vaativan tehtävän eteen työssään. (Rauste- von Wright & von Wright 1994, 133 - 134, 200 - 201.)

### **3.2 Konstruktivismi ja matematiikka**

Matematiikka on ihmiskunnan vanhin konstruktio, joka on syntynyt ongelmanratkaisuprosessien tuloksena pitkällisten vaiheiden kautta. Tämän vuoksi myös oppimisympäristön olisi aktivoitava oppilasta tutkimaan. Konstruktivistisessa oppimisessä on tavoitteena oppilaan matemaattisen tietouden kehittäminen siinä elinympäristössä, jossa oppilas elää. Matematiikka oppiaineena nähdään ajatteluprosessien kehittämisenä ja yhteyksien, sääntöjen ja toimintatapojen rakentumisena oppilaiden omista kokemuksista lähtien. Siksi onkin tarkoituksenmukaista korostaa konkreetteja tilanteita ja käsitteistä lähteviä yleistyksiä sekä yllättäen syntyviä ideoita ja niiden perusteluja. (Haapasalo 1993a, 18 - 19; Haapasalo 1994, 134.)

Konstruktivistisessä opetuksessa tavoitteena on opetuksen saaminen oppilaalle mielekkääksi. Näin ollen on pyritty löytämään opetusmetodisia vaihtoehtoja oppilaiden ajattelumaailman mukaantuomiselle opetukseen. Tavoitteena on oppimisympäristön järjestäminen lapsille otolliseksi sekä opetuksellisesti että opetusmateriaalisesti. Tällä pyritään kohti aktiivisen tiedonhankinnan opetusmenetelmiä, jotka pohjautuvat oppilaan tekemiin havaintoihin. Etuna tällaisessa opetuksessa on, että toimintojen seuranta antaa opettajalle

paremman kuvan oppilaiden ajattelusta ja käsityksistä kuin pelkät verbaaliset vastaukset tai pienten harjoitusten lopputulokset. (Leino 1993, 6 - 7.)

Konstruktivistisessa matematiikan opetuksessa pyritään erilaisin toimenpitein tukemaan oppilaan ongelmanratkaisutaidon kehittymistä. Siten edellytetään, että opettaja on selvillä lapsen kehityspsykologisista perusasioista, tuntee oppilaansa niin yksilöinä kuin sosiaalisen ryhmän jäseninä, hallitsee erilaisia opetusmenetelmiä ja on perehtynyt ongelmateorian pedagogisiin kysymyksiin. (Haapasalo 1994, 124.) Hyvä konstruktiivinen opettaja on paitsi hyvä kuuntelija, myös hyvä toiminnan tarkkailija ja ajattelutavan arvioija. Tältä pohjalta hän voi rakentaa oppimisympäristöä, joka kehittää mielekkäästi oppilaan matemaattista ajattelua ja suoritustasoa. Toiminta matematiikan parissa, kysymysten asettaminen ja ratkaisujen hakeminen ovat paljon parempia ajattelutavan paljastajia kuin puhe. Varsinkin heikot oppilaat ovat heikkoja myös käsityksensä ja tarkoitustensa verbalisoinnissa, jolloin opettajan on vaikea ymmärtää oppilasta ja auttaa vain sanalliselta pohjalta. Usein onkin oppilastoverin helpompi ymmärtää oppilasta kuin opettajan. (Leino 1993, 7.)

Omassa tutkimuksessamme näkemys oppimisesta pohjautuu konstruktivismiin. Opittavan asian syvällinen ymmärtäminen on mahdollista ainoastaan oppilaan oman aktiivisen toiminnan kautta. Lähtökohdan oppimiselle muodostavat oppilaiden kokemukset ja aiempi tietorakenne. Tärkeäksi koemme myös vuorovaikutuksen ja luokassa käytävät keskustelut, sillä niiden avulla on mahdollista päästä perille oppilaiden käyttämistä toimintastrategioista.

## 4 MINKÄLAISTA MATEMATIIKKA SUOMALAISESSA PERUSKOULUSSA OPETETAAN?

### 4.1 Katsaus aikaisempiin uudistuspyrkimyksiin

Matematiikka on tähtitieteen ja luonnontieteiden rinnalla ihmiskunnan vanhin tiede. Tämän vuoksi myös koulumatematiikassa käsiteltävä tietoinen on enimmäkseen tuhansia vuosia vanhaa ja sisältää hyvin vähän uusia oivalluksia. Matematiikan historian huomioon ottaen on mielenkiintoista, miksi juuri viime vuosikymmeninä matematiikan opetus on kokenut suuria muutoksia. Mitkä ovat ne tarpeet, jotka ovat saaneet aikaan opetuksen ja opetussuunnitelman kehittämisprosessin? (Haapasalo 1993b, 1.)

Kerannon (1992) mukaan matematiikan opetuksemme tämänhetkinen tilanne pohjautuu kiinteästi 1960-luvulla tapahtuneeseen matematiikan opetuksen uudistukseen, jolle annettiin nimi New Math eli uusi matematiikka. Uuden matematiikan pyrkimyksenä oli sekä matematiikan opetuksen että sen sisältöjen ajanmukaistaminen. Keskeiseksi tavoitteeksi nähtiin matematiikan yleisten perusrakenteiden ja -käsitteiden välittäminen tulevalle sukupolvelle. Uuden matematiikan seurauksena matematiikan oppimääriä ja -materiaaleja muutettiin radikaalisti. Joukko-oppi ja logiikan merkinnät syrjäyttivät sanalliset arkielämän tehtävät ja pääsälaskut. Kyseinen uudistuspyrkimys kohtasi kuitenkin suurta kritiikkiä sekä opettajien, vanhempien että matemaatikkojen taholta. Koska oppimistuloksetkaan eivät olleet odotetunkaltaisia, myönnettiin 1970-luvun keskivaiheilla, että matematiikan opetusta oli muutettava käytännönläheisemmäksi ja enemmän oppilaiden arkikokemuksiin perustuvaksi. (Keranto 1992b, 16 - 18.)

Uudelle matematiikalle syntyi vastaliike, joka tunnetaan nimellä Back to Basics eli tie takaisin perusteisiin. Sen vaatimuksesta oppimistapahtumaa sekä opittavia käsitteitä yksinkertaistettiin ja pyrittiin varmistamaan tiettyjen perustietojen oppiminen. Tämä johti kuitenkin perusrutiinien drillaukseen eli mekaaniseen harjoitteluun ja pitkälti sen vuoksi matematiikka nähtiin suppeasti vain välineenä suorittaa rutiininomaisia toimintoja. Back to Basics -liikkeen lopputulos ei ollut sen onnistuneempi kuin New Math -liikkeenkään.

Oppilaat eivät oppineet edes tärkeimpiä koulumatematiikan peruskäsitteitä ja -rutiineja toivotulla tavalla, saati ongelmanratkaisua ja yleisempiä ratkaisustrategioita. (Haapasalo 1994, 146.)

#### **4.2 Matematiikan opetuksemme nykytila**

Edellä käsitellyt matematiikan opetuksessa tapahtuneet uudistukset näkyvät vielä nykypäivänkin opetuskäytännössä. Vaikka matematiikan opetukselle asetetut tavoitteet onkin todettu oikeansuuntaisiksi, ovat tavoitteet jääneet käytännössä saavuttamatta. (Keranto 1992a, 237.) Vuonna 1988 asetettiin matemaattis-luonnontieteellisten aineiden perussivistyksen komitea (ns. Leikolan komitea) pohtimaan matematiikan opetuksen tilaa sekä tekemään mahdollisia kehittämissuhteita. Komitean loppumietinnön (1989) mukaan matematiikan opetusta tulisi kehittää mm. seuraavilla alueilla:

Kaikkien oppilaiden on saatava kokea, että matematiikalla on merkitystä sekä koulun ulkopuolella että jatko-opinnoissa.

Opetuksessa on pyrittävä pois opettaja- ja oppikirjakeskeisyydestä. On kehitettävä opetusmenetelmiä, jotka kannustavat oppilaiden oma-aloitteisuutta ja itsenäistä ajattelua.

Painopistettä on siirrettävä mekaanisten laskutaitojen harjoittelusta oppilaiden matemaattisen ajattelun kehittämiseen. Opetusilmapiirissä tulee painottaa avoimuutta ja ongelma-keskeisyyttä.

Opetusta on konkretisoitava ja se on liitettävä kiinteämmin oppilaiden jokapäiväiseen elämään.

Oppilaille on välitettävä kuva matematiikasta yleisenä apuvälineenä, jonka soveltamisessa mallintaminen muodostaa keskeisen osan.

Laskimia ja tietokoneita on hyödynnettävä tehokkaammin jo ala-asteelta lähtien.

Geometrisen materiaalin käsittelyä tulisi lisätä kaikilla luokka-asteilla. (Komitteamietintö 1989, 32 - 34.)



Jyväskylän yliopiston Kasvatustieteiden tutkimuslaitoksessa toimeenpantu Peruskoulun arviointi 90 -tutkimus tarkastelee peruskoulua oppimisympäristönä. Tutkimustulokset matematiikan osalta osoittavat, että perinteinen oppimis- ja opetustraditio vaikuttaa vielä sitkeästi tämänkin päivän opetuskäytännössä. Sekä opettajien että oppilaiden mielestä opetuksessa painottuu liikaa opettajan opetus ja tehtävien itsenäinen laskeminen. Opetuksen suunnittelua samoin kuin toteutusta hallitsee voimakkaasti matematiikan oppikirja ja siihen liittyvä opettajan opas. Matematiikan kokeilla on tärkeä osa opetuksessa ja opiskelussa. Opetukseen ei juurikaan kuulu pelaamista, ryhmässä työskentelyä tai havaintojen tekemistä luokan ulkopuolella. Laskinten ja tietokoneiden hyväksikäyttö matematiikan opetuksessa on tutkimuksen mukaan satunnaista. (Kupari 1993, 85 - 99.)

Haapasalon toteuttamassa MODEM 1 -tutkimusprojektissa analysoidaan tavanomaista kouluopetusta ja verrataan sen aikaansaamia oppimistuloksia konstruktivistisissa oppimisympäristöissä saavutettuihin tuloksiin. Tutkimustulokset osoittavat, että ajattelua, ymmärtämistä ja soveltamista vaativissa tehtävissä on suurempia puutteita kuin mekaanisten laskutehtävien hallitsemisessa. Perinteinen kouluopetus ei näytä pystyvän tarjoamaan oppilaille valmiuksia suoriutua edes mekaanisista tehtävistä, vaikka niitä lähes yksinomaan harjoitellaankin. (Haapasalo 1992, 49.) Haapasalo (1994) kuvaa tämänhetkistä matematiikan opetustamme seuraavasti: "Oppilaat eivät juuri lainkaan ymmärrä matematiikkaa ja sen tietorakenteita, vaan yrittävät pelkästään toistaa tuttuja, prototyyppisiä toimintoja tai algoritmeja." (Haapasalo 1994, 154.) Malisen (1993) tulosten mukaan loogisen ajattelun kehittäminen kaipaisi suurempaa huomiota (Malinen 1993, 11 - 12).

### **Perinteiset oppimateriaalit**

Matematiikan oppimateriaaleihin kohdistuva tutkimustyö on lisääntynyt huomattavasti viime vuosien aikana. Tutkimusten myötä on havaittu, että käytettävillä oppimateriaaleilla on ratkaiseva merkitys siihen, millaiseksi oppilas kokee oppimisprosessin ja millaisia oppimistuloksia saavutetaan. Kehittämistyöstä huolimatta oppimateriaaleja kohtaan suunnataan vieläkin voimakasta kritiikkiä. Käytettävien oppimateriaalien tietoinen on sirpalemaista ja irrallista, eikä näin auta oppilasta yhdistämään opittavaa asiaa laajempiin asiakokonaisuuksiin. Lisäksi materiaaleissa ei ole otettu tarpeeksi huomioon kunkin

oppilaan yksilöllisiä edellytyksiä ja tarpeita. (Ala-Kurikka 1987, 177 - 178.)

Nykyisessä matematiikan opetuskäytännössä saatavilla olevat oppikirjat näyttävät muodostavan pulmallisen kohdan. Oppikirjat ovat muovautuneet vuosien mittaan nykyiseen malliinsa, eikä eri kustantajien kirjoissa ole havaittavissa kovinkaan suuria eroja. Tarjolla oleva oppimateriaali näyttää olevan ristiriidassa kehittyvän matematiikan opetuksen kanssa. Oppikirjoissa opetettava kokonaisuus on pilkottu pieniksi kokonaisuuksiksi, joita opettajan ja oppilaiden on helppo käsitellä. Tällainen asioiden irrottaminen laajemmista yhteyksistään ei voi antaa oppilaalle käsitystä matematiikan periaatteista ja rakenteesta. (Halinen ym. 1991, 30 - 31.)

Käytössä oleville matematiikan oppikirjoille on luonteenomaista tekstin vähyyks ja runsas, usein sarjakuvamainen kuvitus. Oppikirjojen tehtävät eivät ohjaa oppilasta itsenäiseen päättelyyn ja ongelmanratkaisuun, vaan suurin osa tehtävistä edellyttää oppilaalta ainoastaan lukujen sijoittamista annettuun kaavaan tai malliin. Oppikirjoja on myös kritisoitu siitä, että ne eivät tarjoa tarpeeksi helppoja tehtäviä hitaammille oppilaille eikä puolestaan tarpeeksi haasteellisia tehtäviä lahjakkaimmille oppilaille. (Halinen ym. 1991, 13, 32 - 33.)

Vielä nykyäänkin monet opettajat ajattelevat, että matematiikan oppikirjan läpikäyminen juuri sen esittämällä tavalla takaa opetussuunnitelmassa asetettujen tavoitteiden saavuttamisen. Näin ei kuitenkaan saisi olla, vaan kunkin opettajan tulisi itse muodostaa oma käsityksensä matematiikan opetuksesta vallitsevan opetussuunnitelman perusteella. Tämän käsityksen perusteella opettajan tulisi käyttää oppikirjaa kriittisen valikoivasti ja täydentäen muilla materiaaleilla. (Halinen ym. 1991, 14, 31 - 32.) Painopistettä tulisi siirtää kohti toiminnallisuutta ja oppilaan aktiivisuutta suosivia työtapoja ja materiaaleja (Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994, 76).

### **4.3 Opetussuunnitelman perusteet**

Matemaattis-luonnontieteellisen sivistyksen tilaa arvioineen ns. Leikolan komitean

esittämien toimenpide-ehdotusten mukaisesti entinen kouluhallitus asetti vuonna 1990 matematiikan opetuksen kehittämistyöryhmän. Kehittämistyöryhmän tehtävänä oli arvioida peruskoulun ja lukion matematiikan opetuksen kehittämistarpeita sekä tehdä kehittämis-ehdotuksia. Työn tuloksena tuotetun väliraportin neljännessä luvussa esitellään matematiikan opetuksen kehittämisperiaatteet, jotka muodostivat pohjan peruskoulun matematiikan opetuksen perusteiden laadinnalle. (Haapasalo 1993b, 7 - 9, 26 - 31.)

Matematiikan opetussuunnitelman perusteet pyrkii noudattamaan konstruktivistisen oppimisenäkemyksen mukaisia periaatteita. Tämä tulee ilmi suhtautumisessa oppijaan ja itse oppimisprosessiin. Opetussuunnitelmassa oppilas nähdään aktiivisena tiedon hankkijana ja käsittelijänä, jolle oppiminen on aikaisempien ajatus- ja toimintamallien korjailua ja täydentämistä. Sen mukaan oppiminen ei saa olla yksittäisten sirpaletietojen mieleenpainamista, vaan tavoitteena on uusien asioiden liittäminen osaksi oppijan aikaisempaa tietorakennetta. Lähtökohtana tulee olla mahdollisimman usein oppilaiden omat, konkreettiset kokemukset. Oppimistilanteet tulee rakentaa keskustelunomaisiksi, kokeileviksi ja ongelmakeskeisiksi. Tavoitteena on, että oppilaat ymmärtävät ja sisäistävät opiskeltavat käsitteet. (Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994, 74, 76 - 77.)

Matematiikan opetussuunnitelman perusteet pitää toiminnallisten työtapojen ja konkreettisen oppimateriaalin käyttöä tärkeänä varsinkin alkuopetuksessa. Tämän vuoksi siinä voidaan havaita yhtymäkohtia sekä Galperinin että Piaget'n teorioihin. Opetussuunnitelma painottaa, että siirtyminen abstraktiin symboliesitykseen ei saa tapahtua liian nopeasti. Oppilaille tulee antaa mahdollisuuksia työskennellä konkreetilla materiaalilla ja tehdä käsillään malleja opiskeltavista matemaattisista käsitteistä. Myös laskimia ja tietokoneita tulee käyttää luonnollisina apuvälineinä. Tällä tavoin oppilaille muodostuu käsitys matematiikan osaamisen merkityksestä. Samalla he oppivat luottamaan omiin kykyihinsä matemaattisina ongelmanratkaisijoina. (Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994, 74, 76 - 77.)

Peruskoulussa opiskeltavalla matematiikalla on tärkeä osuus oppilaan henkiseen kasvuun. Tämän vuoksi matematiikka on nähtävä laajempaan kuin vain tiettyjen laskutaitojen oppimisena. Opetussuunnitelman perusteiden (1994) mukaan matematiikan opetuksen

tehtävänä on auttaa jokaista oppilasta hankkimaan sellaiset matemaattiset tiedot ja taidot, jotka mahdollistavat jatkokoulutuksen ja antavat valmiuksia selviytyä jokapäiväisissä toiminnoissa. Matematiikan opetuksen tulee edistää oppilaiden johdonmukaista ja täsmällistä ajattelua sekä ohjata heitä käytännön ja tieteellisten ongelmien ratkaisemiseen. Matematiikan opiskelun tulee myös antaa oppilaille mahdollisuuksia keksimiseen ja luovaan ajatteluun sekä tarjota mielihyvää ongelmien parissa työskenneltäessä. Tavoitteena on, että oppilaille tarjotaan mahdollisuudet matemaattisten käsitteiden ja tietorakenteiden ymmärtävään oppimiseen. Samalla mekaaniset laskutoimitukset voidaan jättää vähemmälle huomiolle. (Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994, 74, 76.)

Vaikka peruskoulun opetussuunnitelman perusteet pyrkii noudattamaan konstruktivismin periaatteita, on se saanut osakseen kritiikkiä. Kehittämistyöryhmässä mukana olleet asiantuntijat eivät ole tyytyväisiä virkamiestyönä laadittuun lopulliseen versioon. Heidän mielestään kehittämisperiaatteiden ja oppisisältöjen yhdistäminen muutaman sivun mittaiseksi esitykseksi on syynä siihen, että opetussuunnitelman perusteiden tavoitelausumat edustavat vasta metatasoa. Konkreetit oppimisympäristöjen suunnittelemista ja toteuttamista ohjaavat tavoitelausumat jäivät lähes kokonaan muotoilematta tai ovat aivan liian ylimalkaisia. (Haapasalo 1993b, 30.)

#### **4.4 Uudistuva matematiikan opetus**

Tulevaisuuden yhteiskunnan kehittämisen kannalta ei enää riitä, että oppilaat hallitsevat jokamiehen peruslaskutaidot. Tarvitaan kansalaisia, joilla on kyky ja halu välittömän vallitsevan tilanteen ylittämiseen ja oman toiminnan jatkuvaan uudelleenarviointiin. Tämä edellyttää muutoksia niin näkemyksissä matematiikasta kuin sen opettamisesta ja oppimisesta. (Keranto 1992b, 16.)

Konstruktivistinen oppimiskäsitys nähdään haasteena uudistuvalla matematiikan opetukselle. Toteutuessaan se tulee muuttamaan suuresti sekä perinteisiä oppimisympäristöjä ja oppimateriaaleja että käsitystämme hyvästä opetuksesta. Konstruktivismin mukaisesti toteutetussa uudistuvassa matematiikan opetuksessa oppiminen nähdään prosessina, jossa

oppija aktiivisesti muodostaa itselleen kuvaa todellisuudesta. Koska tavoitteena on kytkeä syntymisen uuden tiedon ja oppijan aikaisemman tietorakenteen välille, edellytetään matematiikan opetukselta tilanteita, jotka entistä enemmän pohjautuvat oppilaiden arkielämän kokemuksiin. (Leino 1992, 40, 44; Haapasalo 1993a, 18 - 19.) Oppilaiden aikaisempaan tietämykseen pohjautuva opetus edesauttaa myös matemaattisten käsitteiden ja todellisuuden välisen vastaavuuden ymmärtämistä. Näin koulumatematiikkaa ja arkielämässä tarvittavaa matematiikkaa ei koeta irrallisiksi toisistaan. Oppilaille läheisten tilanteiden käsittely tunneilla vaikuttaa oppimistulosten lisäksi positiivisesti myös asenteisiin matematiikan opiskelua kohtaan. (Halinen ym. 1991, 20, 26; Leino 1992, 42.)

Matematiikan opetuksen ensisijaisena tavoitteena tulee olla oppilaan ajatteluprosessien kehittäminen ja yhteyksien rakentuminen eri käsitteiden välille. Jotta oppilaiden matemaattista ajattelua pystytään todella kehittämään, tulee opetusmenetelmissä tapahtua suuri muutos opettajajohtoisesta ja laskemispainotteisesta opetuksesta kohti oppilaskeskeisiä opetusmenetelmiä. Uudistuvassa matematiikan opetuksessa opettajan tehtävänä on ottaa selvälle oppilaiden tiedollinen taso ja etsiä sitä kehittäviä uusia aihepiirejä ja ongelmia. Heti oppimisprosessin alusta lähtien oppilaille tulee antaa mahdollisuus omakohtaiseen pohdintaan ja keksimiseen sekä oman toiminnan kautta oppimiseen. Opittavasta asiasta ja taidosta on jätettävä paljon oppilaiden oman työskentelyn varaan ja heidän vastuulleen. Vastuu omasta opiskelusta siirtyy pala palalta oppilaille itselleen. (Keranto 1992b, 16, 19 - 22.) Opetuksen uudistumisen myötä yhä suurempi osa matematiikan opiskelusta tulee tapahtua pienissä ryhmissä, sillä erilaisten ratkaisuvaihtoehtojen pohtiminen yhdessä muiden kanssa suuntaa oppilaita tarkentamaan omaa kieltään ja ajatteluaan. Yhteisesti käytävät keskustelut ja oppilaiden oppimisprosessin seuranta antavat myös opettajalle perinteistä opetusta paremman kuvan oppilaiden edistymisestä. (Leino 1992, 44 - 45.)

Tähänastisessa matematiikan opetuksen kehittämisessä päähuomio on asetettu ongelmanratkaisuun ja soveltamiseen. Haapasalon (1991) mukaan keskeisimmäksi nousee kuitenkin kysymys matemaattisten käsitteiden opettamisesta, sillä soveltamisessa ja ongelmanratkaisussa tarvittavat asia- ja menetelmätiedot perustuvat juuri käsitteiden hallitsemiselle. Uudistuvassa matematiikan opetuksessa tulisikin Haapasalon mielestä antaa entistä enemmän aikaa käsitteenmuodostuksen ohjaamiseen. Vasta riittävä käsitteiden hallinta

antaa oppilaalle tarvittavat valmiudet soveltaa tietämystään vaihtuvissa ongelmatilanteissa. Oppilaiden ongelmanratkaisutaitojen kehittämisen kannalta on keskeistä luoda tilanteita, jotka oppilas itse haluaa nähdä ongelmina. Tärkeää on myös se, että oppilas voi ongelmaa ratkaistessaan hyödyntää jo voimassaolevia kognitiivisia mallejaan. (Haapasalo 1991, 32 - 36.)

Uudistuvassa matematiikan opetuksessa painopiste tulee siirtää opetukselle asetetuista sisältöpainotteisista tavoitteista oppimisen prosessitavoitteisiin. Oikeiden vastausten tuottamisen sijaan huomio tulee kiinnittää oppilaiden tiedonhankinta-, päättely- ja arviointitaitojen kehittämiseen sekä matemaattisen tiedon aktiiviseen käyttämiseen. Perinteisiä oppisisältöjä on uskallettava tarkastella kriittisesti. On voitava jättää pois sellaista tietoa, joka ei ole matematiikan rakenteen kannalta ehdottoman välttämätöntä. Uudet keksinnöt ja asiasällöt on otettava huomioon opetusta suunniteltaessa ja toteutettaessa. Myös integrointia muihin oppiaineisiin on tulevaisuudessa hyödynnettävä entistä enemmän. (Haapasalo 1994, 244.)

### **Uudistuvat oppimateriaalit**

Oman osansa matematiikan opetuksen uudistamiseen tuovat myös oppimateriaalit. Nykyiset oppimateriaalit tarjoavat oppilaille ainoastaan yksipuolisia valintamalleja. Näiden materiaalien tavoitteena on kuvata opittavaa ilmiötä mahdollisimman täydellisesti ja monipuolisesti. Ne eivät kuitenkaan ohjaa oppijaa kiinnittämään huomiota suorituksen kannalta olennaisiin kohtiin tai auta häntä havainnoimaan omaa onnistumistaan. (Suonperä 1986, 3.)

Nykyisten oppimateriaalien ongelmista on johdettu muutamia ominaisuuksia, joita tulevilla oppimateriaaleilla tulisi olla:

**Joustavuus.** Oppimateriaalien tulisi tarjota enemmän mahdollisuuksia laajempien opintokokonaisuuksien toteuttamiseen ja tehtävien eriyttämiseen oppilaiden kehitystason mukaisesti. Vastuu opetuksen suunnittelusta tulisi siirtää takaisin opettajalle.

**Monipuolisuus.** Materiaalien tulisi tarjota opettajalle ja oppilaille virikkeitä mahdollisimman monipuoliseen matematiikan oppimiseen. Tehtävät eivät saa olla pelkkiä laskuharjoituksia, vaan lisäksi tarvittaisiin vihjeitä konkreettiin työskentelyyn, projekteihin ja omiin tutkimuksiin.

**Selkeys.** Oppimateriaaleissa tulee olla selkeästi esillä, mitä tarkoitetaan matematiikalla ja sen rakenteella. Matemaattiseen jäsentelyyn ja ajattelun kehittymisen tukemiseen tulisi kiinnittää enemmän huomiota.

**Teksti ja kuvat.** Oppikirjoihin toivotaan lisää tekstiä, sillä näin matematiikan kirjoja voitaisiin hyödyntää myös lukutaidon harjaannuttamiseen. Kuvat on valittava siten, että ne todella tukevat ja monipuolistavat oppimista.

**Materiaali opettajille.** Opettajille tarkoitettun oheismateriaalin valmistaminen kytkeytyy voimakkaasti eri kustantajien intresseihin. Tämän vuoksi olisi paras ratkaisu tarjota materiaalit lisääaineistona ja kannustaa opettajia luottamaan itseensä materiaalien kehittäjinä. (Halinen ym. 1991, 33 - 34.)

Oppimateriaalin käytön päämääränä tulee olla lapsen matemaattisen ajattelun kehittymisen tukeminen. Jotta tähän tavoitteeseen päästään, tulee materiaalin olla toiminnan sallivaa ja lasta kiinnostavaa. Mitä monipuolisempaa materiaalia lapsella on käytettävissään, sitä enemmän hänellä on mahdollisuuksia monipuoliseen toimintaan. Monet käytännölliset materiaalit löytyvät omasta luokkahuoneesta. Tällaisia ovat esimerkiksi pelit, kortit, erilaiset pikkuesineet, kankaat jne. Lasta ei saa kuitenkaan jättää yksinään toimimaan materiaaleilla. Opettajan tehtävänä on ohjata lasta vihjein ja kysymyksin ja antaa hänelle ideoita siitä, miten eri materiaaleilla voi toimia. Opettaja ei saa antaa ratkaisumalleja valmiina, vaan tilaa lapsen omalle ajattelulle ja oivalluksille on jätävä runsaasti. (Kallonen-Rönkkö 1986, 13 - 14.) Edellä kuvatut uudistuvilla oppimateriaaleilla asetetut tavoitteet ovat yhdensuuntaisia Piaget'n matemaattisen ajattelun kehittymistä kuvaavan teorian kanssa.

#### 4.4.1 Toiminnallinen matematiikka

Matemaattinen tieto muodostuu ja muuttuu parhaiten oman toiminnan kautta. Tämän vuoksi on tärkeää tarjota oppilaille mahdollisuuksia yhdistää ja järjestellä kokemustensa ja havaintojen kautta hankkimaansa tietoa. Lähtökohdan opetuksen suunnittelulle muodostaa oppilaiden aikaisempi tietorakenne. (Halinen ym. 1991, 8, 19.)

Varsinkin ala-asteella matematiikan opetuksen tulee perustua hyvin pitkälti käytännön tilanteissa työskentelyyn. Toiminnallisuus opiskelussa voi toteutua hyvin monella eri tavalla. Se voi olla käsin rakentelua, mittaamista, havainnointia ja keskustelua. Erityisesti keskustelevan opetuksen on todettu selkiinnyttävän oppilaiden matemaattisten käsitteiden hallintaa. Toiminnallisen matematiikan avulla voidaan lisätä oppijan aktiivisuutta omien tietorakenteidensa jäsentäjänä. Konkreetilla materiaalilla toimiminen auttaa oppilasta vahvistamaan entisiä ja muodostamaan uusia käsitteitä sekä löytämään yhteyksiä eri käsitteiden välille. (Rossi 1995, 26.)

Leinon (1987) mukaan toiminnallisen matematiikan opiskelun tulisi edetä pitempijaksoisina teemoina tai hankkeina, joiden aikana oppilaalla on mahdollisuus vapaasti konstruoida itselleen käsitys opittavasta asiakokonaisuudesta. Opettajan tehtävänä on esitellä oppilaille opiskeltava teema ja suunnata oppilaiden huomio keskeisiin solmukohtiin. (Leino 1987, 10 - 12.) Myös Malaty (henkilökohtainen tiedonanto 19.4.1996) korostaa opettajan osuutta oppimisprosessissa. Hänen mielestään oppilaan ei tarvitse oivaltaa kaikkea itse, vaan opettajan tehtävänä on oppimateriaalin avulla auttaa oppilasta tässä konstruointiprosessissa.

Toiminnallisella matematiikalla on yhtymäkohtia konstruktivistiseen oppimisenäkemykseen, sillä kumpikin painottaa voimakkaasti oppijan oman aktiivisen osallistumisen ja toiminnan merkitystä oppimistapahtumassa. Näkemys on aluperin lähtöisin Piaget'laisesta kasvatustajatteluista, jossa korostetaan oppilaan omaa toimintaa ja kokeilua. Myös Galperin on osaltaan vaikuttanut toiminnallisen matematiikan muotoutumiseen. Kummassakin teoriassa päähuomio on oppijassa ja hänen vapautensa toimia itse valitsemallaan materiaalilla.

### **Toimintamateriaali**

Young (1983) määrittelee toimintamateriaalin esineiksi, jotka mahdollistavat matemaattisten käsitteiden omaksumisen lapsen oman fyysisen toiminnan kautta (Young 1983, 12). Nämä esineet vetoavat lapsen monen eri aistin kautta, sillä lapsi voi kosketella ja liikutella niitä sekä yhdistää niitä muihin esineisiin. Materiaaliksi soveltuvat yhtä hyvin lähiympäris-



töstä löydettävät esineet kuin juuri tätä tarkoitusta varten kehitellyt oppimateriaalitkin. (Kennedy 1986, 6.)

Perinteisesti on ajateltu toimintamateriaalin soveltuvan erityisesti alkuopetusikäisten lasten opetukseen. Tutkimusten perusteella on kuitenkin todettu, että materiaalin käytöstä on hyötyä kaikilla luokkatasoilla ja kaiktasoisien oppilaiden oppimisessa. Toimintamateriaalin käytöllä voidaan tukea lasten matemaattisen ajattelun kehittymistä. Hyvin valittu ja tarkoituksenmukaisesti käytetty materiaali auttaa lasta ymmärtämään matematiikan rakennetta ja peruseriaatteita sekä helpottaa häntä löytämään yhteyksiä oman kokemusmaailmansa ja matematiikan abstraktin maailman välille. Kun vastuu oppimisesta siirtyy oppijalle itselleen, myös motivaatio oppimista kohtaan kasvaa. Lisäksi toimintamateriaali tarjoaa mahdollisuuden opetuksen eriyttämiseen jokaisen oppilaan kehitystason mukaisesti. (Kennedy 1986, 6 - 7.)

Tehtyjen tutkimusten mukaan pitkäaikaisella konkreettien opetusvälineiden käytöllä on positiivinen vaikutus oppilaiden matemaattiseen suoriutumiseen kaikilla kouluasteilla. Materiaalien käytöllä on todettu olevan myös myönteinen vaikutus oppilaiden asenteisiin matematiikkaa kohtaan. Tulosten saavuttaminen edellyttää kuitenkin, että opettajat hallitsevat materiaalien käyttämisen. (Pehkonen 1995, 45.) On tärkeää muistaa, että kaikki oppilaat eivät tarvitse toimintamateriaalia oppimisensa tueksi yhtä kauan aikaa. Opettajan tehtävänä on huomioida oppilaiden yksilölliset tarpeet sekä materiaaleja valitessaan että opetusta toteuttaessaan. Toimintamateriaaleja tulisi käyttää opetuksessa säännöllisesti unohtamatta kuitenkaan muita opetusmenetelmiä ja -materiaaleja. (Suydam 1984, 27.)

Toimintamateriaalia käytettäessä tulee Herbertin (1985) mukaan kiinnittää huomiota seuraaviin asioihin: Aluksi on tärkeää selittää oppilaille, mikä merkitys toimintamateriaalilla on oppimisen kannalta. Tämän jälkeen tulee käydä yhdessä läpi, kuinka materiaalilla toimitaan ja kuinka sen avulla voi ratkaista erilaisia ongelmia. Työskentely sujuu parhaiten toimittaessa pienissä ryhmissä. Opettajan tehtävänä on kierrellä luokassa ja seurata oppilaiden työskentelyä. Hänen tulee kannustaa oppilaita itsenäiseen ongelmanratkaisuun ja auttaa heitä ainoastaan silloin, kun apua todella tarvitaan. (Herbert 1985, 4.) Malatyn (henkilökohtainen tiedonanto 19.4.1996) mukaan opettajan tehtävänä on järjestää

opetustilanteet ja tarvittavat materiaalit sekä auttaa lasta oivaltamaan. Lapsen ei tarvitse keksiä kaikkea itse, vaan opettajan tulee auttaa lasta kiinnittämään huomiota opittavan asian kannalta olennaisimpiin kohtiin.

G. Malatyn (henkilökohtainen tiedonanto 19.4.1996) mukaan toimintamateriaalilla työskentely edellyttää, että niiden käyttö kytetään heti alusta alkaen kirjoittamiseen ja matematiikan kieleen. Materiaalin tehtävänä on auttaa lasta ymmärtämään, että matemaattiset symbolit ovat keino auttaa ihmisiä kirjaamaan muistiin materiaalilla toimimisen tuottamia tuloksia. Näin lapset oppivat oman toimintansa kautta, mikä merkitys yhdessä sovitulla matemaattisilla merkinnöillä on. Myös Young (1983) painottaa toiminnan ja kirjoittamisen yhdistämisen merkitystä heti opetuksen alusta alkaen. Eräs keino tämän tavoitteen saavuttamiseksi on käyttää toimintamateriaaleja ja oppikirjaa rinnakkain toisiaan tukien. (Young 1983, 12.)

Toimintamateriaalilla toimittaessa on tärkeää keskustella oppilaiden kanssa ratkaisuksista ja ennen kaikkea pohtia sitä, onko saatu ratkaisu oikea ja miksi. Tällöin opettajan rooli on toimia puheenjohtajana eikä oikean vastauksen haltijana. Keskustelemalla oppilaiden kanssa siitä, miten he ovat päätyneet tulokseen ja mitä muita ratkaisutapoja he voisivat keksiä, on mahdollista auttaa oppilaita tiedostamaan omia ajattelustrategioitaan. (Pehkonen 1995, 45 - 46.)

Toimintamateriaalien käyttäminen matematiikan opetuksessa on yhdensuuntainen Piaget'n oppimiskäsityksen kanssa. Piaget'n teorian mukaan konkreettinen oppimateriaali on merkittävä oppimisen edistäjä kaikilla neljällä kehitystasolla. Koska oppilaiden ajattelumallit perustuvat heidän kokemuksiinsa, auttaa materiaalilla toimiminen oppilaita ymmärtämään matemaattisia käsitteitä. (Kennedy 1986, 6.)

#### **4.4.2 Avoin opetus**

Edellä kuvattu toiminnallisuus voi toteutua matematiikan opetuksessa hyvin monin eri tavoin. Yhden mahdollisuuden toiminnallisuuden toteuttamiseen luo avoin opetus. Käsitteelle "avoin opetus" ei ole olemassa yleisesti hyväksyttyä yksiselitteistä määritelmää.

Sanalla "avoin" voidaan tarkoittaa joko ajan, opiskelutilan tai menetelmien avoimuutta. Eräänä syynä täsmällisen määritelmän puuttumiseen voi olla, että avoimen opetuksen puolestapuhujat eivät ole tarkoituksellisesti halunneet sitoa avointa oppimisprosessia liian tarkkoilla määritelmillä. Avoimen opetuksen on saatava olla kaikissa suhteissa avoin ja muuttuva prosessi. (Lauriala 1987, 27 - 28; Lindgren 1990, 13.)

Avoimen opetuksen puolestapuhujat korostavat, että ei ole välttämätöntä kuvata tarkasti niitä ominaisuuksia, jotka tekevät luokasta avoimen. Tästä huolimatta tarvitaan muutamia sääntöjä ja periaatteita, joiden avulla uudet opettajat voivat toteuttaa käytännössä avointa opetustyyliä. Tunnellin (1975) mukaan avointa opetusta toteutettaessa on huomioitava seuraavat säännöt:

1. Oppilaiden tulee saada valita, mitä toimintoja he haluavat harjoittaa.
2. Opettajan tehtävänä on luoda oppimismahdollisuuksista rikas ympäristö.
3. Opettajan tulee antaa jokaiselle oppilaalle yksilöllistä palautetta, joka perustuu oppilaan kiinnostukseen. Tämän lisäksi opettajan tulee ohjata oppilasta hänen kasvunsa ja kehityksensä kannalta tarkoituksenmukaisiin tehtäviin.
4. Opettajan tulee kunnioittaa oppilaitaan. Tämä ilmenee mm. seuraavissa asioissa:
  - a) oppilas saa työskennellä suurimman osan ajasta omien mieltymystensä mukaisesti,
  - b) opettaja kunnioittaa oppilaan kiinnostuksen kohteita ja antaa oppilaalle ohjausta näiden mukaisesti,
  - c) oppilaan ja opettajan välillä on tasavertainen vuorovaikutussuhde,
  - d) oppilaat toimivat autonomisesti; opettaja joutuu harvoin komentamaan oppilaitaan ja
  - e) oppilaan tunteet muodostavat keskeisen osan oppimisprosessia. (Tunnell 1975, 17.)

Avointa opetusta voidaan luonnehtia sellaisena oppimistoimintana, jossa opettaja opettaa koko luokkaa mahdollisimman vähän ja kiinnittää sitä vastoin huomionsa oppilaisiin yksilöinä. Oppilaille annetaan mahdollisuus toteuttaa juuri heitä kiinnostavia tehtäviä. Oppimisprosessin aikana oppilas saa aktiivisesti toimia valitsemallaan oppimateriaalilla. Opettaja luottaa oppilaidensa kykyyn toimia itsenäisesti oman oppimisensa edistämiseksi. (Stephens 1974, 27.)

Silbermanin (1973) mukaan avoimessa opetuksessa ei ole ratkaisevaa se, missä määrin

luokkahuone on ulkoisilta puitteiltaan avoin. Työskentelytilana voi toimia esim. työskentelynurkkaus, jossa tuolit ja pulpetit on järjestelty eri aihepiirien mukaan. Työskentelynurkkaukset sisältävät yleensä runsaasti tutkimusmateriaalia ja tietolähteitä, joita oppilaat voivat käyttää omien mieltymystensä mukaisesti. Silberman korostaa, että pelkät ulkoiset puitteet eivät luo yksin avointa oppimisympäristöä. Tärkeämpää kuin tekniikka on vakavasti otettu ja systemaattisesti ylläpidetty käsitys siitä, mitä kasvatus on. (Silberman 1973, 295 - 297.)

Avoin opetus ei merkitse perinteisten menetelmien hylkäämistä, vaan sitä voidaan käyttää myös samanaikaisesti perinteisen rinnalla. Avoimen opetuksen toteuttaminen edellyttää kasvattajalta avoimuutta kulloisillekin tilannetekijöille. Jokainen opettaja antaa sille omat erityispiirteensä ja soveltaa sitä omiin ja oppilaidensa muuntuviin tarpeisiin. Avoin oppimiskäsitys perustuu olettamukselle, jonka mukaan ihmiset luovat itse oman todellisuutensa. Oppiminen tapahtuu prosessina, jossa ihmiset ovat vuorovaikutuksessa toistensa ja ympäristön kanssa. (Lauriala 1987, 28.)

### **Matikkatupakokeilu**

Työtilaa, jossa lapset saavat vapaasti työskennellä käyttäen valitsemaansa toimintamateriaalia, kutsutaan matematiikan laboratoriksi. Koska tämä nimitys kuulostaa kuitenkin liian juhlalliselta normaalissa koulukäytössä, on Sinikka Lindgren ottanut käyttöön suomalaisten lasten suuhun paremmin sopivan nimityksen "matikkatupa". (Lindgren 1993, 222.)

Työskentely matikkatuvassa tapahtuu aina avoimen opetuksen periaatteita noudattaen. Koska pääpaino on oppilaan omassa aktiivisessa toiminnassa ja valinnanvapauden korostamisessa, on matikkatupatyöskentely myös hyvä esimerkki toiminnallisen matematiikan toteuttamisesta. Matikkatupatyöskentelyä toteutettaessa Lindgren (1993) suosittelee ainakin seuraavien näkökohtien huomioimista:

1. Matikkatupatilan tulee olla tarpeeksi suuri ja viihtyisä.
2. Työskentelyn tulee tapahtua tarpeeksi pitkällä aikavälillä, jotta oppilaat ehtivät oppia työskentelemään avoimen opetuksen periaatteiden mukaisesti.
3. Opettajien pitää tuntea oppilaansa hyvin ja saada koulutusta eri toimintamateriaali-

en käyttötavoista. (Lindgren 1993, 229.)

Koska matematiikka on luonteeltaan hyvin abstraktia, Lindgren pitää tärkeänä, että oppilailla on käytettävissään konkreettista toimintamateriaalia oppimisensa tukena. Matikkatuvasta puhuttaessa oppimismateriaalia kutsutaan toimintamateriaaliksi, koska tavoitteena on, että lapset toimivat itse aktiivisesti käyttäen tätä materiaalia. Toimintamateriaali koostuu konkreettisista esineistä, joita oppilaat voivat kosketella, järjestellä ja havainnoida useita eri aisteja hyödyntäen. Tavoitteena on, että oppilaat pystyisivät konstruoimaan itse omat matemaattiset rakenteensa valitsemansa toimintamateriaalin välityksellä. Koska materiaali on eritasoista, on jokaisella oppilaalla mahdollisuus työskennellä omien edellytystensä mukaisesti ja näin kokea onnistumisen elämyksiä. Positiivisten kokemusten välityksellä lisääntyy myös luottamus omiin kykyihin oppia uusia asioita. (Lindgren 1993, 222 - 226.)

Toiminta matikkatuvassa tapahtuu pareittain tai pienissä ryhmissä. Tavoitteena on, että oppilaat pohtivat yhdessä matemaattisia ongelmia ja etsivät niihin ratkaisuja. Oppilaiden keskustellessa he käyttävät luonnollisissa tilanteissa matematiikan kieltä ja oppivat samalla oikeita nimityksiä eri matematiikan käsitteistä. Jokainen oppilas voi edetä matikkatuvassa omalla nopeudellaan ja paneutua juuri niihin ongelmiin, joissa hän kokee tarvitsevansa harjoitusta. Oppilaalla on myös mahdollisuus valita toimintamateriaalia oman kiinnostuneisuutensa pohjalta. Valinnanvapaus ja yksilöllinen työskentelytahti edesauttavat osaltaan matematiikan opiskelun kokemista iloisena asiana. (Lindgren 1995, 18 - 19.) Lindgren (1993) painottaa, että lapsen tulee saada rauhassa toimia konkreettilla materiaalilla ja jäsentää sekä sisäistää uuden asian eri elementit ja niiden väliset suhteet. Vain tällä tavoin lapsen omalla toiminnalla on kestävä vaikutus matemaattisen ajattelun kehittymiseen. (Lindgren 1993, 225.)

### **Mieti ja laske -menetelmä**

Mieti ja laske -menetelmä on konstruktivismiin pohjautuva opetusmenetelmä, jossa kokemuksellinen vuorovaikutus on selvästi esillä. Menetelmän tavoitteena on matematiikan opetus, jossa otetaan huomioon oppilaiden aikaisemmat tiedot ja kokemukset. Opetus on

mahdollisimman oppilaskeskeistä ja toiminnallista, jossa oppilas itse konstruoi asiat omiin yksilöllisiin tietorakenteisiinsa. Päämääränä ei ole homogeeninen ryhmä, vaan lapset, jotka kehittyvät yksilöllisten edellytystensä ja kehitysvauhtinsa mukaisesti. (Hägglom 1993, 89 - 90.)

Alkuopetuksessa työskentely aloitetaan toiminnallisella vaiheella. Tämä vaihe on hyvin tärkeä, sillä sen avulla on helppo luoda suotuisa oppimisympäristö, vakiinnuttaa luokalle sopivat työskentelyrutiinit ja antaa lasten kokea turvallisuutta oppimistilanteissa. Uusia käsitteitä opeteltaessa lähdetään liikkeelle oppilaiden kokemusmaailmasta ja heidän konkreeteista havainnoistaan, joille annetaan matemaattinen sisältö. Lapselle annetaan aluksi mahdollisuus tulkita kokemaansa kielellisesti ja myöhemmin matematiikan symbolikielen avulla. Matematiikalle annetaan sisältö ja merkitys. Se ei ole vain kynän ja paperin avulla laskemista, vaan se voi olla myös tutkimista, luvuilla leikkimistä ja arkipäivän ongelmien ratkaisua. (Hägglom 1993, 92 - 93.)

Uudet rakenteet opiskellaan yhteisesti. Yksilöllisessä työskentelyvaiheessa opittuja asioita syvennetään ja tietoja käytetään eri tavoilla. Menetelmässä korostetaan systemaattista kielenkäyttöä matematiikan opetuksessa. Oppilaat laajentavat sanavarastoaan ja oppivat sellaiset sanat, jotka ovat keskeisiä matematiikan käsitteiden omaksumisessa. Oppilaita kannustetaan puhumaan matematiikasta ja heidän tulee kyetä verbalisoimaan ne ajatukset ja toiminnot, joita he käyttävät matematiikan tehtävien ratkaisemiseen. (Hägglom 1993, 91 - 92.)

#### **4.4.3 Oppimispelit**

Kube (1977) määrittelee oppimispelin peliksi, jossa harjoitellaan käsitteiden, merkkien ja tosiasioiden sekä niiden välisten suhteiden hallintaa (Kube 1977, 41). Bright, Harvey ja Wheeler korostavat oppimispelin opetuksellisia tavoitteita, jotka voivat olla joko kognitiivisia tai affektiivisia (Bright ym. 1985, 6).

Oppimislejää käyttäen voidaan edistää kaikkien peruskoulun opetussuunnitelman perusteissa (1994) matematiikan opiskelulle asetettujen tavoitteiden saavuttamista.

Pehkosen ja Pehkosen (1993) mukaan oppimispelissä päähuomio kiinnittyy tiedonkäsitteilyyn ja tiedonhankintaan. Tavoitteena on tuoda opetukseen tosiasioita ja niiden välisiä suhteita sekä varmistaa asioiden omaksuminen jatkuvalla harjoittamisella. Oppimispelit tarjoavat luonnollisen tilanteen laskutaidon kehittämisen lisäksi käsitteiden käyttöön, päättelemis- ja ongelmanratkaisutaitojen harjaannuttamiseen, saatujen tietojen arvioimiseen sekä luovaan ajatteluun. Pelatessaan pienryhmissä oppilaat joutuvat keskustelemaan keskenään eteen tulevista ongelmista ja perustelevaan omia ratkaisujaan. Tämä kehittää matemaattisten ajattelutaitojen lisäksi myös sosiaalisia valmiuksia. Pelattaessa on mahdollisuus myös huomioida jokaisen oppilaan yksilölliset edellytykset ja tarpeet, sillä jokainen oppilas saa mahdollisuuden edetä omaa vauhtiaan. Koska pelaaminen on sinänsä motivoivaa, se herättää oppilaissa usein myönteistä asennoitumista matematiikkaa kohtaan. Kaiken kaikkiaan pelin käyttäminen matematiikan opiskelussa antaa mahdollisuuden oppilaan kokonaispersoonallisuuden kehittämiseen. (Pehkonen & Pehkonen 1993, 6 - 9.)

Matematiikan oppimispelit tarjoavat mahdollisuuden oppilaiden kehitystason mukaiseen eriyttämiseen, sillä jokainen oppilas voi valita itselleen sopivantasoisia pelejä. Peleissä hyvät oppilaat pystyvät todistamaan itselleen ja muille, mitä ovat oppineet. Hitaammin oppivat pystyvät puolestaan pelien avulla ratkomaan omia matemaattisia vaikeuksiaan. Myös tukiopetuksessa oppimispelien käyttö on todettu hyödylliseksi. Kognitiivisten tavoitteiden lisäksi niiden avulla voidaan vaikuttaa oppilaan asenteisiin matematiikkaa kohtaan. (Pehkonen 1987, 38.)

Oppimispelien käyttäminen matematiikan opetuksessa noudattaa avoimen opetuksen periaatteita, sillä pelaaminen antaa oppilaan yksilölliselle persoonallisuuden kasvulle mahdollisuuksia (Pehkonen & Pehkonen 1993, 6). Oppimispelien hyödyntäminen sopii hyvin yhteen myös vallitsevan konstruktivistisen oppimiskäsityksen kanssa, joka korostaa oppijan aktiivista roolia. Pelattaessa oppilaan oman ajattelun ja suunnittelun osuus on tärkeä. Oppilaan pitää oppia ajattelemaan "kauemmaksi" kuin vain nykyhetkeen. Huomaamattaan oppija tulee myös pohtineeksi kaavaa tai mallia, jonka avulla hän pystyy ratkaisemaan vastaavanlaisia ongelmia uusissa tilanteissa. Pelaaminen vaatii oppilaalta keskittymiskykyä, päättelytaitoja ja pitkäjänteisyyttä. (Virtanen 1995, 34 - 36.)

Yhteenvedona voidaan todeta oppimispelien käytöllä olevan neljä eritasoista tavoitetta:

- 1) uuden asian opettaminen,
- 2) opitun asian kertaaminen,
- 3) myönteisen oppimisilmapiirin luominen ja
- 4) sosiaalisen kanssakäymisen edistäminen. (Pehkonen & Pehkonen 1993, 10.)

Oppilaiden lisäksi myös opettajalle on hyötyä oppimispelien käytöstä. Kun pelit on kerran tehty tai hankittu, voi opettaja hyödyntää niitä opetuksessaan monien vuosien ajan. Pelien käyttö opetuksessa edellyttää opettajalta huolellista etukäteisuunnittelua. Opettajan on huolehdittava siitä, että pelit vastaavat kunkin oppilasryhmän tarpeita ja kehitystasoa ja että kilpailua paremmuudesta ei korosteta liikaa. Seuraamalla oppilaidensa pelaamista opettaja saa syvällisempää tietoa oppilaidensa ajattelutaidoista ja -strategioista. Keskustelut oppilaiden kanssa paljastavat, mikä on oppilaiden käsitys käsiteltävästä asiakokonaisuudesta, miten hyvin se on kehittynyt ja miltä osin tarvitaan vielä lisäharjoitusta. (Virtanen 1995, 37 - 38.)

### **Tietokonepelit**

Peruskoulun opetussuunnitelman perusteiden (1994) mukaan tietokoneilla ja laskimilla on tärkeä osuus matemaattisessa oppimisprosessissa. Tämän vuoksi niitä tulee käyttää järkevästi luonnollisina apuvälineinä opetusta toteutettaessa. Tavoitteena on, että kaikki oppilaat saavat ala-asteella valmiudet jatkuvasti kehittyvän tietotekniikan hallintaan käyttämällä sitä monipuolisesti opiskelun apuna. (Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994, 76.) Tietotekniikan käyttö koulussa on yhdensuuntainen konstruktivistisen oppimisenäkemyksen periaatteiden kanssa, sillä se on omiaan edistämään oppilaiden aktiivisuutta.

Opetushallituksen tekemän tutkimuksen (1995) mukaan tietokone soveltuu hyvin opetuksen ja oppimisen välineeksi alkuopetukseen. Tutkimukseen osallistuneiden opettajien mielestä tietokoneen käyttö tulisikin aloittaa mahdollisimman varhain, jotta oppilaille ei ehtisi muodostua ennakkoluuloja tai pelkoja tietokonetta kohtaan. Suurin osa alkuopetusikäisistä oppilaista kykenee motorisilta valmiuksiltaan käyttämään tietokonetta. Perusteluina



tietokoneen käytölle mainittiin mm. sen opetusta monipuolistava ja oppilaita motivoiva vaikutus. Erityisen hyväksi tietokone koettiin myös opetuksen eriyttämisessä, itsenäisessä työskentelyssä, kertauksessa ja tukiopetuksessa. (Hakala 1995, 46.)

Tietokoneen opetusikäytön yhtenä päälinjana on ollut ajatus opetuksen yksilöllistamisestä. Tavoitteena on ollut mahdollistaa oppilaiden eteneminen omaan tahtiinsa ilman vertailua muiden oppilaiden suorituksiin tai etenemiseen. Tietokoneella toimittaessa saatavien onnistumisen kokemusten on ajateltu vaikuttavan positiivisesti oppilaan minäidentiteettiin ja sitä kautta edistävän tervettä suoritusmotivaatiota. (Lehtinen 1989, 5 - 6.) Tietokonepelijä tutkittaessa onkin todettu niiden tukevan sisäistä motivaatiota antamalla pelaajalle mahdollisuuden kokea pystyvänsä hallitsemaan tilannetta omien valintojensa kautta. Tietokonepelit koetaan merkitykselliseksi, koska pelaaja on niissä toiminnan alkuunpanija ja hänellä on mahdollisuus asettaa itselleen tavoitteita. Tietokoneen antaman palautteen välityksellä pelaaja saa tiedon tekemiensä valintojen oikeellisuudesta. Pelitapahtuma on yhden tai useamman pelaajan ja pelin välinen vuorovaikutustilanne, jossa toimintaa ohjaavat pelin säännöt. Vaikka tietokonepeleissä sattuma ja aika vaikuttavat osaltaan lopputulokseen, riippuu menestyminen ennen kaikkea pelaajan tekemistä valinnoista. Pelaaminen vaatii kykyä tehdä päätöksiä ja taitoa reagoida sopivasti vaihtuvissa tilanteissa. (Sinnemäki 1994, 239 - 242.)

Piaget tekee teoriassaan erotuksen konkreettisen ja muodollisen ajattelun välille. Papertin (1985) mukaan tietokone voi konkretisoida muodollista. Tietokone ei ole vain opetusväline, vaan se antaa meille mahdollisuuden häivyttää konkreettisen ja muodollisen välistä rajaa. Tietokoneen avulla voidaan lähestyä konkreettisesti sellaista tietoa, joka oli aiemmin saavutettavissa ainoastaan muodollisin prosessein. (Papert 1985, 30.)

## 5 MATEMATIIKKA OPPIAINEENA

Matematiikka on yksi arvostetuimmista oppiaineista, sillä sen oppiminen antaa laajan pohjan myös muiden aineiden omaksumiselle (Yrjönsuuri 1990, 4 - 5). Matematiikka tulee nähdä laajempaan kuin vain tietyjen laskutaitojen oppimisena. Sillä on ennen kaikkea tärkeä merkitys oppilaan henkiseen kasvuprosessiin vaikuttajana, samalla kun sen opiskelu kasvattaa oppilasta tavoitteelliseen toimintaan ja sosiaaliseen vuorovaikutukseen. (Haapasalo 1994, 248.) Koposen (1995) mukaan matematiikan merkitys syntyy sen yleisestä osaamisesta. Tavoitteena on, että jokainen hallitsisi matematiikan perustiedot ja -taidot ja onnistuisi ratkaisemaan niiden avulla eteensä saamiaan arkielämän matemaattisia pulmatilanteita. (Koponen 1995, 29.) Koulumatematiikan ja sen oppimisen on kuitenkin väitetty olevan vieraantunutta lapsen kokemusmaailmasta. Monien oppilaiden käsitys itsestään matematiikan oppijoina on heikko. Samalla myös asenteet matematiikkaa kohtaan muuttuvat negatiivisiksi. (Halinen ym. 1991, 15.) Oppiaineena matematiikka eroaa monista muista aineista muun muassa siinä, että sen opiskelu on voimakkaasti kumulatiivista, uuden oppiminen perustuu aikaisemmin opittuun. Mikäli ongelmia syntyy oppimisessa, ne johtavat kasaantuviin oppimisvaikeuksiin. (Leino 1978, 5.) Oppimisvaikeudet matematiikassa heijastuvat ajattelumallien puutteellisuutena myös muissa oppiaineissa (Kallonen-Rönkkö 1986, 13).

Koposen (1994) tekemässä tutkimuksessa todettiin, että alkuopetusikäiset oppilaat kokivat matematiikan toiseksi mieluisimmaksi oppiaineeksi. Luokilla 4.-6. mieluisimmaksi oppiaineeksi matematiikan ilmoitti vain 5 % oppilaista. (Koponen 1994, 62.) Matematiikan todistusarvosanojen perusteella tytöt menestyvät ala-asteella hieman poikia paremmin ja he myös osallistuvat poikia vähemmän tukiopeutukseen. Ylemmillä luokilla todistusarvosanojen erot joko häviävät tai kääntyvät poikien eduksi. Kuten yleisessä koulumenestyksessäkin näyttävät pojat myös matematiikassa jakautuvan tyttöjä enemmän hyvin ja heikosti menestyviin. (Tarmo 1986, 93.) Koposen (1994) mukaan suurin osa oppilaista osoittaa myönteistä asennoitumista matematiikan oppimiseen. Jokaisessa luokassa on kuitenkin aina muutama oppilas, joille matematiikka on vaikeaa, eivätkä asenteetkaan niin ollen ole myönteisiä. Erityisesti tämä oppilasryhmä tarvitsee opettajan aikaa ja uudenlaisia,

vaihtelevia työmenetelmiä. (Koponen 1994, 81.)

Matematiikkaa on mahdollista tarkastella useasta eri suunnasta. Näistä kolme seuraavaa nähdään keskeisimmiksi koulumatematiikan kannalta:

Yleisin on **perinteinen eli traditionaalinen käsitys** matematiikasta. Tällöin matematiikka nähdään pelkkänä taitona laskea sekä osata käyttää mekaanisia sääntöjä, menetelmiä ja kaavoja. **Formalistinen käsitys** on kaavamaista ja pitää tärkeänä perinpohjaista, tarkkaa todistamista sekä eksaktia kielen ja käsitteiden käyttämistä. (Haapasalo 1994, 132.)

**Konstruktivistisen katsantokannan** mukaisesti lähdetään liikkeelle oppilaan tarpeista ja edellytyksistä. Matematiikan oppiminen on ajatteluprosessien kehittymistä. Tällöin on tärkeää, että lapsi itse ”tekee” matematiikkaa, löytää säännönmukaisuuksia, oppii ajattelemaan ja konstruoi tiedon itselleen todellisista kokemuksistaan lähtien. Opiskelussa käytetään paljon oppilaskeskeisiä työtapoja, joissa lapsen on itse löydettävä matemaattisia ideoita. (Haapasalo 1994, 134 - 135.)

Omassa tutkimuksessamme näemme matematiikan konstruktivistiseksi oppiaineeksi. Tällöin matematiikka ymmärretään luovan toiminnan kenttänä, jossa keskeisiä ovat joustavat ja oppilaan aktiivisuutta suosivat työskentelymuodot. Näin oppilaalle annetaan mahdollisuus edetä tietyissä rajoissa omalla nopeudellaan kohti yhteisesti asetettua päämäärää.

## 5.1 Alkuopetuksen matematiikka

Ensimmäiset kouluvuodet ovat monella tapaa hyvin merkityksellistä aikaa lapsen elämässä. Lapsi oppii tällöin koulunkäynnin kannalta hyvin perustavanluonteisia asioita ja hänen minäkuvansa kehittyy vuorovaikutustilanteiden kautta. Pyrittäessä takaamaan lapsen turvallinen ja eheä kokonaiskehitys on opetuksella ja sen järjestelyillä hyvin keskeinen asema. (Alkuopetuksen opas 1987, 3.)

Piaget'n teorian mukaan suurin osa alkuopetusikäisistä lapsista on kehityksessään

konkreettis-operationaalisessa vaiheessa. Tämän vaiheen aikana lapsen systemaattisen ajattelemisen taito kehittyy. Omaa toimintaansa ja sen seurauksia tutkiessaan lapsi käyttää apuna havaintojaan, sarjoittamista ja luokittelua. Lapsi kykenee ottamaan huomioon syyn ja seurauksen, silloin kun ne ovat välittömästi tilanteessa havaittavissa. Luokittelun onnistuminen edellyttää, että luokat on annettu ja niiden käytösäännöt selvitetty. Lapsi pystyy toimimaan sääntöjen avulla, mutta niiden itsenäinen soveltaminen tuottaa vielä vaikeuksia. (Piaget & Inhelder 1966, 98 - 101, 114 - 118.)

Matematiikan opiskelua aloitettaessa on tärkeää harjoittaa niitä toimintoja, jotka kuuluvat keskeisesti matemaattiseen ajatteluun ja suoritukseen. Ensimmäisenä tavoitteena tulee olla oppilaan ongelmanratkaisutaitoihin liittyvien ajattelumallien kehityksen tukeminen ja niiden hallinnan varmistaminen. Matematiikan opiskelu tulee mielekkääksi vasta sitten, kun lapsi hallitsee oppimisessa tarvittavat ajattelumallit. Ajattelumallien kehitys tuo puolestaan uusia piirteitä lapsen oppimiseen ja suoritukseen: Toiminnan suunnitelmallisuus, johdonmukaisuus ja pitkäjänteisyys lisääntyvät ja keskittymiskyky paranee. Samalla lapsi pystyy käyttämään entistä paremmin hyväkseen aiemmin oppimaansa ja yhdistelemään uusia asioita aiemmin opittuun entistä tehokkaammin. (Kallonen-Rönkkö 1986, 8, 12 - 13.)

Myös Duffin (1987) pitää tärkeänä, että heti opetuksen alkuvaiheessa kiinnitetään huomiota oppilaan ajattelutaitojen harjaannuttamiseen. Tämän lisäksi hän painottaa matemaattisten käsitteiden jatkuvan harjoittamisen merkitystä, sillä käsitteiden sisäistäminen ei tapahdu ilman pitkäjänteistä opettelua. Koska tavoitteena on, että oppilas pystyy toiminnassaan hyödyntämään joustavasti eri käsitteitä ja niiden välisiä yhteyksiä, tulee käsitteiden opettelu tapahtua erilaisissa yhteyksissä. Todellisuuteen perustuva matematiikka ja oppilaiden itsensä keksimät ongelmat ovat kaikkein hyödyllisimpiä oppimisen kannalta. (Duffin 1987, 57 - 67.)

Ensimmäisten kouluvuosien aikana lapsen havaintotoiminnot kehittyvät niin määrällisesti kuin laadullisestikin. Lapsen oma aktiivinen toiminta edesauttaa tätä kehitystä, sillä alkuopetusikäinen lapsi on luonnostaan innokas tutkimaan sekä omaa toimintaansa että lähiympäristöään. Tämän vuoksi myös opetuksessa on tärkeää tarjota oppilaille runsaasti erilaisia mahdollisuuksia oman ympäristönsä havainnointiin ja hahmottamiseen. Lapsen

älyllinen kehittyminen tapahtuu parhaiten oman oivalluksen kautta. Koska älyllisen ristiriidan syntymisellä ja ratkaisemisella on keskeinen osuus tässä prosessissa, tulee opetuksessa painottaa keksivää ja luovaa toimintaa sekä ongelmatilanteiden tunnistamista ja ongelmien ratkaisemista. Myös matemaattisten käsitteiden omaksumiseen tulee tähdätä heti alusta alkaen, vaikkakin tämä tapahtuu pitkään toiminnallisuutta ja leikinomaisuutta korostaen. Alkuopetuksen matematiikassa tulee suosia sosiaalisia työskentelymuotoja, sillä muiden oppilaiden kanssa toimiminen vaikuttaa positiivisesti sosiaalisen kehityksen lisäksi myös lapsen älylliseen kehitykseen. Samalla oppilaan valmiudet kommunikoida matematiikan kielellä kehittyvät. (Haapasalo 1993b, 19, 28; Kallonen-Rönkkö 1986, 9 - 16.) Liian varhaista ja suoraa hyppäystä matematiikan symbolien opetteluun ja niillä harjoitteluun tulee välttää (Leino 1992, 42).

Tarkasteltaessa konstruktivisen matematiikan alkuopetusta, suosittaa Steffe (1988) opettajille erilaisia rooleja opetustilanteissa. Ensinnäkin opettajan tulisi järjestää sellaisia opetushetkiä, jotka edistävät matemaattisten ideoiden rakentumista oppilaiden ajattelussa. Toiseksi opettajan tulisi kannustaa oppilaitaan refleктоivaan ajatteluun, jossa oppilaat pyrkivät muokkaamaan ja korjaamaan senhetkisiä skeemojaan tehokkaammiksi ja yleisemmiksi. Kolmanneksi hän korostaa lapsen omia matemaattisia kokemuksia, jolloin arkielämään liittyvien ja koulussa esiintyvien matemaattisten ongelmien välille muodostuisi siltoja. (Steffe 1988, 101 - 105.)

## **5.2 Matemaattinen käsitteenmuodostusprosessi**

Matemaattisella käsitteellä katsotaan olevan kaksi merkitystä. Käsite ymmärretään sekä yksilön henkisenä rakenteena että yleisesti hyväksyttynä yhden tai useamman sanan merkityksenä, joka määrittelee tämän tietyn käsitteen. Käsitteet voidaan määritellä joko väljästi ilmoittamalla käsiteluoikkaan kuuluvia tai kuulumattomia jäseniä tai tiiviimmin esittämällä määritteleviä ominaisuuksia tai ehtoja. (Bell, Costello & Küchemann 1983, 78 - 79.)

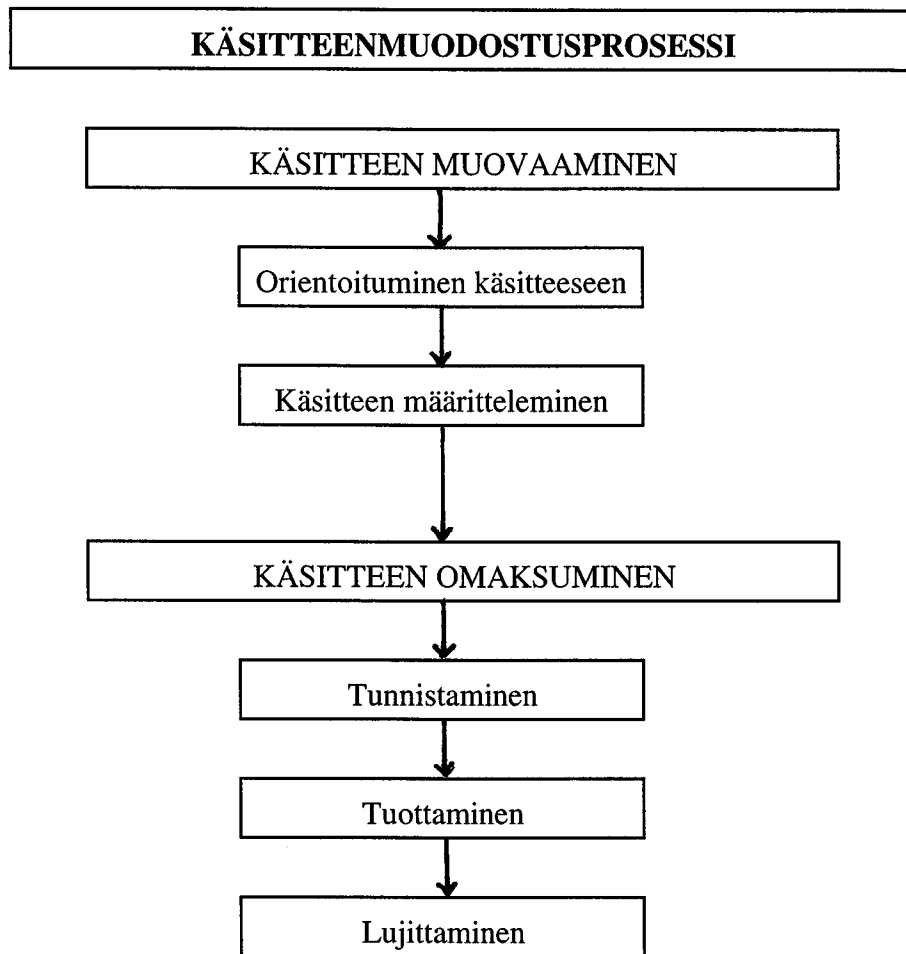
Matemaattinen käsite on luonteeltaan abstrakti kokonaisuus. Vaikka käsite ilmeneekin

usein myös konkreettissa muodossa, tämä ilmenemismuoto ei ole kuitenkaan itse käsite. Matemaattista käsitettä määriteltäessä on tärkeää, että opettaja tuo esille kaikki ominaisuudet, jotka määrittelevät käsitteen sekä esittää sellaisia konkreetteja esimerkkejä, joissa määrittelevät ominaisuudet tulevat esille. Opettajan tulee muistaa, että osa matematiikan käsitteistä saattaa olla oppilaille tuttuja jo ennen kuin ne muodollisesti määritellään. Oppilaan aikaisemmat mielikuvat ja kokemukset käsitteestä muodostavat pohjan uuden oppimiselle. Konkreettien havaintovälineiden käyttäminen helpottaa usein käsitteen ymmärtämistä. Liiallinen ja yksipuolinen havaintovälineiden käyttö saattaa kuitenkin johtaa siihen, että apuväline hallitaan hyvin, mutta yhteys havainnollistamisen kohteena oleviin käsitteeseen jää syntymättä. (Clements 1984, 108 - 109.)

Käsitteet muodostavat olennaisen osan koulumatematiikan tietämystä ja toimintaa. Viime vuosina julkaistujen tutkimusten mukaan oppilaiden käsitteelliset valmiudet ovat kovin puutteelliset. (Kupari 1988, 69.) Yhtenä syynä tähän pidetään sitä, että matemaattisten käsitteiden opiskelussa keskitytään liikaa pintaominaisuuksiin: nimityksiin ja merkintäsymboleihin. Uskotaan, että käsitteiden oppiminen tapahtuu hyvin nopeasti, eikä oppijalle anneta mahdollisuutta havaita käsitteelle tunnusomaisia piirteitä tai osallistua itse käsitteen määrittelemiseen. Tällöin oppijalle jää ainoaksi vaihtoehdoksi käsitteelle valmiiksi annetun määritelmän ulkoa opetteleminen. Tämä johtaa siihen, että oppija ei osaa liittää käsitteen eri esitysmuotoja toisiinsa, vaan hän käsittelee niitä irrallisina. Käsitteellisten valmiuksien puutteellisuus vaikuttaa puolestaan siihen, että oppilaalla on vaikeuksia soveltaa oppimiaan matemaattisia tietoja ja taitoja. (Haapasalo 1991, 13 - 14, 19 - 20.)

### **Käsitteenmuodostusprosessin malli**

Haapasalon (1994) mukaan matemaattisessa käsitteenmuodostusprosessissa on kyse laajasta tiedonhankintaprosessista, jonka onnistuminen edellyttää osaprosesseihin jakamista ja oppilaan oman toiminnan aktivoimista sekä sen tarkoituksenmukaista säätelemistä. Haapasalo jakaa käsitteenmuodostusprosessin seuraaviin osaprosesseihin. (Haapasalo 1994, 202.) Kuviossa 2 esitellään Haapasalon kehittämän käsitteenmuodostusprosessin malli.



KUVIO 2. Käsitteenmuodostusprosessin osaprosessit (Haapasalo 1985, 133)

Orientoitumis- ja määrittelyvaihe muodostavat kokonaisuuden, jota Haapasalo nimittää käsitteen muovaamiseksi. Tälle vaiheelle on ominaista luovien työskentelymuotojen suosiminen. Orientoitumisvaiheessa opettaja järjestää oppilaalle ongelmatilanteen, jonka oppilas pystyy tulkitsemaan aiempien mentaalimalliensa avulla. Kun oppilas huomaa, että hänen käytettävissään olevat strategiat ovat ristiriidassa ongelman asettamien vaatimusten kanssa, syntyy loogis-kognitiivinen ristiriita. Tämä puolestaan herättää uteliaisuuden uutta opiskeltavaa asiaa kohtaan. Asetettua ongelmatilannetta ratkaistessaan oppilas joutuu osallistumaan aktiivisesti käsitteen oleellisten tunnusmerkkien havaitsemiseen. Samalla hän motivoituu etsimään sopivaa määritelmää käsitettä varten. Määrittelyvaiheen aikana opettaja auttaa oppilasta kokoamaan käsitteelle ominaiset tunnusmerkit. Jotta oppiminen olisi mahdollisimman helppoa, oppilaalle tarjotaan tehtäviä, joilla kullakin on oma selvä

funktionsa. (Haapasalo 1994, 203 - 204.)

Tutkimusten mukaan tunnistamisvaihe on osoittautunut yhdeksi käsitteenmuodostuksen tärkeimmistä vaiheista. Tunnistamisvaiheessa oppilaan tehtävänä on tutkia, kuuluuko annettu objekti jonkun käsitteen piiriin vaiko ei. Vaiheen tarkoituksena on opettaa oppilasta tunnistamaan käsitteen mahdollisimman monta edustajaa. Tämä edellyttää, että tehtävät ovat monipuolisia, sekä verbaalisia, kuvallisia että symbolisia. Vaikka käsitteen tunnistamisvaihe voikin olla melko nopeasti suoritettavissa, ei sen sivuuttaminen juuri koskaan ole perusteltua tai tarkoituksenmukaista. (Haapasalo 1985, 139 - 143; Haapasalo 1994, 205.)

Tuottamisvaiheessa oppilaan on tuotettava käsitteen jokin vaadittu esitysmuoto (esim. kuvallinen) lähtien jostain esitysmuodosta (verbaalisesta, symbolisesta tai kuvallisesta). Vaihe on huomattavasti vaativampi kuin tunnistaminen, sillä oppilaalla on käytettävissään ainoastaan käsite tai määritelmä. Tämän vuoksi on tärkeää, että tuottamista edeltää tunnistaminen, jossa sekä käsite että sen edustaja ovat näkyvillä. (Haapasalo 1985, 143 - 146; Haapasalo 1994, 206.)

Käsitteen lujittamista oppilaan tietoisuuteen tapahtuu koko ajan varsinkin tuottamisvaiheen aikana. Siitä huolimatta tätä osaprosessia tulee tarkastella aivan erillisenä, sillä sen onnistuminen edellyttää tunnistamis- ja tuottamisvaiheiden onnistunutta läpikäymistä. Lujittamisvaiheessa oppilaalle annetaan ratkaistavaksi laajempia ja monimutkaisempia tehtäviä, joissa opittua käsitettä sovelletaan uusiin tilanteisiin ja erilaisiin konteksteihin. (Haapasalo 1985, 146 - 148.)

### **5.3 Kertolaskun opettaminen toisella luokalla**

Yksi toisen luokan matematiikan keskeisimmistä sisältöalueista on kertolaskun käsitteen ymmärtäminen. Kertolaskun oppiminen vaatii oppilaalta vankkaa ja sujuvaa yhteenlaskun hallintaa, sillä kertolaskun käsite muodostetaan yhteenlaskun pohjalta. Voidakseen oppia kertolaskun oppilaan tulee hallita seuraavat asiat:



Oppilaan tulee osata laskea yhteen pitkiä yhteenlaskuja, joissa on yhteenlaskettavana sama luku.

Oppilaan on osattava lisätä kaksinumeroiseen lukuun yksinumeroinen luku myös tapauksessa, jossa esiintyy kymmenylitys.

Oppilaan on osattava vähentää yksinumeroinen luku kaksinumeroisesta luvusta myös tapauksessa, jossa vähenevä on täysi kymmen.

Oppilaan tulee hallita kertolaskuun liittyvät konkreetit tilanteet sekä näihin tilanteisiin liittyvät kielelliset ilmaukset. (Kalla, Miettinen, Paasonen & Sinnemäki 1983, 17.)

Kertolaskukäsitteeseen tutustuttaessa on tärkeää, että käsiteltävät ongelmat ovat lähellä oppilaiden arkielämän tilanteita. Käsitteen ymmärtämisen kannalta on keskeistä harjoitella ongelmanratkaisua ja matematiikasta puhumista. Jotta oppilaille muodostuisi mahdollisuus ymmärtää kerto- ja jakolasku toisilleen käänteisinä operaatioina, tulee niitä käsitellä heti alusta alkaen rinnakkain. (Haapasalo 1993b, 19.) Koska jakaminen on tuttu ilmiö useimmille oppilaille, voidaan se ottaa lähtökohdaksi uusia laskutapoja opeteltaessa. Kertolaskua opeteltaessa käytetään apuna konkreetteja materiaaleja ja oppilaiden aktiivisuutta suosivia, toiminnallisia työtapoja. Konkreettisia tilanteita luotaessa oppilaille tulee antaa mahdollisuus kertoa, kuinka he toimivat ja millaisia kertolaskuja syntyi. Opettajan kannattaa usein kontrolloida, että oppilaat ymmärtävät ja osaavat toiminnallisesti havainnollistaa kertolaskun; lähdetään liikkeelle kuvasta tai käytännön tilanteesta, jonka pohjalta kirjoitetaan kertolasku. Samoin harjoitellaan tilanteita, joissa annetusta kertolaskusta pitää piirtää, kertoa tai konkreettisen materiaalin avulla näyttää laskutapahtuma. Tällä tavoin toimien kerto- ja jakolaskun käsitteiden omaksuminen etenee toiminnallisten työskentelytapojen ja sanallisen kuvailun kautta vähitellen kohti symbolista esitystä. (Hartikainen, Heilä-Ylikallio & Hägglom 1995, 151 - 154; Ikäheimo 1995, 81 - 82.)

Kertolaskukäsitteeseen tutustuttaessa tulee heti alusta lähtien ottaa käyttöön oikeat nimitykset: kertoja, kerrottava ja tulo. Kun nimityksiä käytetään usein, niistä tulee vähitellen osa oppilaiden aktiivista sanavarastoa. Kertotaulujen oppimisen yhteydessä käydään läpi vaihdantalaki, sillä se helpottaa kertotaulujen automatisoimista. Oppilaiden kanssa voidaan yhdessä pohtia, missä käytännön tilanteissa voidaan soveltaa vaihdantala-

kia. (Hartikainen ym. 1995, 153, 173.) Huomiota tulee kiinnittää myös laskinten käyttötaitoon ja oppilaiden arviointitaidon kehittämiseen. Vaikka kertotaulujen ulkoaoppiminen onkin välttämätöntä, tulee niiden liiallista mekaanista harjoittelua välttää. (Haapasalo 1993b, 19.)

Näkemykset kertotaulujen käsittelyjärjestyksestä vaihtelevat suuresti sekä tutkijoiden, opettajien että oppimateriaalien laatijoiden kesken. Kerannon (1984) mukaan kertolaskun idean oppiminen ja opetus tulisi aloittaa 10 kertotauluun liittyvistä tarkasteluista. Aluksi huomio kiinnitettäisiin kertautuvaan yhteenlaskuun ja kymmenen välein luetteluun. Varsinaisista kertotauluista opeteltaisiin ensin viiden kertotaulu. Sitä seuraisi kahden, kolmen ja neljän kertotaulut tässä järjestyksessä. (Keranto 1984, 15.) Ikäheimon (1995) mukaan kertotaulujen käsittely tulisi aloittaa opettelemalla ulkoa kahden, kymmenen ja viiden kertotaulut. Tämän jälkeen opeteltaisiin yhden ja nollan kertotaulut. Vasta tämän jälkeen siirrytään kolmen ja neljän kertotaulujen opetteluun. (Ikäheimo 1995, 81.) Häggblomin (1995) Mieti ja laske -menetelmässä toisen luokan sisältöalueisiin kuuluvat kertotaulut 2 - 5 ja ne käsitellään tässä samassa järjestyksessä. Menetelmässä korostetaan, että käsitteenmuodostuksen helpottamiseksi tulee aluksi välttää ykkösellä jakamista. Sitä voidaan harjoitella myöhemmin, esimerkiksi päässä laskutehtävissä käyttämällä apuna konkreetteja havaintovälineitä. Vastaavalla tavalla voidaan yhdessä tutkia luvun jakamista itsellään. Vasta myöhemmin oppilaat käsittävät, ettei lukua voi jakaa nolllalla. Nollalla jakamisesta puhutaan vasta kerto- ja jakolaskun välisen yhteyden selviämisen jälkeen. (Hartikainen ym. 1995, 152.)

### **Kertolaskun opettaminen pelijakson aikana**

Oma käsityksemme kertolaskun opettamisjärjestyksestä muodostui edellä kuvaamiemme näkemysten pohjalta. Pelijakson aikana kertolaskun opettaminen eteni pääpiirteissään kuviossa 3 esitetyllä tavalla:

	Opetettava asia
1. kerta	toistetun yhteenlaskun kautta kertolaskuun, kertolaskun käsite ja kerto-merkki
2. kerta	sama kuin edellisellä kerralla
3. kerta	luvun 2 kertotauluun tutustuminen
4. kerta	luvun 2 kertotaulun hallinnan vakiinnuttaminen, vaidannaisuuden periaatteen oivaltaminen
5. kerta	luvun 5 kertotauluun tutustuminen
6. kerta	luvun 5 kertotaulun hallinnan vakiinnuttaminen
7. kerta	lukujen 2 ja 5 kertotaulujen kertaus, kerto- ja jakolaskun välisen yhteyden ymmärtäminen
8. kerta	luvun 3 kertotauluun tutustuminen
9. kerta	luvun 3 kertotaulun hallinnan vakiinnuttaminen
10. kerta	luvun 4 kertotauluun tutustuminen
11. kerta	luvun 4 kertotaulun hallinnan vakiinnuttaminen, lukujen 2, 3 ja 5 kertotaulujen kertaus

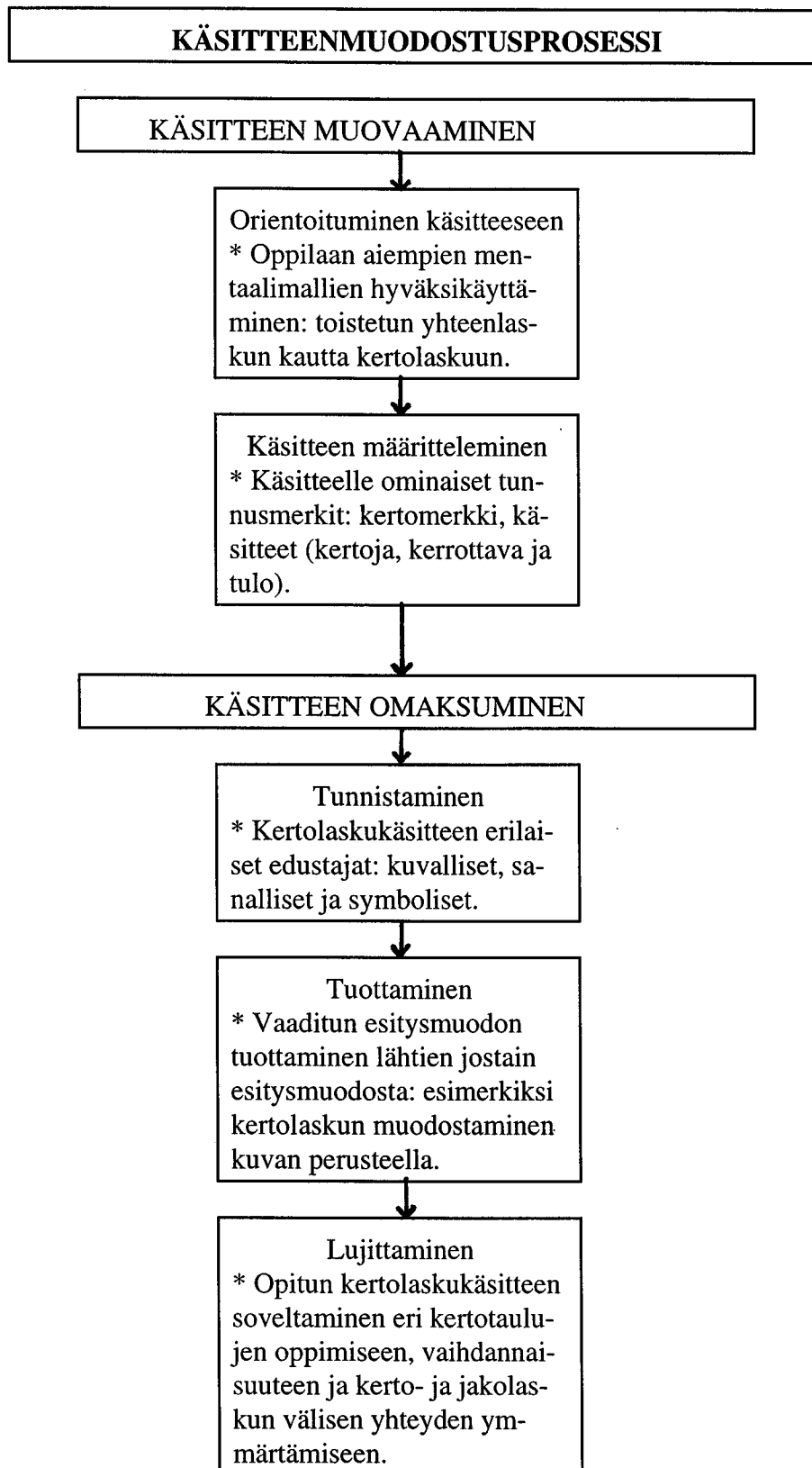
### KUVIO 3. Kertolaskun opettamisjärjestys pelijakson aikana

Kertolaskun käsite luonnollisilla luvuilla perustuu toistettuun yhteenlaskuun (Koponen 1992, 99). Omassa tutkimuksessamme painotimme yhteen- ja kertolaskun välisen vastaavuuden ymmärtämistä, sillä tämä on mielestämme keskeinen asia kertolaskukäsitteen sisäistämisen kannalta. Valitsimme kertotaulujen opettamisjärjestys on lähes sama kuin Ikäheimolla. Halusimme aloittaa lukujen 2 ja 5 kertotauluista, koska nämä ovat helpoimmat oppia. Lukujen 10, 0 ja 1 kertotauluja emme käsitelleet erikseen, vaan niillä kertominen sisältyi lukujen 2, 5, 3 ja 4 kertotaulujen opetteluun.

Kerto- ja jakolaskun käsitteleminen yhtä aikaa on tärkeää, jotta oppilas voi ymmärtää nämä toisilleen käänteisiksi operaatioiksi. Opetuskokeilussamme otimme tämän käänteisyyden esille vasta jakson puolivälissä, sillä halusimme ensin varmistaa kertolaskun keskeisten

käsitteiden ymmärtämisen. Koska jakolaskun käsitteenmuodostusprosessi kuuluu varsinaisesti kolmannen luokan tavoitealueisiin, käsitelimme jakamista ainoastaan sanallisten tehtävien muodossa. Jakolaskun merkitsemistapaa ja siihen liittyviä käsitteitä emme käyneet läpi. Kertolaskun vaihdannaisuuden otimme esille, sillä vaihdantalaki helpottaa kertotaulujen automatisoimista (Hartikainen ym. 1995, 153).

Valitsimme opetuskokeilumme perustaksi Haapasalon kehittämän käsitteenmuodostusprosessin mallin, sillä se tarjoaa mielestämme mahdollisuuden tarkastella kertolaskukäsitteen oppimista vaiheittain. Oppimisen jakaminen erillisiin osavaiheisiin helpottaa sekä oppimisprosessin suunnittelua, toteutusta että kontrollointia. Jaksomme eteni pääpiirteissään Haapasalon esittämän käsitteenmuodostusprosessin vaiheiden mukaisesti. Oppilaiden siirtyminen osavaiheesta toiseen tapahtui yksilöllisesti kertolaskukäsitteen ymmärtämisen myötä. Kuviossa 4 esittelemme kertolaskun käsitteenmuodostusprosessin etenemisen opetuskokeilumme aikana.



KUVIO 4. Käsitteenmuodostusprosessin osaprosessit sovellettuna kertolaskukäsitteen oppimiseen (Haapasalo 1985, 133.)

## 6 TUTKIMUKSEN VIITEKEHYS JA TUTKIMUSONGELMAT

Edellä kuvaamamme teoriataustan perusteella tutkimuksemme teorettinen viitekehys on muotoutunut seuraavanlaiseksi:



KUVIO 5. Tutkimuksemme teorettinen viitekehys

Tutkimuksemme lähtökohdan muodosti konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukainen aktiivinen oppija, joka toimintansa kautta konstruoi omat tietorakenteensa pelijakson aikana. Piaget'n teoriaan pohjautuen tutkimuksessamme pyrimme huomioimaan kunkin oppilaan yksilölliset edellytykset ja tarpeet sekä tukemaan matemaattisten käsitteiden omaksumista käyttäen apuna konkreettista materiaalia. Galperinin ja Brunerin teorioissa on yhtymäkohtia sekä konstruktivismiin että Piaget'n teoriaan, sillä näissä kaikissa oppijan omalla toiminnalla ja toimintamateriaalin käyttämisellä on keskeinen merkitys.

Uudistuvan matematiikan opetuksen perustan muodostava uusi opetussuunnitelma (1994) pohjautuu konstruktivistiseen oppimiskäsitykseen. Matematiikan opetussuunnitelman perusteissa korostuu toiminnallisten ja monipuolisten opetusmenetelmien käytön tärkeys erityisesti alkuopetuksessa. Omassa tutkimuksessamme toteutimme toiminnallista matematiikkaa oppimispelien avulla. Tutkimuksemme tavoitteena oli kertolaskukäsitteen omaksuminen oppilaille mielekkäällä tavalla.

Tutkimuksessamme etsimme vastausta seuraaviin ongelmiin:

- 1 Kuinka oppilaat toimivat eri peleillä pelien avulla tapahtuvassa matematiikan opetuksessa?
  - 1.1 Kuinka alkukokeessa heikosti, keskitasoisesti ja hyvin menestyneet oppilaat toimivat eri peleillä?
  - 1.2 Kuinka tytöt ja pojat toimivat eri peleillä?
  
- 2 Kuinka oppilaat oppivat kertolaskun pelien avulla tapahtuvassa matematiikan opetuksessa?
  - 2.1 Kuinka alkukokeessa heikosti, keskitasoisesti ja hyvin menestyneet oppilaat oppivat kertolaskun pelien avulla?
  - 2.2 Kuinka tytöt ja pojat oppivat kertolaskun pelien avulla?

## 7 TUTKIMUSMENETELMÄ

### 7.1 Tutkimusmenetelmän valinta

Tapaustutkimuksella tarkoitetaan empiiristä tutkimusta, joka monipuolisia ja monilla eri tavoilla hankittuja tietoja käyttäen tutkii nykyistä tapahtumaa tai toimivaa ihmistä sen omassa ympäristössä (Yin 1994, 13). Tapaustutkimus kohdistuu aina nykyhetkeen ja se tapahtuu todellisessa tilanteessa. Tapaustutkimuksessa ollaan kiinnostuneita enemmän prosessista kuin tuloksesta, koko ympäristöstä eikä siitä eristetyistä yksittäisistä muuttujista, uuden oivaltamisesta eikä aikaisempien tutkimuksien näkemysten todentamisesta. Tapaustutkimus soveltuu hyvin opetuksen ja oppimisen tutkimiseen, jossa on kyseessä käytännön ongelmien kokonaisvaltainen tarkastelu ja kuvaus, jota ei voi tehdä irrallaan jostain tietystä tilanteesta. Tapaustutkimuksen avulla opetusta tai muuta tutkimuksen kohteena olevaa tilannetta tai tapahtumaketjua voidaan ymmärtää entistä syvällisemmin kaikkien osallistujien kannalta. (Syrjälä, Ahonen, Syrjäläinen & Saari 1994, 11 - 13.)

Tapaustutkimuksen syvyys ja yksityiskohtaisuus johtuu tutkittavien tapausten pienestä määrästä. Tutkija valitsee tapaukset omien tutkimustarpeidensa mukaan. Tapaustutkimus on erityisen käyttökelpoinen silloin, kun tarkoituksena on ymmärtää jotain erityistä ihmistä, ongelmaa tai ainutlaatuista tilannetta syvällisesti. (Patton 1990, 53 - 54.) Tapaustutkimuksen kiinnostuksen kohteena voi olla jonkun yksittäisen kohteen, esimerkiksi koulun tai luokan toiminta, yksilö, jokin arkielämässä tapahtuva toiminto, organisaatio tai ajanjakso (Syrjälä ym. 1994, 10). Omassa tutkimuksessamme tutkimuskohteena oli kuusi tapausoppilasta.

Tapaustutkimuksen perimmäisenä lähtökohtana on **yksilön kyky tulkita** inhimillisen elämän tapahtumia ja muodostaa merkityksiä maailmasta, jossa he toimivat ja elävät. Tapaustutkimus on **kokonaisvaltaista** ja systemaattista kuvausta tutkittavasta ilmiöstä, jota tarkastellaan eri näkökulmista ilman, että ilmiötä pilkotaan yksittäisiin, mitattaviin muuttujiin. Se on myös **monitieteistä**, sillä teoriataustaa ja menetelmiä valitaan eri tieteiden teorioita ja menetelmiä yhdistellen. Tapausta tutkitaan **luonnollisesti** eli sitä tutkitaan sen



omassa luonnollisessa ympäristössä, naturalistisesti. Olennaista tutkimusaineistoa koottaessa on, että tutkittava ja tutkija ovat **vuorovaikutuksessa** keskenään. Tutkija on mukana tutkimuksessa omine kokemuksineen ja tutkittavat ovat itsenäisiä, ajattelevia ja toimivia yksilöitä. Tapaustutkimus on **joustavaa** siinä mielessä, että tutkija hankkii tietoja sieltä, mistä niitä voidaan saada. Joustavuus tulee näkyviin myös siinä, että tutkimus voi muuttua monin eri tavoin tavoitteeltaan ja toteutukseltaan tilanteen olosuhteiden perusteella. Ominaista tapaustutkimukselle on **arvosidonnaisuus**. Tutkimuksessa myönnetään, että tutkija toimii oman persoonallisuutensa ja arvomaailmansa määräämällä tavalla. Nämä luonnollisesti vaikuttavat siihen näkemykseen, jonka hän muodostaa tutkittavasta ilmiöstä. (Syrjälä & Numminen 1988, 8 - 11; Syrjälä ym. 1994, 13 - 15.)

Tutkijalla on aina ennen kentälle menoa mielessä kysymyksiä ja ongelmia, joihin hän etsii vastauksia. Tapaustutkimuksessa ongelmat täsmentyvät vasta vähitellen tutkimuksen edetessä. (Syrjälä & Numminen 1988, 16.) Ongelmien tarkentumisessa tutkijan kentällä tekemät havainnot sekä teoreettinen perehtyminen aiheeseen ja aikaisempiin tutkimuksiin on oleellista (Syrjälä ym. 1994, 21).

Tapaustutkimuksen aloitus edellyttää erilaisten lupien hankkimista tutkimuskohteen osalta (Syrjälä & Numminen 1988, 84 - 85). Omaa tutkimustamme varten hankimme luvat koulun rehtorilta, tutkimusluokkamme opettajalta ja luokan oppilaiden vanhemmilta (Liitteet 1 - 2). Tapaustutkimuksen tavoitteet ja toteutus vaihtelevat huomattavasti erilaisissa tilanteissa. Yhteistä kaikille kuitenkin on, että tutkittavasta tapauksesta kootaan mahdollisimman monenlaista tietoa. Tavallisesti tutkija havainnoi, haastattelee, käyttää valokuvia, dioja ja videoita. Tämä niin sanottu triangulaatio on tapaustutkimuksen metodologian keskeinen piirre. Tapaustutkimuksessa pyritään tutkittavan ilmiön kokonaisvaltaiseen ymmärtämiseen ja tällöin triangulaatiolla on olennainen merkitys. (Syrjälä & Numminen 1988, 77 - 78.) Omassa tutkimuksessamme käytimme useita erilaisia tiedonkeruumenetelmiä, jotka mahdollistivat aineiston tarkastelun useasta eri näkökulmasta. Eri menetelmin saadut tiedot täydensivät toisiaan ja lisäsivät näin tutkimuksen luotettavuutta.

Tapaustutkimuksessa saatava kvalitatiivinen tieto on hyvin elämänläheistä, elävää ja se kuvaa yksityiskohtaisesti ihmisten arkielämän tilanteita, kokemuksia ja tunteita.

Kvalitatiiviselle tutkimukselle on olennaista, että koottu tieto on kiinteässä yhteydessä tutkittavaan ilmiöön ja se tarjoaa välähdyksiä elävästä elämästä usein ihmisten omalla kielellä kerrottuna. Tämän vuoksi on yleistä, että tutkimuksen raportoinnissa on mukana suoria lainauksia ihmisten puheesta ja kirjoituksesta. (Syrjälä & Numminen 1988, 80 - 81.)

Kvalitatiivinen tapaustutkimus voidaan luokitella etnografiseksi, evaluatiiviseksi, kasvatukselliseksi tai toimintatutkimukseksi (Syrjälä & Numminen 1988, 23). Opinnäyte-  
töitä on usein vaikea luokitella puhtaasti johonkin luokkaan kuuluvaksi. Oma tutkimuksemme on **lähinnä toimintatutkimusta**. Syrjälän ja Nummisen (1988) mukaan toimintatutkimuksella tarkoitetaan käytännössä toimivan henkilön tekemää oman toimintansa tutkimista. Toimintatutkimuksen avulla pyritään parantamaan kasvatuksellisia käytänteitä ja ymmärtämystä niitä kohtaan. (Syrjälä & Numminen 1988, 50.) Myös meidän tutkimuksemme tarkoituksena oli tutkia ja kehittää nykyistä matematiikan opetusta.

Toimintatutkimus suoritetaan kentällä käytännön ongelmien ratkaisemiseksi. Tutkija toimii tutkimassaan käytännössä. Siellä hän ei ole kuitenkaan yksin, vaan kaikki osallistujat toimivat yhdessä etsien vastauksia käytännön ongelmiin. (Syrjälä & Numminen 1988, 51.) Omassa tutkimuksessamme vallitsi tutkijoiden kesken tiivis yhteistyö. Suunnittelimme ja toteutimme koko tutkimuksen yhdessä. Jatkuvat keskustelut tutkimusluokkamme opettajan kanssa olivat myös merkittävä osa tutkimuksen empiirisen osuuden suorittamista.

Toimintatutkimukselle on tyypillistä jatkuvaan harkintaan perustuva vaiheittainen prosessi, jossa edetään suunnitelman teosta toimintaan, jota havainnoidaan ja muutetaan saatujen kokemusten perusteella. Toimintatutkimukselle tyypillisellä syklisyydellä tarkoitetaan, että tutkimuksen edellisessä vaiheessa saatuja luokituksia on mahdollista tarkistaa syklin seuraavassa vaiheessa. (Syrjälä ym. 1994, 30, 48.) Tekemässämme tutkimuksessa suunnittelu, ohjelman kokeilu ja osallistuva havainnointi muodostivat olennaisen osan. Vaikka tutkimukseemme sisältyikin jatkuvaa itsereflektointia ja opetuskokeilun kehittämistä tekemiemme havaintojen perusteella, ei syklisyyttä mielestämme esiintynyt toimintatutkimukselle tyypillisellä tavalla. Pelijakso muodosti kokonaisuutena yhden syklin ja tehtyjen havaintojen tarkistaminen syklin seuraavassa vaiheessa edellyttäisi jatkotutkimusta.

## 7.2 Tutkimuksen toteuttaminen

Suoritimme tutkimuksen empiirisen osuuden peruskoulun 2. luokalla 1.11. - 9.12.1996 välisenä aikana. Keväällä 1996 otimme ensimmäisen kerran yhteyttä kyseisen luokan opettajaan ja kysyimme hänen halukkuuttaan yhteistyöhön. Tällöin sovimme alustavasti, että suoritamme Opettajaharjoittelu 4 ja tutkimuksen empiirisen osuuden kyseisessä luokassa.

Halusimme suorittaa tutkimuksemme alkuopetuksen toisella luokalla, koska koimme alkuopetuksen kiinnostavaksi ja monipuoliseksi tutkimuskohteeksi. Osaltaan tähän vaikutti myös se, että olemme molemmat erikoistuneet alkuopetukseen. Tutkimuskohteeksi valitsimme kyseisen luokan, koska luokan opettaja on hyvin kiinnostunut matematiikan opetuksen kehittamisestä ja ollut mukana suunnittelemassa matematiikan oppikirjoja. Kertolaskun valitsimme pelijakson aiheeksi sen selkeärajaisuuden vuoksi. Alunpitäen tarkoituksenamme oli opettaa lukujen 2, 5 ja 3 kertotaulut. Luokan opettajan toivomuksesta opetimme lisäksi myös luvun 4 kertotaulun.

### Tutkimusasetelma

Tutkimusasetelmamme on seuraavanlainen:

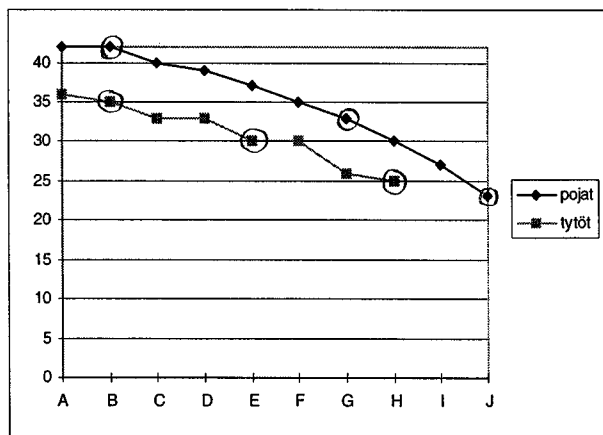
<b>ALKUKOE</b> * MAKEKO-koe * tapausoppilaiden valinta	<b>PELIJAKSON TOTEUTUS</b> * 11 tuntia * lukujen 2, 3, 4 ja 5 kertotaulujen harjoittelu pelien avulla ----- * välihaastattelu	<b>LOPPUKOE</b> * tutkijoiden itse laatima * mielipidekysely ----- * loppuhaastattelu
videointi ja osallistuva havainnointi		

KUVIO 6. Tämän tutkimuksen asetelma

## Tapausoppilaiden valinta

Tutkimuksemme tarkoituksena oli tutkia alkumittauksessa hyvin, keskitasoisesti ja heikosti menestyneiden oppilaiden pelimateriaalilla toimimista sekä kertolaskun oppimista. Tämän vuoksi valitsimme 6 tapaushenkilöä, joista kolme oli tyttöjä ja kolme poikia. Tapausoppilaiden valinta tapahtui MAKEKO-kokeen ja opettajan suorittaman arvioinnin perusteella.

Tutkimuksen kannalta pelitunnit oli pidettävä puolelle luokalle kerrallaan. Tutkimuskohteena olevassa luokassa osa opetuksesta tapahtuu puolen luokan ryhmätunneilla. Halusimme noudattaa luokassa jo valmiina olevaa ryhmäjakoa, jotta luokan lukujärjestykseen ei tulisi tarpeettomia muutoksia. Tämän vuoksi valitsimme kolme tapausoppilasta kummastakin ryhmästä. Oppilaiden MAKEKO-kokeessa saamat pistemäärät on kuvattu kuviossa 7. Valitsemamme tapausoppilaat on ympyröity.



KUVIO 7. Oppilaiden alkukokeessa saamat pistemäärät

A-ryhmä:

MAKEKO-kokeessa kahdella hyvin menestyneellä tytöllä oli ainoastaan yhden pisteen ero pistemäärässä. Luokan opettaja oli myös sitä mieltä, että tyttöjen suoriutuminen matematiikassa on hyvin samantasoista. Valitsimme tytön B, koska muutoin B-ryhmään olisi tullut neljä tapausoppilasta. Tämä olisi ollut mahdotonta videoinnin ja havainnoinnin kannalta. Tyttö E ja poika G suoriutuivat alkukokeessa keskitasoisesti suhteessa koko luokan pistemääriin. Myös opettajan mielestä he edustavat luokan keskitasoa.

tyttö B = alkumittauksessa hyvin menestynyt  
 tyttö E = alkumittauksessa keskitasoisesti menestynyt  
 poika G = alkumittauksessa keskitasoisesti menestynyt

B-ryhmä:

Kaksi poikaa sai täydet pisteet MAKEKO-kokeessa. Valitsimme pojan B, koska luokan opettajan mielestä hän on halukkaampi ilmaisemaan ajatuksiaan kuin toinen poika. Tyttö H ja poika J saivat alkukokeessa huonoimmat pistemäärät.

poika B = alkumittauksessa hyvin menestynyt  
 tyttö H = alkumittauksessa heikosti menestynyt  
 poika J = alkumittauksessa heikosti menestynyt

### 7.3 Tiedonkeruumenetelmät

Tutkimuksessamme pyrimme keräämään aineistoa mahdollisimman monipuolisesti. Käytimme tiedonkeruumenetelminä alku- ja loppukoetta, seurantalomaketta, osallistuvaa havainnointia, videointia, kenttämuistiinpanoja, haastattelua, osallistumislomaketta ja mielipidekyselyä.

#### 7.3.1 Alkukoe

MAKEKO-koe on H. Ikäheimon, H. Putkosen ja E. Voutilaisen kehittämä testistö, jonka avulla saadaan yksityiskohtaista tietoa matematiikan keskeisen oppiaineen eri osa-alueiden hallinnasta. Keskeisellä oppiaineella tarkoitetaan sellaista oppiainesta, jonka omaksuminen on tavoitteena jokaisen oppilaan kohdalla ja jonka hallinta on edellytyksenä uusien asioiden oppimiselle. Jokaista luokkatasoa varten on yksi koe. Luokkakohtaisissa tuloksissa on odotettavissa vain vähän hajontaa, koska kokeet mittaavat ainoastaan matematiikan keskeisen oppiaineen hallintaa. Kokeita laadittaessa on pyritty siihen, että kukin tehtävä mittaa vain yhtä asiaa. Oppilaiden tekemien virheiden perusteella opettaja saa runsaasti tietoa heikosti menestyvien oppilaiden vaikeuksista. Luokkakohtaisten tulosten perusteella on mahdollista kartoittaa matematiikan oppimisvaikeuksien yleisyys. (Ikäheimo, Putkonen & Voutilainen 1988.)

Tutustuessamme tutkimusaiheitamme käsittelevään kirjallisuuteen huomasimme, että useissa matematiikkaa koskevissa tutkimuksissa on käytetty alkumittarina MAKEKO-koetta. Koska koe on tehty 1980-luvun lopulla, etsimme mahdollista uudempaa versiota. Saimme selville, että Turun Oppimiskeskuksessa on laadittu matemaattisen ajattelun perusvalmiuksia mittaava testistö koulutulokkaille ja 1. luokan oppilaille. Koska tämä diagnostinen testistö on laadittu uusien tutkimustulosten perusteella, olisimme halunneet käyttää sitä omassa tutkimuksessamme. Tämä ei kuitenkaan ollut mahdollista, sillä toisen luokan matematiikan oppimisvalmiuksia mittaava testistö on vasta suunnitteilla. (J. Lepola, henkilökohtainen tiedonanto 9.8.1996)

Tiedustelimme Hannele Ikäheimolta, onko MAKEKO-kokeesta olemassa uudempaa versiota. H. Ikäheimon (henkilökohtainen tiedonanto 4.10.1996) mukaan kokeesta testattavat asiat ovat säilyneet vuosien varrella samoina. Koetta voi käyttää omien tarpeiden mukaan soveltaen. Koska MAKEKO-kokeen tekijät eivät halua koetta julkiseen levitykseen, sitä ei ole liitteenä.

Testataksemme MAKEKO-kokeen soveltuvuutta alkumittariksi käytimme sitä kenttäharjoittelussa keväällä 1996. Ensimmäiselle luokalle pidimme kokeen, joka on tarkoitettu pidettäväksi 1. luokan lopussa ja 2. luokan alussa. Toiselle luokalle pidetty koe on vastaavasti tarkoitettu pidettäväksi 2. luokan lopussa ja 3. luokan alussa. Kokeet osoittautuivat liian helpoiksi kummallekin luokalle. Tasoeroja oppilaiden välillä ei ilmennyt. Koska alkukokeeltamme edellytettiin erottelevuutta, valitsimme testiksi 2. luokan lopussa ja 3. luokan alussa pidettäväksi tarkoitetun kokeen. Kokeesta otimme pois ne tehtävät, joita tutkimusluokassamme ei oltu vielä käsitelty. Saadaksemme etukäteen tietoa oppilaiden kertolaskun hallinnasta, jätimme kokeeseen kertolaskukäsitteeseen liittyvät tehtävät.

Pidimme tutkimusluokalle MAKEKO-kokeen 1.11.1996. Koetta varten oli varattu aikaa yksi tunti. Käyttämämme MAKEKO-kokeen ensimmäisessä osiossa oli suullisia päässälaskuja, jotka opettaja luki ääneen. Oppilaan tehtävänä oli kirjoittaa kokeeseen pelkkä vastaus. Seuraavissa tehtävissä testattiin lukukäsitteen hallintaa sekä yhteen- ja vähennyslaskua päässälaskien. Sovellustehtävien jälkeen oli mittayksiköitä (aika, pituus ja

massa) käsitteleviä tehtäviä. Viimeisissä tehtävissä mitattiin kertolaskun käsitteen hallintaa.

### **7.3.2 Seurantalomake**

Tapausoppilaiden seurannan ja videonauhojen analysoinnin tukena oli suunnittelemamme seurantalomake, jossa sovelsimme Likert-asteikkoa tämän tutkimuksen tarpeiden mukaisesti (Liite 3). Jotta samaa lomaketta voitiin käyttää useammalla tunnilla, havainnoija merkitsi valitsemansa vaihtoehdon kunkin väittämän perään. Yksi pystyrivi vastasi siis yhtä peliä. Lomake oli jaettu kahteen osaan tutkimuksen pääongelmien mukaan. Ensimmäinen osio käsitteli kertolaskun oppimista. Väittämien avulla pyrimme selvittämään, kuinka oppilas hallitsee opiskeltavan asian. Avoimilla kysymyksillä halusimme saada tarkemmin selville oppilaan ajattelustrategioita. Muita huomioita -kohtaan kirjoitimme suoria lainauksia oppilaan puheesta. Lomakkeen toisessa osiossa olevat väittämät käsittelevät materiaalien valintaa ja niillä toimimista. Seurantalomakkeen ensimmäisessä ja toisessa osiossa suurin osa kysymyksistä oli samoja. Päädyimme tähän ratkaisuun, koska näin halusimme selvittää, onko väittämän kuvaama asia yhteydessä kertolaskun oppimiseen vai materiaalilla toimimiseen tai kenties molempiin.

Kokonaisuutena seurantalomaketta oli helppo täyttää ja se soveltui sekä oppilaiden havainnointiin että videoaineiston analysointiin. Joidenkin väittämien kohdalla oli vaikea tietää, johtuuko oppilaan toiminta materiaalista vai kertolaskun oppimisesta.

### **7.3.3 Osallistuva havainnointi**

Bogdan ja Taylor (1975) määrittelevät osallistuvan havainnoinnin intensiiviseksi vuorovaikutusjaksoksi tutkittavan ja tutkittavien välillä tutkimuskohteen omassa sosiaalisessa ympäristössä. (Bogdan & Taylor 1975, 5). Osallistuvan havainnoinnin avulla on tarkoitus ymmärtää ilmiöitä, tapahtumia tai käyttäytymistä (Stenhouse 1988, 51). Vuorovaikutuksen tulee tapahtua kohteen ehdoilla, ja tutkija saa vaikuttaa tapahtumien kulkuun mahdollisimman vähän. Kuitenkaan tutkijalle ei riitä pelkkä passiivinen sivusta seuraajan rooli, vaan tutkijan ja tutkittavan välillä tulisi olla luonnollisia sosiaalisia vuorovaikutussuhteita, joilla on merkitystä molemmille osapuolille. (Grönfors 1982, 93,

97.)

Opetusta koskevassa tutkimuksessa tutkijan rooli voi olla osallistuva havainnoitsija, sillä luokassa käy usein muitakin havainnoitsijoita. Oppilaat hyväksyvät tällaisen roolin eikä se häiritse tutkimustilannetta. (Syrjälä & Numminen 1988, 87.) Omassa tutkimuksessamme meillä oli osallistuvina havainnoijina opettajan rooli. Rooli on oppilaille tuttu, koska luokassa on jatkuvasti opetusharjoittelijoita. Tästä huolimatta koimme tärkeäksi tutustua luokkaan ja sen toimintaan ennen tutkimuksen alkua. Seurasimme luokan toimintaa parin viikon ajan ja pidimme myös itse muutamia tunteja.

Tutkimuksemme aikana ohjaavan ja havainnoivan tutkijan roolit vaihtuivat meidän kesken. Ohjaavan tutkijan pitäessä tuntia havainnoiva tutkija havainnoi yhtä tapausoppilasta käyttäen apunaan seurantalomaketta. Lomakkeen avulla varmistimme, että keskeiset asiat tuli huomioiduksi jokaisen tapausoppilaan kohdalla. Havainnoiva tutkija pyrki vaikuttamaan pelin kulkuun mahdollisimman vähän. Vuorovaikutus tutkijan ja tutkittavan välillä koettiin kuitenkin tärkeäksi, koska sen avulla oli mahdollista saada tarkempaa tietoa oppilaan käyttämisestä ajattelustrategioista. Koska opetus oli hyvin oppilaskeskeistä, myös ohjaavalla tutkijalla oli mahdollisuus tehdä tapausoppilaita koskevia täydentäviä havainnointeja.

#### **7.3.4 Videointi**

Tapauksen havainnoinnissa on suositeltavaa käyttää videota apuna, sillä kuvien avulla tutkija muistaa paremmin tilanteet ja paikalla olleet henkilöt, kuin lukiessaan pelkästään omia muistiinpanoja. Videonauhan katselun avulla paljastuu usein yksityiskohtia, jotka voivat luonnollisessa tilanteessa jäädä huomioimatta. (Grönfors 1982, 141 - 142.) Videoinnin avulla tutkija voi palauttaa mieleensä kokonaisvaltaisesti tutkimustilanteen, sillä videokamera tallentaa sekä sanatarkasti keskustelun että nonverbaalin vuorovaikutuksen (Carpenter 1986, 25, 59.) Videonauhan avulla on mahdollista katsoa mikä tahansa tutkimuksen osa uudelleen niin monta kertaa kuin halutaan (Leinhardt 1988, 493 - 494).

Kameran käyttö saattaa vaikuttaa tutkittavien käyttäytymiseen. Kameraan voidaan kuitenkin



tottua, kun se on paikalla riittävän pitkän aikaa. (Grönfors 1982, 142 - 143.) Leinhardtin (1988) mukaan videonnin onnistumisen edellytyksenä on, että videoijat ja videokamera ovat tuttuja tutkittavalle kohteelle. Siksi on tärkeää, että kuvaajat tutustuvat tutkimuskoh-teeseensa ensin itse ja sen jälkeen vasta tuovat kameran luokkaan. (Leinhardt 1988, 494 - 495.)

Omassa tutkimuksessamme käytimme aineiston keräämisessä apuna videokameraa. Emme kuvanneet itse tapausoppilaita, vaan meillä oli kaksi ulkopuolista kuvaajaa. Ennen tutkimuksen alkua tutustuimme luokkaan ja videoimme muutamia tunteja. Koska videointi oli luokan oppilaille ennestään tuttua, ei videokamera aiheuttanut luokassa suurta ihmetystä. Poikkeuksena yksi tapausoppilas, jota kameran läsnäolo häiritsi varsinkin tutkimuksen alussa. Tuntien lisäksi myös väli- ja loppuhaastattelut videoitiin. Videot analysoitiin seurantalomaketta apuna käyttäen.

### **7.3.5 Kenttämuistiinpanot**

Kenttätöyssä muistiinpanot tilanteesta kannattaa tehdä mahdollisimman pian havainnoinnin jälkeen. Jos tutkimustilannetta ei häiritse, muistiinpanovälineet tulisi pitää esillä. Kätevä tapa muistiinmerkitsemisessä on avainsanojen kirjoittaminen, joilla pyritään myöhemmin palauttamaan mieleen mahdollisimman paljon tilanteesta. Tavallisten kenttämuistiin-panojen lisäksi on suositeltavaa pitää kenttäpäiväkirjaa, johon päivittäin tehdään merkintöjä. Sen tarkoituksena on tutkimuksen yleisen kulun, menetelmällisten asioiden ja tutkijan omien arvioivien kommenttien kirjaaminen. Kenttäpäiväkirjana voidaan käyttää vihkoa tai päiväkirjanomaista kalenteria. (Grönfors 1982, 130, 135 - 136.)

Kenttämuistiinpanoja kirjoitimme sekä tuntien aikana että päivän päätteeksi. Toisen tutkijan pitäessä tuntia havainnoiva tutkija kirjoitti muistiinpanoja tapausoppilaiden toiminnasta. Muistiin kirjasimme myös oppilaiden esittämiä mielipiteitä ja suoria lainauksia heidän puheestaan. Kenttäpäiväkirjaan kirjoitimme ajatuksiamme ja tuntemuksiamme, joita selaillessamme olemme hyvin pystyneet palauttamaan asiat ja tilanteet mieliimme. Nämä kenttämuistiinpanot ovat analysointivaiheessa olleet hyvin hyödyllisenä tukena tulkintojen tekemisessä.

### 7.3.6 Haastattelu

Haastattelua käytetään täydentämään ja syventämään havainnoimalla saatuja tietoja, sillä haastattelu harvoin yksinään käytettynä on riittävä aineistonkeruumenetelmä (Syrjälä ym. 1994, 88). Haastattelun tarkoituksena on saada selville, mitä tutkittavan mielessä on hänen tehdessään omia ratkaisujaan, koska niitä ei voi havainnoida. Haastattelun avulla siis päästään syvemmälle tutkittavan ajatuksista. Tutkijan on vaikea havainnoida etenkin tutkittavan tunteita, ajatuksia ja aikaisempia tapahtumia. (Patton 1990, 278.)

Haastattelutilanne vaatii ennalta tehtyjä valmisteluja. Tutkijan on laadittava haastattelurunko, mikä pohjautuu tutkimuksen teoriaan sekä havainnoinnin kautta tulleeseen informaatioon tutkittavasta aiheesta. (Syrjälä ym. 1994, 86.) Haastattelijan rooli on keskeinen haastattelussa, sillä hän johdattelee keskustelua eteenpäin ja tarvittaessa ohjailee keskustelun siihen suuntaan, että teema-alueet tulevat kartoitetuksi. (Syrjälä & Numminen 1988, 95; Grönfors 1982, 106.) Haastattelun pituus tulisi olla sellainen, että olennaiset asiat saadaan selville, mutta haastateltava ei kuitenkaan kyllästyisi. Haastattelupaikan ja -ajan valinnassa tulee huomioida, että haastateltava pystyy rentoutumaan ja keskittymään ilman häiriötekijöitä. (Grönfors 1982, 110 - 111.)

Kvalitatiivista haastattelua voidaan toteuttaa monilla eri tavoilla. Käyttämämme haastattelumenetelmä oli lähinnä keskusteluhaastattelua. Keskusteluhaastattelua käytetään usein osallistuvan havainnoinnin ohessa. Tällöin tutkija ei ole etukäteen selvillä siitä, mitä hän voi oppia haastattelun yhteydessä. Kysymykset muotoillaan tilanteen mukaan ja jokaiselta tutkittavalta kootaan erilaisia tietoja. Samaa henkilöä voidaan haastatella useita kertoja. Tutkittavat eivät välttämättä tiedä, että heitä haastatellaan. Tilanteesta voidaan tehdä muistiinpanoja joko haastattelun aikana tai vasta sen päätyttyä. Apuna voidaan myös käyttää esimerkiksi videokameraa. (Syrjälä & Numminen 1988, 100.)

Suoritimme tapausoppilaille kaksi haastattelua. Välihaastattelun pidimme kuudennen pelitunnin jälkeen (22.11.1996) ja loppuhaastattelun pelijakson päätteeksi (9.12.1996). Haastattelujen avulla tarkensimme käsitystämme tapausoppilaiden kertolaskun hallinnasta sekä heidän käyttämistään ajattelustrategioista. Haastattelut suoritimme kahdelle

alkukokeessa samantasoisesti menestyneelle tapausoppilaalle kerrallaan. Haastattelua varten olimme valinneet pelin, jota oppilaat pelaavat. Välihaastattelussa oppilaat pelasivat Onnenpyörää ja loppuhaastattelussa Trivialia. Valitsimme nämä pelit, koska niissä on mahdollista testata kaikkien siihen asti opittujen asioiden hallintaa.

Haastattelu kesti noin 15 minuuttia ja siinä olivat läsnä molemmat tutkijat. Oppilaiden pelatessa peliä toinen tutkijoista kyseli, kuinka oppilaat päätyivät kyseisiin ratkaisuihin. Kaikilta tapausoppilailta pyrittiin saamaan selville samat asiat. Mikäli asia ei selvinnyt pelin yhteydessä, kysyimme sitä oppilaalta pelin jälkeen. Toinen tutkijoista toimi haastattelijana ja toinen videoijana. Tutkimusaineistoa analysoidessamme pohdimme haastattelemalla saatuja tuloksia ja vertasimme niitä muilla tiedonkeruumenetelmillä saatuihin tuloksiin.

### **7.3.7 Osallistumislomake**

Osallistumislomakkeen avulla halusimme saada selville, mitä pelejä tapausoppilaat pelaavat ja mitä mieltä he ovat peleistä (Liite 4). Lomakkeen avulla pystyimme varmistamaan, että oppilas ei pelaa jatkuvasti samoja pelejä. Oppilaat muistivat kirjoittaa pelaamansa pelin nimen lomakkeeseen heti pelin loputtua ja muutoinkin lomakkeen täyttäminen sujui oppilailta ongelmitta.

### **7.3.8 Loppukoe**

Loppukokeen tarkoituksena oli selvittää, kuinka oppilaat olivat oppineet pelijakson aikana opetetut kertolaskun käsitteeseen liittyvät asiat (Liite 5). Kokeen alussa oli kolme sanallista kertolaskutehtävää, jotka luimme ääneen. Seuraavissa tehtävissä testasimme yhteen- ja kertolaskun välisen vastaavuuden ymmärtämistä sekä kertolaskun muodostamista kuvasta. Toisella sivulla oli kertotaulujen hallintaa mittaavia tehtäviä sekä tehtäviä, joissa oppilaan piti kirjoittaa tuloon sopiva kertolasku. Viimeisenä oli sanallisia jakolaskutehtäviä.

### **Mielipidekysely pelijaksosta**

Jakson lopussa pidimme koko luokalle kyselyn, jolla halusimme saada selville heidän mielipiteensä pelijaksosta ja eri peleistä. Kysely sisälsi sekä avoimia että monivalintakysymyksiä (Liite 6).

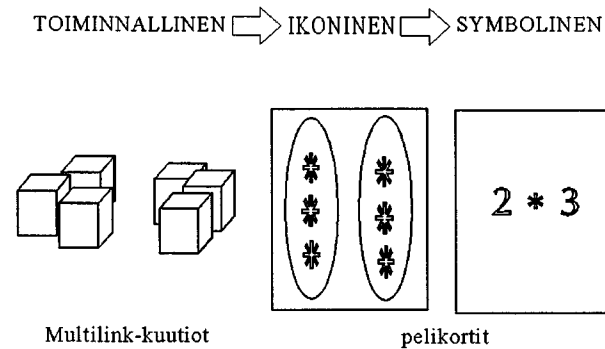
### **7.4 Pelijakso**

Pitämämme pelijakso kesti yhteensä 11 tuntia. Pelitunteja oli kolme kertaa viikossa ja ne pidettiin omassa luokassa puolelle ryhmälle kerrallaan. Jaksoa suunnitellessamme asetimme tiedollisiksi tavoitteiksi yhteen- ja kertolaskun välisen vastaavuuden ymmärtämisen, kertolaskun idean oivaltamisen, kertotaulujen 2, 5, 3 ja 4 oppimisen sekä vaihdannaisuuden ja kerto- ja jakolaskun välisen vastaavuuden ymmärtämisen. Kertolaskun oppimisen etenemisen olemme kuvanneet aiemmin (ks. kuvio 3, s. 47). Affektiivisiksi tavoitteiksi asetimme oppimisen kokemisen kiinnostavaksi ja motivoivaksi. Sosiaalisissa tavoitteissa painotimme parin kanssa tapahtuvan oppimisen kokemista palkitsevaksi.

Pelijaksoa varten teimme tuntisuunnitelmat, joista ilmeni tunnille asetetut tavoitteet, käytettävät pelit sekä kotitehtävät. Valmistimme suurimman osan peleistä itse. Peli-ideoita saimme oppimispelejä käsittelevästä kirjallisuudesta sekä soveltamalla valmiita pelejä kertolaskun oppimista varten. Osan peleistä keksimme itse. Pelin ulkonäöllä on vaikutusta sen kiinnostavuuteen. Tämän vuoksi käytimme paljon aikaa pelien suunnitteluun ja valmistamiseen. Pelien toimivuutta ja pelaamiseen kuluva aikaa kokeilimme itse pelaamalla. Pelisääntöjen soveltuvuutta kohderyhmälle testasimme pelaamalla pelejä samalla luokkatasolla olevien oppilaiden kanssa. Pelejä oli yhteensä 23. Suunnittelimme pelijakson siten, että jokaisella tunnilla oli valittavana 6 - 9 erilaista peliä, joista 2 -3 oli uusia.

Brunerin ajatuksiin tukeutuen asetimme jakson päämääräksi symbolisen tiedon käsittelytason, jonka saavuttaminen edellyttää, että opettaja käyttää yhtä aikaa kaikkia kolmea tiedon käsittelytasoa. Pelejä valitessamme oli lähtökohtana, että oppilaalla on mahdollisuus

toimia saman tunnin aikana sekä toiminnallisella, ikonisella että symbolisella tasolla. Kuviossa 8 esittelemme, kuinka Brunerin teorian eri tiedon käsittelytasot toteutuivat Onnenpyörä-pelissä.



KUVIO 8. Tässä tutkimuksessa käytetty sovellus Brunerin tiedon käsittelytasoja käsittelevästä teoriasta

G. Malatyn (henkilökohtainen tiedonanto 19.4.1996) mukaan on tärkeää, että toimintamateriaalilla työskentely kytketään heti alusta alkaen kirjoittamiseen ja matematiikan kieleen. Myös Youngin (1983) mukaan toiminta ja kirjoittaminen tulee yhdistää heti alusta lähtien. Eräs keino tavoitteen saavuttamiseksi on toimintamateriaalien ja oppikirjan käyttäminen rinnakkain. (Young 1983, 12.) Voidaksemme yhdistää toiminnallisuuden ja matematiikan kielen kirjoittamisen, valitsimme jakson alkuun pelejä, joissa tehtävät kirjoitettiin vihkoon. Nämä pelit eivät olleet kuitenkaan suosittuja, sillä oppilaiden mielestä vihkotyöskentely hidasti pelin kulkua. Tämän vuoksi vähensimme vihkoon kirjoitettavien tehtävien määrää. Jokaisen tunnin jälkeen annetuilla kotitehtävillä pyrimme varmentamaan, että jokainen oppilas harjoittelee symbolisella tasolla.

### 7.5 Jakson aikana käytetyt oppimispelit

Pelijakson aikana käytimme seuraavia kaksin pelattavia pelejä:

Peli	sivu	Peli	sivu
1. Nappikauppaleikki	67	10. Keksi lasku	75
2. Onnenpyörä	68	11. Laskukorttipakka	76
3. Numerolaatikko	69	12. Domino	76
4. Formula	69	13. Etsi parit	77
5. Kertolaskupeli	70	14. Perhekortit	78
6. Trivial	71	15. Neliödomino	79
7. Tornin valtaus	72	16. Joukkopeli	79
8. Aartenmetsästys	73	17. Sanalliset tehtävät	80
9. Pähkähullun ostajan paratiisi	74		

KUVIO 9. Kaksin pelattavat pelit

Pelijakson aikana pelasimme seuraavia yksin pelattavia pelejä:

Peli	sivu
18. Pulmakortit	81
19. Little Professor	81
20. LUKO-peli	82
21. Yhdistelypeli	82
22. Multilink-kuutiot	83
23. Tietokonepelit	83

KUVIO 10. Yksin pelattavat pelit

### **Kaksin pelattavat pelit**

Suurin osa käyttämistämme peleistä oli kaksin pelattavia, sillä yhdessä pelatessaan oppilaat joutuvat keskustelemaan keskenään eteen tulevista ongelmista ja perustelevaan omia

ratkaisujaan. Tämä kehittää matemaattisten ajattelutaitojen lisäksi myös sosiaalisia valmiuksia. Samalla meillä oli mahdollisuus saada syvällisempää tietoa oppilaiden ajattelutaidoista ja -strategioista.

## 1. Nappikauppaleikki

Tarvittavat materiaalit:

- ostoslistat
- napit
- tulitikkurasiat
- opetusrahat
- taskulaskin

Nappikauppaleikin löysimme P. Kanasen & A. Lahden pro gradu -tutkielmasta Kertotaulusoppa eli leikki kertotaulujen opetuksessa toisella luokalla (1991, 59 - 60). Sovelsimme leikkiä omaa käyttötarkoitustamme varten. Leikkiä varten varataan 8 tulitikkurasiaa, joissa jokaisessa on 1 - 10 nappia. Jokaisen rasian napit ovat erivärisiä ja -kokoisia. Nappien hinnat on merkitty pahvilapuille, jotka nostetaan pystyyn rasioiden eteen leikin alkaessa. Yhteisesti käytössä olevat rahat sijoitetaan muovikoriin, omiin lokeroihinsa.

Leikin alussa pelaajat sopivat, kumpi on ostaja ja kumpi myyjä. Ostaja valitsee haluamansa ostoslistan ja myyjä antaa hänelle 100 mk rahaa (Liite 7). Ostaja lukee ostoslistastaan, kuinka monta tietyn väristä nappia hän haluaa ostaa. Myyjä asettaa napit myyntitiskille. Ostaja merkitsee ostoslistaan ostosta vastaavan yhteenlaskun ja kertolaskun sekä tulon. Ostaja maksaa ostoksensa ja myyjä antaa rahasta takaisin. Taskulaskinta voidaan tarvittaessa käyttää tarkistamiseen. Kun kaikki listan ostokset on suoritettu, vaihdetaan rooleja.

Nappikauppaleikki soveltuu hyvin yhteen- ja kertolaskun välisen vastaavuuden harjoitteluun. Erityisesti pelissä käytetyt opetusrahat motivoivat oppilaita pelaamaan. Nappikauppaleikki oli mielipidekyselyn mukaan toiseksi suosituin peli.

Muuntelumahdollisuudet:

Ostoslistat pysyivät koko ajan samoina. Nappien hinnat vaihtuivat kulloisenkin kertotaulun mukaan.

## 2. Onnenpyörä

Tarvittavat materiaalit:

- pelilauta (8 eri sektoria, joista 2 punaista, 2 sinistä, 2 vihreää ja 2 violettia)
- munakello
- tehtäväkortit (4 eri väriä)

Pelin alussa pelaajat asettavat munakellon soimaan 15 minuutin kuluttua. Toinen pelaajista pyöräyttää onnenpyörää ja vastaa sen värin kysymykseen, johon nuoli pysähtyy. Jos pelaaja vastaa oikein, hän saa tehtäväkortin itselleen ja vuoro siirtyy toiselle pelaajalle. Tehtävän vastaus löytyy kortin takaa. Voittaja on se pelaaja, jolla on pelin loppuessa eniten kortteja.

Esimerkiksi ensimmäisellä pelikerrallamme tehtävät olivat seuraavanlaisia:

- \* punainen = Muodosta sanallinen kertolaskutehtävä Multilink-kuutioilla.
- \* violetti = Tee kertolaskusta yhteenlasku.
- \* sininen = Tee yhteenlaskusta kertolasku.
- \* vihreä = Muodosta yhteenlasku kuutioilla.

Toinen sinisistä sektoreista on rosvo-sektori. Siihen pysähtyessään pelaaja menettää yhden tehtäväkortin. Toinen violeteista sektoreista on yllätyssektori, jossa oppilas saa vastata yhteen ylimääräiseen tehtävään.

Onnenpyöräpelin idea oli kaikille oppilaille tuttu TV:stä. Rosvo- ja yllätyssektorit sekä munakellon käyttäminen peliajan mittaamiseen toivat peliin jännitystä. Onnenpyöräpeli on opettajalle hyvin käyttökelpoinen: tehtäväkortteja muuttamalla peliä voi hyödyntää monen eri oppiaineen opiskeluun.

Muuntelumahdollisuudet:

Tehtäväkorttien kysymykset vaihtuivat opeteltavien kertotaulujen mukaan.



### 3. Numerolaatikko

Tarvittavat materiaalit:

- peliruudukko (3 x 3 ruutua)
- kynä

Pelin alussa kumpikin pelaaja ottaa tyhjän peliruudukon ja täyttää sen kaikki ruudut käsiteltävänä olevan kertotaulun tuloilla. Pelaajat valitsevat toisen pelaajan ruudukon ja sopivat, kumpi aloittaa. Peliä pelataan "Jätkänsakin" tavoin. Ensimmäinen pelaaja valitsee ruudukosta haluamansa tulon, esimerkiksi käsiteltäessä luvun 2 kertotaulua, luvun 8. Pelaaja sanoo ääneen tuloa vastaavan kertolaskun ja merkitsee tulon omalla merkillään. Pari tarkistaa, onko vastaus oikein. Voittaja on se, joka saa kolme omaa merkkiään peräkkäin joko pystysuoraan, vaakasuoraan tai vinottain. Pelin päätyttyä pelataan myös toisen pelaajan peliruudukolla.

Oppilaita näytti kiehtovan se, että peliä pelataan samalla tavoin kuin "Jätkänsakkia". Jotkut oppilaat valitsivat aina helppoja tuloja, koska kertolaskujen muodostaminen suuriin tuloihin tuotti heille vaikeuksia. Tällöin he eivät pystyneet aina valitsemaan tuloa, joka olisi ollut pelin kannalta parhain vaihtoehto.

Muuntelumahdollisuudet:

Peliruudukkoon kirjoitettavat tulot vaihtuivat opeteltavan kertotaulun mukaan.

### 4. Formula

Tarvittavat materiaalit:

- pelilauta
- 2 noppaa
- pelimerkit
- pelinappulat

Yhteenlaskupeli, josta pelijaksomme aikana käytettiin nimeä Formula, on Leila Pehkosen keksimä peli.

Toinen nopista on tavallinen, toisessa on ainoastaan yhtä lukua. Esimerkiksi opeteltaessa luvun 2 kertotaulua, kaikki nopan luvut ovat kakkosia. Pelaajat heittävät vuorollaan 2 noppaa yhtä aikaa. Noppien silmäluvut kerrotaan keskenään. Pelaaja saa siirtää pelinappulaansa silmälukujen tulon verran eteenpäin. Vihreään ruutuun joutuminen antaa pelaajalle yhden lisäheiton, joka oikeuttaa siirtymään eteenpäin. Punaiseen ruutuun joutuminen antaa lisäheiton taaksepäin. Maaliviivan ylittänyt pelaaja saa itselleen yhden pelimerkin ja jatkaa entiseen tapaan. Voittaja on se, jolla on eniten pelimerkkejä pelin päättyessä. Jos merkkejä on yhtä paljon, voittaja on se pelaaja, joka on edennyt pidemmälle. Peliä pelataan 15 minuuttia.

Peliä voidaan käyttää eri kertotaulujen opetteluun vaihtamalla "kertotaulunopan" silmäluvut. Aikarajoitus tuo peliin jännittävyyttä ja jaettavat pokaalit motivoivat pelaamaan.

Muuntelumahdollisuudet:

Tutustumiskerralla peliä käytettiin yhteenlaskupelinä, jolloin noppien silmäluvut laskettiin yhteen.

## 5. Kertolaskupeli

Tarvittavat materiaalit:

- pelilauta
- 28 pahvipyörylää tulojen merkitsemistä varten
- 28 pahvipyörylää tulojen peittämistä varten
- 3 noppaa

Alkuperäisessä Leila Pehkosen keksimässä pelissä pelilautaan on merkitty valmiiksi 28 tuloa. Koska nämä luvut eivät soveltuneet omiin käyttötarkoituksiimme, peitimme ne pahvipyörylöillä, joissa oli kulloinkin opeteltavana olevan kertotaulun tuloja.

Peliä varten on 3 noppaa, joista yhdessä luvut 1 - 6 ja toisessa 7 - 12. Kolmannessa "kertotaulunopassa" on ainoastaan yhtä lukua, esimerkiksi luvun 3 kertotaulua opeteltaessa luku 3. Kummallekin pelaajalle on varattu 14 pahvipyörylää. Pelaajat heittävät vuorollaan

kahta noppaa, joista toinen on aina "kertotaulunoppa". Toisen nopan pelaaja saa valita. Pelaaja kertoo noppien silmäluvut keskenään ja peittää pahvipyörylällä pelilaudalta saamansa tulo. Jos tulo on jo peitetty, vuoro siirtyy toiselle pelaajalle. Voittaja on se pelaaja, jolta loppuvat pahvipyörylät ensiksi.

Peli edellytti oppilaan omaa ajattelua. Oppilaan tuli itse valita kumpaa noppaa hän käyttää saadakseen tulo, joka on pelilaudalla jäljellä. Peli-idea oli mielestämme toimiva. Peliä pelattiin kuitenkin vähän.

## 6. Trivial

Tarvittavat materiaalit:

- pelilauta
- tehtäväkortit
- 1 noppa
- pelinappulat

Trivial-pelin idean saimme H. Putkosen, J. Sinnemäen & M. Raitasen kirjasta Harrastamme matematiikkaa. (1996, 21.) Valmistimme itse samantapaisen pelilaudan värilliselle kartongille A3-kokoiseksi. Sydän- ja tähtimerkit korvasimme samanlaisilla tarroilla. Tehtäväkortteja on kahdenlaisia. "Tähtitehtävät" ovat helpompia ja niistä saa kaksi pistettä. Vaikeammista "sydäntehtävistä" saa viisi pistettä. Tehtävän vastaus löytyy kortin kääntöpuolelta.

Tehtävät ovat esimerkiksi seuraavanlaisia:

- \* Mikä on kertolaskun tulo?
- \* Keksi tuloon sopiva kertolasku.
- \* Ratkaise sanallinen kertolaskutehtävä.
- \* Ratkaise sanallinen jakolaskutehtävä.

Pelin alussa tehtäväkortit on asetettu kahteen pinoon tehtäväpuoli ylöspäin. Ensimmäinen pelaaja heittää noppaa ja siirtyy eteenpäin silmäluvun osoittaman luvun mukaan. Ruudussa oleva kuva kertoo, mitä tehtäväkortteja saa ottaa ja kuinka monta. Jos pelaaja vastaa kysymykseen oikein, hän saa kortin itselleen. Jos vastaus on väärin, kortti pitää laittaa

pinon alimmaiseksi. Voittaja on se, joka kerää kierrokselta eniten pisteitä.

Tähtien ja sydämien määrä vaihteli eri ruuduissa. Tämä toi peliin mielekkyyttä, mutta vaikeutti samalla pelin sujuvaa etenemistä. Kun kertolaskutaidoiltaan heikko oppilas pysähtyi neljän tähden tai sydämen ruutuun, kesti hänellä kauan vastata kaikkiin kysymyksiin. Tällöin pelipari joutui odottamaan saamatta itse harjoitusta. Peli harjaannutti kertolaskun lisäksi myös yhteenlaskutaitoja, koska oppilaiden piti laskea saamansa pistemäärät yhteen pelin lopussa. Tehtäväkortteja muuttamalla Trivialia voidaan käyttää eri aineiden opiskeluun.

Muuntelumahdollisuudet:

Tehtäväkorttien kysymyksiä muutettiin kulloinkin opeteltavan kertotaulun mukaan.

## **7. Tornin valtaus**

Tarvittavat materiaalit:

- peliruudukko
- kynä
- 3 noppaa

Peli-idean saimme H. Putkosen, J. Sinnemäen & M. Raitasen kirjasta Harrastamme matematiikkaa (1996, 81).

Käytimme Tornin valtaus -peliä luvun 4 kertotaulun harjoitteluun. Tämän vuoksi torni on täytetty tämän kertotaulun tuloilla. Kummallakin pelaajalla on oma lukutorni. Noppia on kolme. Näistä yksi on "kertotaulunoppa", jossa on ainoastaan luku 4. Toisessa nopassa ovat luvut 1 - 6 ja kolmannessa luvut 7 - 12. Pelaaja heittää "kertotaulunoppaa" ja toista valitsemaansa noppaa ja kertoo nämä luvut keskenään. Hän sanoo tulon ääneen. Jos pari hyväksyy vastauksen, pelaaja saa merkitä rastilla tulon omasta lukutornistaan. Voittaja on se, jonka tornin kaikki luvut on ensiksi merkitty rastilla.

Tornin valtaus -peliä pelattiin ainoastaan yhdellä tunnilla. Tutkijoiden mielestä pelin mielekkyyttä olisi lisännyt värikkäämpi ulkoasu tai tornin muodostaminen konkreettisista materiaaleista.

## 8. Aarteenmetsästys

Tarvittavat materiaalit:

- pelilauta
- hirviö- ja aarrekortit (12 kpl)
- 2 noppaa
- pelinappulat
- munakello

Aarteenmetsästyspelin löysimme H. Putkosen, J. Sinnemäen & M. Raitasen kirjasta Harrastamme matematiikkaa, käyttäjän opas (1995, 42, 47- 52).

Jokaisen mustan ruudun kohdalle asetetaan nurinpäin aarrekortti, jossa on kertolaskutehtävä. Sen päälle asetetaan hirviökortti. Hirviö vartioi aarretta, jonka pelaajat haluavat itselleen. Pelin alussa pelaajat asettavat munakellon soimaan 15 minuutin kuluttua. Pelaajat asettavat pelimerkkinsä lähtöruutuun. Pelialustalla pelaajat etenevät nopan silmäluvun mukaan haluamaansa suuntaan. Mustassa ruudussa pelaaja kääntää ensin hirviökortin, jota seuraa taistelu aarretta vartioivaa hirviötä vastaan. Pelaaja heittää kahta noppaa, joista toinen on tavallinen noppa ja toinen "kertotaulunoppa", jossa on ainoastaan yhtä lukua, esim. jos harjoitellaan luvun 5 kertotaulua, luku 5. Pelaaja kertoo noppien silmäluvut keskenään. Saatu tulo on hänen "voimansa". Pelaaja vertaa tätä hirviökortissa olevaan voimaan. Jos pelaajan saama tulo on suurempi kuin hirviökortissa oleva luku, pelaaja voittaa hirviön. Jos voimat ovat yhtä suuret, taistellaan heti uudestaan. Jos pelaaja häviää hirviölle, hänen on paettava paikalta seuraavalla heittovuorolla ja hirviö aarteineen jää odottamaan seuraavaa taistelijaa. Jos pelaaja hirviön voitettuaan laskee aarrekorttinsa kertolaskun oikein, hän saa sekä aarre- että hirviökortin itselleen. Voittaja on se, jolla peliajan loppuessa on eniten kortteja.

Aarteenmetsästys oli sekä oppilaiden että tutkijoiden mielestä kiinnostavin peli. Peliin toivat jännitystä aarteet ja taistelu hirviötä vastaan. Pelaaja tarvitsi päättelytaitoja päästäkseen mahdollisimman nopeasti aarteen luokse. Mielipidekyselyn mukaan Aarteenmetsästys oli mukavin peli.

Muuntelumahdollisuudet:

"Kertotaulunopan" lukua vaihtamalla voidaan harjoitella eri kertotaulujen laskuja. Myös aarrekorttien laskuja voi vaihtaa tarpeen mukaan.

## 9. Pähkähullun ostajan paratiisi

Tarvittavat materiaalit:

- pelilauta
- noppa
- pelinappulat
- opetusrahat
- taskulaskin

Pähkähullun ostajan paratiisi -pelin löysimme H. Putkosen, J. Sinnemäen & M. Raitasen kirjasta Harrastamme matematiikkaa, käyttäjän opas (1995, 42 - 43). Sovelsimme alkuperäistä pelilautaa kertolaskun harjoitteluun sopivaksi. Jokaiseen peliruutuun kiinnitimme ostosta kuvaavan tarran ja kirjoitimme hinnan sekä ostettavien tuotteiden lukumäärän.

Pelin alussa kumpikin pelaaja nostaa kassasta 100 markkaa. Loput rahat pannaan kassaan. Pelialustalla edetään nopan silmäluvun mukaan. Koska pelaajat ovat pähkähulluja ostajia, heidän on aina pakko ostaa siinä ruudussa oleva tavara, johon he pysähtyvät. Pysähtyessään ruutuun pelaaja laskee ruudussa olevan kertolaskun ja kertoo vastauksen pelikaverilleen. Pelaaja maksaa ostoksen kassaan ja pelikaveri antaa rahasta takaisin. Tarkistukseen voidaan käyttää laskinta. Jos pelaajan rahat eivät riitä ostokseen, hän joutuu odottamaan yhden pelivuoron. Tämän jälkeen hän saa nostaa kassasta 100 markkaa. Voittaja on se pelaaja, joka on ensin maalissa.

Yksinkertaisesta peli-ideasta huolimatta Pähkähullun ostajan paratiisia pelattiin melko paljon. Opetusrahat ja ostoksia kuvaavat tarrat tekivät pelistä motivoivan.

Muuntelumahdollisuudet:

Tutustumiskerralla pelasimme peliä pelkkänä vähennyslaskupelinä. Tällöin ostoksen

summa näkyi suoraan ruudussa ja pelaajan tehtävänä oli ainoastaan laskea, kuinka paljon rahasta tulee saada takaisin.

## 10. Keksi lasku

Tarvittavat materiaalit:

- pelilauta
- 18 pahvipyörylää
- noppa
- pelinappulat
- (- vihko ja kynä)

Löysimme pelin E. & L. Pehkosen kirjasta Nyt on mun vuoro! Oppimislejät peruskoulun matematiikan opetukseen (1993, 22 - 23). Oman pelilautamme teimme A3-kokoiseksi värikkäälle kartongille. Liimasimme numeroiden päälle pahvipyörylät, jotta lukuja on helppo muuttaa käyttötarkoituksen mukaan.

Kumpikin pelaaja heittää vuorollaan noppaa ja siirtyy silmäluvun verran eteenpäin. Voidakseen jatkaa seuraavalla heittokierroksella on pelaajan keksittävä kertolasku, jonka tulo on se luku, jossa hänen pelinappulansa on. Jos pelaaja vastaa väärin, hän joutuu jättämään heittovuoron väliin. Voittaja on se pelaaja, joka on ensiksi maalissa.

Ensimmäisiä kertoja peliä pelattaessa oppilaiden piti kirjoittaa kertolasku vihkoon. Tämän vuoksi peli ei ollut suosittu. Koska tehtävien kirjoittaminen vihkoon hidasti pelin etenemistä, jätimme vihkotyöskentelyn pois.

Muuntelumahdollisuudet:

Tutustumiskerralla pelasimme peliä yhteen- ja vähennyslaskupelinä. Tällöin oppilaan piti keksiä lasku, jonka summa tai erotus on ympyrässä oleva luku. Jakolaskun harjoittelun yhteydessä oppilaan piti keksiä jakolasku, jonka osamäärä on kyseinen luku.

## 11. Laskukorttipakka

Tarvittavat materiaalit:

- laskukorttipakka (12 - 15 korttia)
- noppa

Laskukorttipakkapelin idea on löydetty E. & L. Pehkosen kirjasta Nyt on mun vuoro! Oppimislejät peruskoulun matematiikan opetukseen (1993, 66).

Korttien toisella puolella on kertolasku ja toisella puolella luku 1 - 6. Kortit asetetaan pultetille tehtäväpuoli alaspäin. Pelaajat heittävät noppaa vuorotellen. Vuorollaan pelaaja saa nostaa sellaisen kortin, jonka päällä on sama luku kuin nopan silmäluku. Jos pelaaja osaa laskea kortissa olevan kertolaskun, hän saa ottaa kortin itselleen. Pari tarkistaa vastauksen. Jos pelaaja on laskenut väärin, hänen on asetettava kortti takaisin paikoilleen. Molemmissa tapauksissa pelivuoro siirtyy seuraavalle pelaajalle. Jos pöydällä ei ole enää yhtään korttia, jossa on nopan silmäluku, pelivuoro siirtyy seuraavalle. Peli päättyy, kun kaikki kortit on nostettu. Voittaja on se, jolla on eniten kortteja.

Laskukorttipakkapelissä on yksinkertaiset ja selkeät säännöt. Oppilaat sisäistivät säännöt nopeasti ja pelaaminen eteni sujuvasti.

Muuntelumahdollisuudet:

Peliä voi muunnella sekä muuttamalla korteissa olevia kertolaskuja että vaihtelemalla korttien lukumäärää.

## 12. Domino

Tarvittavat materiaalit:

- pakka dominokortteja

Dominokortti on kaksiosainen. Sen toisessa päässä on jonkin kertolaskun tulo ja toisessa päässä jokin kertolasku. Kortit jaetaan tasan pelaajien kesken. Ensimmäinen pelaaja asettaa pöydälle haluamansa kortin. Toisen tehtävänä on laittaa kortti pöydälle siten, että kertolasku



ja sitä vastaava tulo ovat vierekkäin. Se pelaaja on voittaja, jolta ensimmäisenä loppuvat kortit.

Dominopeli ei ollut kovin suosittu. Syynä lienee ollut se, että peli oli oppilaille liian tuttu. Domino jäi "muiden pelien varjoon".

Muuntelumahdollisuudet:

Tutustumiskerralla pelasimme yhteenlaskudominioa. Tällöin tehtävänä oli löytää kortissa olevaa summaa vastaava yhteenlasku tai päinvastoin. Kertotauludominon kortteja voi muuttaa opeteltavana olevan kertotaulun mukaan.

### **13. Etsi parit**

Tarvittavat materiaalit:

- kahdenlaisia kortteja (20 - 30 kpl)
- \* yhteenlasku ja sitä vastaava kertolasku

Suunnittelimme pelin alunperin muistipeliksi. Pelatessamme huomasimme kuitenkin, että toisella luokalla olevalle oppilaalle on liian vaikea tehtävä sekä löytää kertolaskua vastaava yhteenlasku että pitää mielessä korttien paikat. Tämän vuoksi muutimme pelin Etsi parit -peliksi.

Toinen pelaaja ottaa yhteenlaskukortit ja toinen kertolaskukortit. Ensimmäinen pelaaja laittaa pöydälle valitsemansa kortin. Jos kortti on yhteenlaskukortti, toisen pelaajan on laitettava tämän viereen sitä vastaava kertolaskukortti. Sama pelaaja jatkaa vielä laittamalla pöydälle valitsemansa kertolaskukortin. Toinen pelaaja etsii sitä vastaavan yhteenlaskukortin. Peliä pelataan kunnes molempien kortit ovat loppuneet. Pelissä ei ole voittajaa.

Koimme pelin huonoksi puoleksi sen, että pelaaja joutui jatkuvasti etsimään ainoastaan yhdenlaisia kortteja. Ehkä olisi ollut parempi, jos kummallakin pelaajalla olisi ollut sekä yhteen- että kertolaskukortteja. Tällöin myös pelin luonne olisi muuttunut

mielenkiintoisemmaksi.

#### 14. Perhekortit

Tarvittavat materiaalit:

- neljät erilaiset kortit (vähintään 40 kpl)
  - \* joukkomalli
  - \* yhteenlasku
  - \* kertolasku
  - \* tulo
- yksi "hirviökortti"

Peliä pelataan "Mustan Pekan" tavoin. Ensiksi sekoitetaan korttipakka. Kortit jaetaan tasan pelaajien kesken. Tarkoituksena on löytää perhe, joka muodostuu neljästä kortista: joukkomalli, sitä vastaava yhteenlasku, kertolasku ja tulo. Jos pelaajan onnistuu jo kortteja jaettaessa saada kokonainen perhe, hän laittaa nuo 4 korttia sivuun. Pelaajat vetävät vuorotellen toisiltaan yhden kortin ja tarkistavat muodostuuko heidän korteistaan perhe. Peliä jatketaan, kunnes toiselta pelaajalta loppuvat kortit. Häviöjä on se, jolle pelin loppuessa jää "hirviökortti".

Muuntelumahdollisuudet:

Ensimmäisellä pelikerralla korttiperhe muodostui kolmesta kortista. Tulo jätettiin pois, koska asiaa ei oltu vielä käsitelty. Pelaaminen ei kuitenkaan tuntunut oikein sujuvan, sillä pelaajat eivät saaneet perheitä kokoon. Syynä lienee ollut se, että perheiden löytäminen vei oppilailta tässä vaiheessa vielä paljon aikaa. Lisäksi perheiden löytämistä vaikeutti se, että pelaajia oli kolme.

Esiintyneiden ongelmien vuoksi kehitimme pelistä uuden version. Pelin alussa kortit jaetaan tasan kahden pelaajan kesken. "Hirviökortti" jätetään pois. Perhe muodostuu kolmesta kortista. Ensimmäinen pelaaja asettaa haluamansa kortin pöydälle. Jos kortti on esimerkiksi joukkomalli, toisen pelaajan tehtävänä on asettaa kortin viereen sitä vastaava yhteenlasku tai kertolasku. Ensimmäinen pelaaja asettaa kolmannen puuttuvan kortin. Jos hänellä ei ole korttia, vuoro siirtyy toiselle pelaajalle. Kun ensimmäinen perhe on valmis, seuraava pelaaja aloittaa uuden perheen muodostamisen. Peliä pelataan, kunnes kortit ovat

loppuneet.

Viimeisellä pelikerralla otimme käyttöön alkuperäisen peli-idean. Tällöin korttiperhe muodostui neljästä kortista. Pelaaminen sujui nyt paremmin kuin ensimmäisellä kerralla edellyttäen kuitenkin opettajan ohjausta.

## **15. Neliödomino**

Tarvittavat materiaalit:

- pakka neliödominokortteja

Neliödominon löysimme E. & L. Pehkosen kirjasta Nyt on mun vuoro! Oppimislejää peruskoulun matematiikan opetukseen (1993, 74 - 77).

Neliödominokortti muodostuu neljästä kolmiosta. Näistä kahdessa vastakkain olevassa kolmiossa on kertolasku ja kahdessa tulo. Kortit jaetaan tasan pelaajien kesken. Ensimmäinen pelaaja laittaa valitsemansa kortin pöytään. Toisen pelaajan tehtävänä on asettaa kortti pöytään siten, että kertolasku ja tulo osuvat vastakkain. Jos mikään korteista ei sovi, vuoro siirtyy seuraavalle. Peli päättyy, kun toiselta pelaajalta loppuvat kortit. Hän on pelin voittaja.

Neliödomino ei ollut suosittu peli. Peli tuntui oppilaista liian monimutkaiselta. Tämän vuoksi peliä ei käytetty kuin yhdellä tunnilla.

## **16. Joukkopeli**

Tarvittavat materiaalit:

- tehtäväkortteja (12 kpl)
- noppa
- Multilink-kuutioita
- vihko ja kynä

Pelikortit on numeroitu 1 - 6 ja kortit on asetettu pöydälle numeropuoli ylöspäin. Pelaajat

heittävät noppaa vuorotellen. Vuorollaan pelaaja saa nostaa sellaisen kortin, jonka päällä on sama luku kuin nopan silmäluku. Joukkopelikortti on taiteltu kolmeen osaan. Kortin ensimmäisellä sivulla on yhteenlasku. Pelaajan tehtävänä on muodostaa tämä lasku Multilink-kuutioilla sekä kirjoittaa vastaava kertolasku vihkoon. Oppilas tarkistaa tehtävät kääntämällä esiin seuraavan sivun. Jos laskut ovat oikein, oppilas saa kortin itselleen. Jos pöydällä ei ole enää yhtään korttia, jossa on nopan silmäluku, pelivuoro siirtyy seuraavalle. Peli päättyy, kun kaikki kortit on nostettu. Voittaja on se, jolla on eniten kortteja.

Joidenkin oppilaiden mielestä Multilink-kuutioiden käyttäminen pelissä tuntui tarpeettomalta. Peliä käytettiin ainoastaan yhdellä tunnilla, koska sen sisältö ei vastannut seuraaville tunneille asetettujen tavoitteiden saavuttamista.

## **17. Sanalliset tehtävät**

Tarvittavat materiaalit:

- tehtäväkortit
- vihko
- kynä

Kumpikin pelaaja ottaa 5 tehtäväkorttia, joissa on sanallisia kertolaskutehtäviä. Kummallakin pelaajalla on samanlaiset tehtävät ja he aloittavat tehtävästä numero 1. Pelaajat lukevat tehtävän ja kirjoittavat sitä vastaavan kertolaskun vihkoonsa. Kun tehtävä on valmis, pelaajat tarkistavat, ovatko heidän kertolaskunsa samanlaiset.

Jakson alkuperäisenä tarkoituksena oli käyttää vihkotyöskentelyä pelien avulla tapahtuvan opiskelun rinnalla. Sanalliset tehtävät tuntuivat kuitenkin teennäiseltä tavalta yhdistää vihkotyöskentely pelaamiseen. Tästä huolimatta oppilaat näyttivät pitävän pelaamisesta.

### **Yksin pelattavat pelit**

Suurin osa peleistä oli kaksin pelattavia. Mielestämme oli tärkeää valita jaksolle myös yksin pelattavia pelejä, jotta kenenkään ei tarvitse parin puuttumisen vuoksi olla pelaamatta. Lisäksi on mahdollista, että joku oppilas haluaa välillä pelata yksin.

## **18. Pulmakortit**

Tarvittavat materiaalit

- Pulmakortit 2
- tarkistusvihko
- kynä ja vihko

T. Keranto, R. Ilmavirta ja S. Rikala ovat kääntäneet ja muokanneet Pulmakortit. Pulmakorttien keskeisenä tavoitteena on oppilaan ongelmanratkaisutaitojen kehittäminen monipuolisesti ja suunnitelmallisesti.

Pulmakorttien sarjat on jaettu sinisiin (helpot), valkoisiin (keskitasoiset) ja punaisiin (vaikeat) kortteihin. Pulmakorteista käytimme vain kertolaskuun soveltuvia kortteja. Pelaaja saa itse valita korttisarjan, josta hän aloittaa. Pelaajalla on matematiikan vihko, johon hän laskee pulmakorttien laskut. Laskettuaan yhden kortin laskut, oppilas tarkistaa omatoimisesti vastaukset tarkistusvihkosta.

Pulmakorttien käyttöä rajoitti niissä olevien kertolaskutehtävien suppea määrä. Korttien hyväksi hyväksi puoleksi koimme sen, että oppilas voi itse valita omalle tasolleen sopivia tehtäviä.

## **19. Little Professor**

Tarvittavat materiaalit

- Little Professor -opetuslaite

Käytimme Little Professor-opetuslaitetta eri kertotaulujen mekaaniseen opettelemiseen. Laitteen vieressä oli kyseistä tuntia varten laadittu ohje, jonka avulla pelaaja voi itse käynnistää laitteen ja pelata peliä. Little Professor-opetuslaite antaa laskun, johon oppilas vastaa painamalla näppäimiä. Opetuslaite palkitsee käyttäjänsä jokaisen oikean laskun jälkeen. Kerran saa erehtyä, toisen virheen jälkeen laite ilmoittaa oikean tuloksen.

Vaikka Little Professorin avulla voi harjoitella ainoastaan mekaanista kertotaulujen

hallintaa, oli se oppilaiden mielestä hyvin motivoiva: Laite toimi oppilaan ehdoilla. Lisäksi laitteen ulkonäkö ja ääni houkuttelivat pelaamaan.

## 20. LUKO-peli

Tarvittavat materiaalit

- LUKO-peli (24 palaa) tai  
Miniluko (12 palaa)
- tehtävävihko

LUKO-peli koostuu kaksiosaisesta avattavasta pelialustasta ja 12 tai 24 pelipalasta. Lisäksi on saatavilla erilaisia tehtävävihkoja eri aiheisiin liittyen. LUKO-peleissä oli jokaisella kerralla valittavana kolme tehtävävihkovaihtoehtoa kertolaskuun liittyen (Mikkola 1974, 1977). Pelin alussa pelaaja ottaa ensimmäisen pelipalan ja lukee tehtävää vastaavan kysymyksen. Oikean vastauksen löydettyään oppilas laittaa pelipalan sitä vastaavan numeron kohdalle pelialustalle. Kun oppilas on laittanut kaikki pelipalat numeroalustalle, hän voi tarkistaa tehtävän laittamalla pelialustan kannen kiinni ja kääntämällä pelin ylösalaisin. Tehtävävihkossa on jokaiseen tehtävään erilainen tarkistuskuviokuva kyseisen harjoitussivun yläreunassa. Jos kuvio on samanlainen, tehtävä on oikein ratkaistu.

24 palan LUKO-pelin pelaaminen vei oppilaalta paljon aikaa. Minilukot olisivat olleet käytännöllisempiä, mutta niihin liittyvissä tehtävävihkoissa oli vain muutamia kertolaskutehtäviä.

## 21. Yhdistelypeli

Tarvittavat materiaalit:

- kolmenlaisia kortteja
  - \* yhteenlasku
  - \* kertolasku
  - \* joukkomalli

Pelaaja sekoittaa korttipakan ja laittaa pöydälle ensimmäisen valitsemansa kortin. Jos kortissa on esimerkiksi kertolasku, oppilaan pitää löytää kortin viereen sitä vastaava

yhteenlasku ja joukkomalli. Vierekkäin asetetaan siis aina kolme erilaista korttia. Malli on pöydällä oppilaan nähtävänä. Kun pelaaja on asettanut kaikki kortit pöydälle, hän tarkistaa korttien takaa, onko suorittanut tehtävän oikein. Samaan "perheeseen" kuuluvien korttien takana on aina sama kirjain.

Tutkijoiden mielestä peli soveltuu varsinkin matematiikassa heikosti menestyville oppilaille. Pelissä oppilas voi rauhassa edeten etsiä samaan "perheeseen" kuuluvat kortit.

## **22. Multilink-kuutiot**

Multilink -kuutiot ovat värikkäitä, muovisia, toisiinsa liitettäviä, kuution muotoisia nappuloita. Käytimme kuutioita vain konkreettisina apuvälineinä esimerkiksi Onnenpyörä- ja Joukkopelissä.

## **23. Tietokonepelit**

### PC-matematiikka (RT-Softa)

Käytimme PC-matematiikka -ohjelmasta Kertolaskupeliä. Pelin alussa pelaajalla on mahdollisuus valita sekä ammuntanopeus että suurin käytettävä kertotaulu. Kone antaa kertolaskuja, joihin pelaaja vastaa kirjoittamalla tulon. Jos vastaus on oikein, pelaajalla on mahdollisuus yrittää ampua "tähtiriviä". Jos pelaaja vastaa väärin, näytöllä näkyy surullinen naama. Peliä pelataan kunnes kaikki "tähtirivit" on ammuttu.

Ohjelman hyvä puoli oli se, että oppilaalle jää tarpeeksi aikaa miettiä kertolaskun vastausta. Heikkoudeksi koimme sen, että pelaajan laukaukset eivät läheskään aina osuneet "tähtiriviin", vaikka vastaus oli oikein ja nopeasti suoritettu.

### Matematiikan kuntokoulu: Kertotaulun opetusohjelma peruskoululaisille

Ohjelma koostuu kuudesta osasta, joissa kaikissa voi harjoitella kertolaskua. Käytimme ohjelmasta osaa nimeltä Peruskunnan kohentaminen. Pelissä pelaajan tehtävänä on

muodostaa kuvan yhteenlaskusta kertolasku poimimalla numerot näytöltä. Kone hyväksyy ainoastaan oikeat numerot. Tämän jälkeen kone pyytää pelaajaa kirjoittamaan vastauksen. Pelaaja voi koko pelin ajan käyttää apunaan yhteenlaskua vastaavaa kuvaa. Motivointikeinona pelissä on kuva painonnostajasta. Kuva rakentuu vähitellen oikeiden vastausten myötä.

Mielestämme pelin hyvä puoli oli se, että pelissä yhdistyivät sekä kuva, sitä vastaava yhteenlasku ja kertolasku. Pelaajalla oli myös mahdollisuus rauhassa miettiä vastausta.

### Laskumatikainen

Laskumatikainen-ohjelman yhdessä osassa on mahdollisuus harjoitella kertolaskua. Pelissä kone antaa kertolaskuja pelaajan valitsemista kertotauluista. Pelaajan tehtävänä on kirjoittaa oikea vastaus. Kone palkitsee oikeasta vastauksesta sanoilla "Hienoa!" tai "Hyvä!". Ruudussa hyppii myös iloinen "Laskumatikainen". Väärästä vastauksesta sama hahmo ilmoittaa esimerkiksi sanomalla "Vastaus on väärä. Yritä uudelleen.". Peliä pelataan tietty aika, jonka jälkeen kone ilmoittaa oikeiden vastausten lukumäärän.

Pelin hyvä puoli oli mielestämme se, että se palkitsi oppilaan oikeasta vastauksesta. Tutkimusluokassamme peli ei kuitenkaan toiminut, sillä tietokone oli liian tehokas peliä varten. Oppilaalla ei ollut tarpeeksi aikaa vastata laskuihin. Koska pelin tarkoituksena on vastata laskuihin mahdollisimman nopeasti, soveltuu se mielestämme erityisen hyvin kertotaulujen hallinnan vakiinnuttamiseen.

## **7.6 Tuntikuvaukset**

### Tutustumiskerta

Pidimme pelijakson tutustumiskerran viikkoa ennen varsinaisen tutkimuksen alkua, jotta ehdimme vielä tekemään mahdolliset muutokset alkuperäissuunnitelmiimme (Liite 8). Tutustumiskerralla oli kaksi päätavoitetta. Toinen päätavoite kohdistui oppilaisiin.



Halusimme tutustuttaa oppilaat etukäteen tulevaan uuteen työskentelytapaan, jotta kertolaskun opetteleminen pelien avulla tapahtuisi mahdollisimman sujuvasti. Tavoitteena oli käydä yhdessä läpi työskentelysäännöt sekä tutustua oppimispeleihin. Samalla oppilaat oppivat myös täyttämään osallistumislomaketta.

Toisena tutustumiskerran päätavoitteena oli testata pelijaksoa koskevien etukäteissuunnitelmien toimivuutta. Tutustumiskerran aikana harjoittelimme peliohjeiden antamista ja arvioimme ajankäytön toimivuutta. Ulkopuoliset videoijamme tutustuivat kameran käyttöön luokkatilassa. Lisäksi meillä oli mahdollisuus testata seurantalomakkeen toimivuutta.

Tunnin kulku:

Oppilaiden saapuessa luokkaan ohjasimme heidät istumaan puolikaareen luokan etuosaan. Ohjausvuorossa oleva tutkija kertoi oppilaille, että tuleva kertolaskujakso opetellaan pelien avulla. Tämän jälkeen kävimme yhdessä läpi työskentelyohjeet: Oppilaat saavat itse valita haluamansa pelin ja mahdollisen peliparin. Sekä peliä että paria saa vaihtaa tunnin aikana. Peli tulee kuitenkin pelata loppuun asti, ennen kuin saa valita uuden pelin.

Seuraavaksi tutkija esitteli tällä tunnilla valittavana olevat pelit. Kaikissa peleissä kerrattiin yhteen- ja vähennyslaskua. Koska Pulmakortit, Little Professor ja Formula-peli olivat oppilaille ennestään tuttuja, tutkija kertasi vain näiden pelien pääkohdat. Dominon, Pähkähullun ostajan paratiisin ja Keksi lasku -pelin säännöt tutkija esitteli tarkemmin. Koska muistettavia sääntöjä oli paljon, olimme kirjoittaneet peliohjeet pelien viereen (Liite 9). Näistä oppilaiden oli mahdollista tarkistaa mahdolliset epäselvyydet. Pulmakorttien tehtävät kirjoitettiin vihkoon. Ohjaava tutkija kertasi vihkotyöskentelyn oppilaiden kanssa.

Ennen pelaamaan ryhtymistä tutkija kertoi vielä oppilaille, kuinka osallistumislomaketta täytetään. Oppilaan ajattelumallien selville saamiseksi, tutkija kehotti oppilaita puhumaan ajatuksensa ääneen peliä pelattaessa.

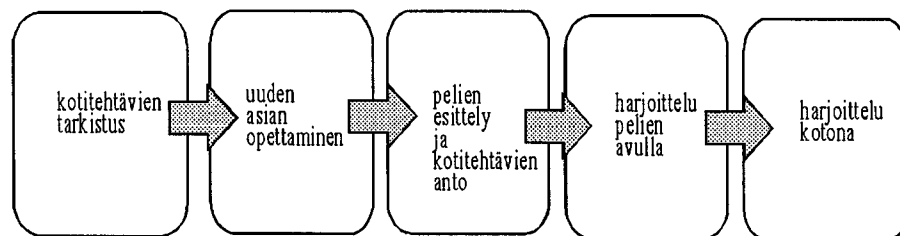
Uuteen työskentelytapaan liittyvien ohjeiden kertomiseen kului aikaa n. 25 minuuttia.

Tämän vuoksi peliaikaa jäi vähemmän kuin varsinaisilla pelikerroilla. Pelien valinta ja niillä pelaaminen sujui hyvin. Myöskään pelien vaihtaminen ei tuottanut vaikeuksia. Koska kummallekin ryhmälle oli oma tutustumiskerta, sai kumpikin tutkija kokemuksen sekä tunnin pidosta että seurantalomakkeen täyttämisestä.

Heti tutustumiskerran jälkeen katsoimme videonauhat pitämistämme tunneista. Analysoidessamme tunteja huomasimme seurantalomakkeessa muutamia kohtia, joita oli hyvin vaikea täyttää. Koska emme voineet etukäteen tietää, mitä tuloksia saamme selville tutkimuksen edetessä, emme poistaneet näitä kohtia lomakkeesta, vaan jätimme kyseiset kohdat avonaisiksi.

### Pelitunnin eteneminen

Tutustumiskerta sujui etukäteissuunnitelmienne mukaisesti. Koska tunnin rakenne oli mielestämme toimiva, päätimme pitää varsinaisen tutkimusjakson tunnit saman kaavan mukaan. Kuviossa 11 esittelemme pelitunnin etenemisen.



KUVIO 11. Pelitunnin perusmalli

Pelitunnit pidettiin A- ja B-ryhmille peräkkäisinä tunteina käytännön järjestelyiden helpottamiseksi. Ohjaus- ja havainnointivuorot vaihtuivat päivittäin tutkijoiden kesken. Ohjausvuorossa oleva tutkija oli vastuussa uuden asian opettamisesta ja oppilaiden ohjaamisesta tunnin aikana. Toinen tutkija havainnoi tunnin aikana yhtä tapausoppilasta käyttäen apunaan seurantalomaketta. Samalla tutkija pyrki kyselemällä pääsemään selville kyseisen tapausoppilaan ajattelustrategioista. Tutkimuksen ulkopuoliset avustajat kuvasivat kahta muuta tapausoppilasta videokameroilla. Jotta videonauhoja analysoitaessa olisi

mahdollista saada tietoa siitä, kuinka tapausoppilaat ratkaisevat kertolaskutehtäviä, pyysimme kaikkia oppilaita puhumaan ääneen ajatuksiaan pelin aikana.

Ennen pelitunnin alkua järjestimme pelit valmiiksi pöydille ja laitoimme videokamerat kuvauskuntoon. Tunnin alussa oppilaat tulivat istumaan luokan eteen puolikaareen. Havainnoiva tutkija keräsi oppilailta kirjat ja tarkisti kotitehtävät. Jos oppilaan kirjassa oli toistuvia virheitä, tutkija selvitti asian oppilaan kanssa tunnin jälkeen. Ohjausvuorossa oleva tutkija aloitti tunnin kyselemällä oppilailta ulkoläksynä ollutta kertotaulua. Uuden asian opetusvaihe kesti 10 - 15 minuuttia. Tällöin käytiin yhdessä läpi uusi asia konkreettisten materiaalien avulla. Esimerkkilaskuja otettiin sen mukaan, kuinka nopeasti oppilaat näyttivät oivaltavan asian. Lisäksi kerrattiin niitä asioita, jotka näyttivät edellisellä kerralla tuottavan oppilaille vaikeuksia.

Molemmissa ryhmissä oli 4 -5 peliparia. Jotta peliä vaihdettaessa parilla olisi valittavanaan 2 -3 peliä, oli jokaista tuntia varten varattu 6 - 9 peliä. Ohjausvuorossa oleva tutkija esitteli valittavana olevat pelit. Uusia pelejä oli 2 - 3. Näiden säännöt ja peli-idea käytiin tarkemmin yhdessä läpi. Tarvittaessa näytimme itse, kuinka pelaaminen tapahtuu. Mielestämme tunnilla voitiin esitellä korkeintaan kolme uutta peliä. Muutoin pelaamiseen jäävä aika olisi ollut liian lyhyt. Kutakin peliä pelattiin vähintään kahdella eri tunnilla. Kun peli oli oppilaille entuudestaan tuttu, eteni pelaaminen sujuvammin ja näin oppilaat saivat enemmän harjoitusta uuden asian oppimisessa. Pelien esittelyn jälkeen ohjausvuorossa oleva tutkija antoi kotitehtävät ja kirjoitti nämä taululle. Kotitehtävien anto tapahtui jo tässä vaiheessa, koska oppilaiden pelit loppuvat eri aikaan. Oppilaat merkitsivät kotitehtävät kuitenkin vasta ennen välitunnille lähtöä.

Ennen pelaamaan ryhtymistä yksi oppilaista jakoi osallistumislomakkeet. Oppilaat saivat itse valita pelin, jota pelasivat sekä mahdollisen peliparin. Peli tuli pelata loppuun asti, ennen kuin sai vaihtaa pelin. Poikkeuksen muodosti muutama peli, joissa ei ollut varsinaista loppua. Näitä pelejä varten oli sovittu tietty peliaika. Pelin loputtua oppilas merkitsi pelin nimen ja mielipiteensä pelistä osallistumislomakkeeseen. Ennen välitunnille lähtöä muistutimme vielä kotitehtävien merkitsemisestä.

Päivän päätteeksi analysoimme videonauhat käyttäen seurantalomaketta.

### 1. kerta

Tunnin tarkoituksena oli kertolaskuun tutustuminen (Liite 10). Tavoitteeksi asetimme, että oppilas oppii muodostamaan kuvasta yhteenlaskun ja tästä kertolaskun. Lisäksi oppilaan tuli oppia kertolaskua kuvaava merkintä sekä käsite tulo.

Ohjaava tutkija aloitti tunnin muodostamalla magneeteilla taululle ryhmiä ja kysymällä oppilailta, minkälaisen yhteenlaskun kuviosta voisi kirjoittaa. Kaikki oppilaat ymmärsivät melko hyvin, kuinka yhteenlasku tehdään. Kuvaa vastaavaa kertolaskua ei kuitenkaan kukaan osannut muodostaa. Tutkija opetti oppilaille, kuinka yhteenlaskusta muodostetaan kertolasku. Samalla kerrattiin käsite summa ja opeteltiin uutena asiana käsite tulo.

Ohjaava tutkija esitteli Yhdistelypelin ja Etsi parit -pelin sekä Nappikauppaleikin. Ennestään tuttuja pelejä olivat Perhekortit ja LUKO-peli. Perhekortteja oli pelaamassa kolme oppilasta. Tämä ei mielestämme ollut toimiva ratkaisu, koska oman vuoron odotteluajasta tuli liian pitkä. Päätimme, että jatkossa kaikki pelit ovat joko pareittain tai yksin pelattavia. Yleisesti ottaen pelien pelaaminen näytti tuottavan enemmän vaikeuksia kuin tutustumiskerralla. Syynä lienee ollut se, että nyt oppilaan tuli muistaa pelisääntöjen lisäksi myös uusi opittava asia.

### 2. kerta

Tunnin tavoitteena oli oppia muodostamaan kuvasta suoraan kertolasku, ilman yhteenlaskua. Lisäksi oppilaan tuli osata muodostaa kertolaskusta toistettu yhteenlasku (Liite 11).

Tunnin alussa ohjaava tutkija muodosti magneeteista ryhmiä taululle. Oppilaiden tehtävänä oli kirjoittaa kuvaa vastaava kertolasku. Vaikutti siltä, että edellisellä tunnilla pelattujen pelien ja kotitehtävien avulla asia oli selkiytynyt oppilaille. Esimerkkilaskujen yhteydessä kerrattiin käsite tulo.

Esiteltäviä pelejä olivat Onnenpyörä ja Joukkopeli. Muut pelit olivat samoja kuin edellisellä tunnilla.

### 3. kerta

Tavoitteena tällä tunnilla oli tutustua luvun 2 kertotauluun sekä harjoitella sitä pelien avulla (Liite 12).

Havainnoiva tutkija keräsi tunnin alussa matematiikan kirjat ja tarkisti kaikki tähänastiset kotitehtävät. Ohjausvuorossa oleva tutkija aloitti luvun 2 kertotaulun käsittelyn. Tuntia varten oli valmistettu pahvista kertotauluportaatt. Ensimmäisellä askelmalla oli lasku  $1 * 2 = 2$ , toisella  $2 * 2 = 4$  jne. Kertolaskut käytiin läpi kyselemällä oppilailta. Lopuksi käsiteltiin kertolaskut  $0 * 2 = 0$  ja  $11 * 2 = 22$ . Oppilaat oivalsivat, kuinka luvun 2 kertotaulun tulot muodostuvat. Kertotauluportaatt jätettiin näkyville, jotta oppilaat voivat tarvittaessa tarkistaa tulon taululta.

Laskukorttipakka esiteltiin uutena pelinä. Domino ja Formula-pelejä oli pelattu jo tutustumiskerralla. Nyt käytiin läpi ainoastaan se, kuinka peleihin sovelletaan kertolaskua. Edellisillä tunneilla havaitsimme, että kummassakin ryhmässä jäi yksi oppilas aina ilman paria. Osallistumislomakkeista huomasimme, että näiden oppilaiden mielestä yksin pelaaminen ei ollut yhtä mukavaa kuin parin kanssa. Vaikka yksi pelijakson periaatteista oli, että oppilaat saavat itse valita peliparinsa, ohjasimme tällä tunnilla parien valintaa siten, että kyseiset oppilaat eivät jääneet yksin. Tällä pyrimme estämään oppimismotivaation vähenemisen yksin jäämisen vuoksi.

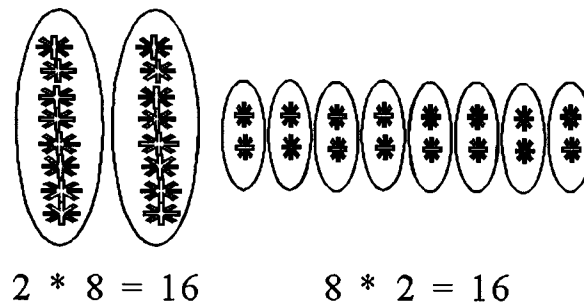
### 4. kerta

Neljännän tunnin tavoitteena oli luvun 2 kertotaulun hallinnan vakiinnuttaminen sekä vaihdannaisuuden periaatteen oivaltaminen kertolaskussa (Liite 13).

Tunnin alussa havainnoiva tutkija tarkisti oppilaiden kotitehtävät. Sillä aikaa ohjaava tutkija kyseli oppilailta kirjallisesti edellisellä tunnilla opetellun asian hallintaa. Tavoitteena

oli vastata 10 kertolaskuun mahdollisimman nopeasti. Osa oppilaista ratkaisi kaikki tehtävät oikein annetun ajan kuluessa. Heikoin laski ainoastaan 4 laskua.

Ohjaava tutkija aloitti vaihdannaisuuden käsittelyn palauttamalla mieleen, kuinka yhteenlaskussa on mahdollista vaihtaa yhteenlaskettavien paikat. Vaihdannaisuuden käsittely kertolaskussa aloitettiin muodostamalla magneeteista ryhmiä taululle. Oppilaiden tehtävänä oli käydä kirjoittamassa taululle kuvaa vastaava kertolasku ja tulo. Tutkija muodosti taululle uuden kuvion magneeteista ja oppilas kirjoitti vastaavan kertolaskun. Taulukuvion esittelemme kuviossa 12.



KUVIO 12. Taulukuvio

Tutkija kysyi oppilailta, mitä yhtäläisyyttä he huomaavat laskuissa. Oppilaat huomasivat, että laskuissa on samat luvut, jotka ovat vaihtaneet paikkaa. Tulo on säilynyt samana. Seuraavaksi pohdittiin, mitä hyötyä vaihdannaisuudesta on. Yksi oppilaista oivalsi, että on esimerkiksi paljon helpompi laskea 3 kertaa 100 kuin 100 kertaa 3. Tutkija korosti, että pelejä pelattaessa kannattaa miettiä, kummin päin kertolasku on helpompi laskea.

Tunnilla esiteltiin Kertolaskupeli, Numerolaatikko ja Sanalliset tehtävät. Muita pelejä olivat Onnenpyörä, Formula, LUKO-peli ja Tietokoneesta opetuspelejä Peruskunnan kohentaminen. Kokonaisuutena tunti oli toimiva. Kenenkään ei tarvinnut pelata yksin, jos ei halunnut.

### 5. kerta

Tunnin tavoitteena oli tutustua luvun 5 kertotauluun ja harjoitella sitä pelien avulla (Liite

14).

Tunnin alussa ohjaava tutkija kyseli oppilailta kotitehtävänä olleen luvun 2 kertotaulun loppuosan. Luvun 5 kertotauluun tutustuttiin kertotauluportaiden avulla samalla tavoin kuin luvun 2 kertotaulun yhteydessä. Tutkija painotti sitä, että tulot muodostuvat viiden välein.

Uutena pelinä esiteltiin ainoastaan Trivial. Laskukorttipakan, Little Professorin, Numerolaatikon ja Keksi lasku -pelin avulla harjoiteltiin luvun 5 kertotaulua. Nappikauppa-leikissä kerrattiin tämän lisäksi myös luvun 2 kertotaulua. Tietokoneohjelmista käytimme edelleen Peruskunnan kohentaminen -peliä, jossa pelaaja harjoittelee yhdistämään toisiinsa kuvan, sitä vastaavan yhteenlaskun, kertolaskun ja tulon.

Tunnin aikana huomasimme, että jotkut oppilaat käyttävät hidasta strategiaa laskiessaan luvun 5 kertotaulun tuloja. He eivät osanneet luetella tuloja viiden välein, vaan kävivät läpi jokaisen luvun kerrallaan.

## 6. kerta

Kuudennen tunnin tavoitteena oli luvun 5 kertotaulun hallinnan vakiinnuttaminen (Liite 15).

Tunnin alussa ohjaava tutkija kyseli luvun 5 kertotaulun alkuosaa. Kysely tapahtui siten, että tutkija kysyi ensimmäiseltä oppilaalta kertolaskun. Vastattuaan oppilas kysyi puolestaan seuraavalta oppilaalta jne. Kysyjän tehtävänä oli tarkistaa, että vastaus on oikein. Edellisellä tunnilla huomasimme, että vaihdannaisuutta käsitellessä kotitehtävissä oli ollut useilla oppilailla virheitä. Tämän vuoksi kertosimme yhdessä, kuinka kuvasta muodostetaan kertolasku. Tutkija painotti sitä, että vaikka vaihdannaisuutta kannattaakin käyttää hyväksi, täytyy kuvasta kertolaskua muodostettaessa olla tarkkana, että luvut tulevat oikein päin. Edellisellä tunnilla huomasimme, että tulojen luettelu viiden välein tuottaa oppilaille vaikeuksia. Siksi harjoittelimme sitä yhdessä. Samalla kertosimme, kuinka muodostetaan annettua tuloa vastaava kertolasku.

Tällä tunnilla ei ollut uusia pelejä. Valittavana olevat pelit olivat: Trivial, Onnenpyörä, Numerolaatikko, Formula, Kertolaskupeli, Tietokone, LUKO-peli ja Keksi lasku -peli. Tunti sujui suunnitelmien mukaisesti. Pelaaminen, pelien ja peliparien valinta onnistui hienosti.

### 7. kerta

Tämän tunnin tavoitteena oli lukujen 2 ja 5 kertotaulujen sujuvan osaamisen varmentaminen. Lisäksi pyrittiin siihen, että oppilas ymmärtää jakolaskun kertolaskulle käänteisenä toimintona (Liite 16).

Tunnin alussa ohjaava tutkija kyseli kirjallisesti kotitehtävänä olleen luvun 5 kertotaulun. Olimme keränneet oppilaiden tehtävävihkot jo aiemmin, jotta voimme tarkistaa heidän kertolaskusta kirjoittamansa tarinat. Huomasimme, että suurin osa oppilaista ei ollut ymmärtänyt tehtäväohjeita. He olivat kirjoittaneet hienoja tarinoita, mutta eivät olleet osanneet sisällyttää kertolaskua tarinaan. Ohjaava tutkija luki muutamia oppilaiden kirjoittamia tarinoita, joissa tehtäväohjeet oli ymmärretty oikein. Lopuille oppilaille tarinan kirjoittaminen annettiin uudelleen kotitehtäväksi.

Ohjaava tutkija muodosti taululle magneettiryhmiä. Oppilaan tehtävänä oli tulla kirjoittamaan kuvaa vastaava kertolasku ja sen tulo. Esimerkkilaskun ( $2 * 3$ ) tulo oli kuusi. Ohjaava tutkija kävi oppilaiden kanssa keskustelemalla läpi, kuinka jakaminen kahteen osaan tapahtuu. Muiden esimerkkilaskujen avulla käsiteltiin myös kolmella ja viidellä jakaminen. Jakamista harjoiteltiin ainoastaan suullisesti. Jakamiseen liittyviä käsitteitä ja jakomerkkiä ei käsitelty.

Uutena pelinä esiteltiin Aartenmetsästäys. Kertolaskupelissä, Dominossa ja tietokoneohjelmassa harjoiteltiin kertolaskua. Trivialissa ja Onnenpyörässä oli lisäksi jakolaskutehtäviä. Keksi lasku -pelissä oli ainoastaan jakamista. Koska kaikissa peleissä ei ollut jakolaskutehtäviä, kaikki oppilaat eivät saaneet tunnilla harjoitella jakamista. Tämän vuoksi kirjasta annetut kotitehtävät sisälsivät ainoastaan jakolaskuja. Luokassa oli tunnin aikana myönteinen ilmapiiri ja oppilaat jaksoivat keskittyä hyvin omaan peliinsä.



## 8. kerta

Tunnin tavoitteena oli tutustua luvun 3 kertotauluun ja harjoitella sitä pelien avulla (Liite 17).

Tunti aloitettiin lukujen 2 ja 5 kertotaulujen kirjallisella kyselyllä. Tällä kerralla oppilaat saivat vastata tehtäviin rauhassa, ilman aikarajoitusta. Tutkija kävi läpi luvun 3 kertotaulun samalla tavoin kuin aiemmatkin kertotaulut.

Kaikki pelit olivat ennestään tuttuja: Aartenmetsästys, Trivial, Numerolaatikko, Tietokone, Nappikauppaleikki, Little Professor ja Laskukorttipakka. Tällä tunnilla ongelmia tuotti peliparin valinta. Kaksi tyttöä ei suostunut pelaamaan yhdessä, vaikka vapaana oli ainoastaan kahdestaan pelattavia pelejä. Ohjaava tutkija pelasi Trivialia toisen tytön kanssa. Toinen tyttö ei suostunut tulemaan peliin mukaan, vaan jäi odottamaan oppilasta, jonka kanssa hän yleensä pelasi.

## 9. kerta

Yhdeksännen tunnin tavoitteena oli luvun 3 kertotaulun hallinnan vakiinnuttaminen (Liite 18).

Ohjaava tutkija aloitti tunnin kyselemällä suullisesti luvun 3 kertotaulun. Koska kolmen kertominen luvuilla 6, 7, 8 ja 9 tuotti vaikeuksia, annoimme ulkoa opeteltavaksi kotitehtäväksi ainoastaan laskut  $7 * 3$  ja  $8 * 3$ .

Tunnilla oppilailla oli mahdollisuus pelata seuraavia pelejä: Trivial, Aartenmetsästys, Pähkähullun ostajan paratiisi, Onnenpyörä, Little Professor, Formula. Tietokoneella pelattiin Kertolaskupeliä. Tunti oli kokonaisuutena toimiva ja oppilaat jaksoivat keskittyä hyvin pelaamiseen.

## 10. kerta

Tunnin tavoitteena oli, että oppilas tutustuu luvun 4 kertotauluun ja harjoittelee sitä pelien avulla (Liite 19).

Tunnin alussa ohjaava tutkija jakoi jokaiselle oppilaalle lappun, jossa oli yksi luvun 3 kertotaulun tulo. Tutkija kyseli kertolaskuja ja oppilaan tehtävänä oli nostaa laskun tuloa vastaava lappu ylös. Luvun 4 kertotaulu käytiin läpi kertotauluportaiden avulla. Samalla kerrattiin, että laskuissa  $9 * 4$  ja  $11 * 4$  kannattaa käyttää hyväksi laskua  $10 * 4 = 40$ . On huomattavasti helpompaa vähentää luvusta 40 neljä, kuin aloittaa alusta luvun 4 kertotaulun tulojen luetteleminen.

Tornin valtaus esiteltiin uutena pelinä. Oppilaille tuttuja pelejä olivat Aartenmetsästys, Trivial, Onnenpyörä, Pähkähullun ostajan paratiisi, Little Professor, Perhekortit ja tietokonepeli Laskumatikainen. Tunnin alussa emme kokeilleet Laskumatikaisen pelaamista, koska olimme tutustuneet peliin etukäteen toisella koneella. Tunnin aikana huomasimme, että peliä on mahdoton pelata luokassa olevalla koneella. Kone oli liian tehokas kyseistä peliä varten ja tämän vuoksi sen antama vastausaika oli liian lyhyt. Muiden pelien pelaaminen tunnilla sujui ongelmitta.

## 11. kerta

Viimeisen pelikerran tavoitteena oli luvun 4 kertotaulun hallinnan vakiinnuttaminen. Lisäksi kerrattiin lukujen 2, 3 ja 5 kertotaulut (Liite 20).

Ohjaava tutkija kyseli oppilailta suullisesti luvun 4 kertotaulun. Tämän osaaminen tuotti vaikeuksia. Syynä lienee ollut se, että luvun 4 kertotaulu on vaikeampi oppia kuin edelliset.

Valittavana olevat pelit olivat samat kuin edellisellä tunnilla. Poikkeuksena oli tietokone, josta käytettiin peliä nimeltä Peruskunnon kohentaminen. Kaikkien pelien pelaaminen onnistui hienosti, koska pelejä oli pelattu jo usealla kerralla. Luokassa oli myönteinen ilmapiiri ja oppilaat näyttivät pitävän pelaamisesta.

## 7.7 Aineiston analysointi

Aineiston analyysi on ennen kaikkea tutkijan omaa ajattelutyötä, aikaa ja vaivaa vaativa prosessi, joka alkaa jo kenttätyövaiheessa ja jatkuu koko tutkimuksen ajan. Tämän vuoksi on tärkeää, että tutkija koko tutkimusprosessin ajan käy läpi aineistoaan, perehtyy teoreettiseen kirjallisuuteen ja niiden kautta tarkentaa tutkimustehtäviään. (Syrjälä ym. 1994, 89, 94.)

Kvalitatiivinen aineisto koostuu osista elävää elämää ja se on pala tutkittavaa maailmaa. Aineistolle on ominaista monimuotoisuus ja rikkaus, joka tulee ilmi raporttien mahdollisimman tarkasta ja aidosta kerronnasta ja kuvaamisesta. Kvalitatiivista aineistoa voidaan analysoida monesta eri näkökulmasta ja ainoana rajana Alasuutari (1994) näkee vain tutkijan oman mielikuvituksen ja luovuuden (Alasuutari 1994, 74 - 75, 79). Kuitenkin tärkeää on, että lukijalle välittyy mahdollisimman yksityiskohtainen ja tarkka kuva siitä työ- ja ajatteluprosessista, joka on johtanut saatuihin tuloksiin. Lukijaa ei saa jättää pelkästään tutkijan intuition armoille. (Mäkelä 1990, 59.)

Tutkijan on itse kehitettävä menetelmä aineistonsa järjestämiseksi, koska menetelmäkirjallisuudesta ei aina löydy tähän systemaattista mallia. Koska kvalitatiivisen aineiston analysointimenetelmät ovat rajattomat, tutkijan tulee suhtautua analysointiin, kuten koko tutkimusprosessiinkin, mahdollisimman avoimesti. (Grönfors 1982, 155 - 156.) Aineiston järjestelyssä ja tulkinnassa tutkijan on pyrittävä systemaattisuuteen, selkeyteen, perusteltavuuteen, kattavuuteen ja totuudellisuuteen. Tulkinnassa ovat voimakkaasti taustalla tutkijan ihmiskäsitys, metodologiset kannanotot ja teoreettiset näkökulmat. Tärkeä vaikutus on myös tutkijan elämäkokemuksella ja arki ajattelulla. (Syrjälä & Numminen 1988, 118, 130.)

Kun koko aineisto on koossa, tutkija suorittaa karkean luokituksen, joka perustuu tutkimusongelmiin. Luokittelussa voidaan käyttää apuna esimerkiksi haastattelurunkoa. (Syrjälä ym. 1994, 89.) Kvalitatiivisen aineiston analysointia voidaan suorittaa tapauskohtaisesti, jolloin jokaisen henkilön aineistosta tehdään yksi tapaus. Aineisto on mahdollista analysoida myös ristiin, jolloin ryhmitellään yhteen eri henkilöiden vastaukset

yhden teeman alta ja käsitellään niitä eri perspektiiveistä. (Patton 1990, 376.)

Keräsimme aineistoa monella eri tiedonkeruumenetelmällä, joka mahdollisti tutkimuskohteen monipuolisen tarkastelun. Aineiston analysoinnin aloitimme kenttätyön aikana. Analysoimme kaikki pelitunneilla kuvatut videonauhat seurantalomaketta apuna käyttäen. Tapausoppilaiden haastatteluista kuvaamiamme videonauhoja analysoidessamme kirjoitimme muistiin kaikki kertolaskun oppimiseen liittyvät asiat ja oppilaiden kommentit. Ennen varsinaista analysointia teimme myös yhteenvedot osallistumislomakkeista ja mielipidekyselyistä. Tarkoituksena oli selvittää, mitä pelejä oppilaat olivat pelanneet ja mitä mieltä he olivat olleet pelijaksosta sekä eri peleistä.

Osallistuvan havainnoinnin ja videoiden perusteella täytetyt seurantalomakkeet olivat analysointimme pohjana. Analysointivaiheessa vertasimme näiden perusteella muodostamiamme käsityksiä muilla tiedonkeruumenetelmillä saatuihin tietoihin. HavaitSIMME näiden tukevan toisiaan.

Tutkimuksessamme aineistoa on analysoitu sekä tapausoppilaittain että tutkimusongelmittain. Tapauskohtaisella analysoinnilla olemme pyrkineet kuvaamaan kunkin oppilaan materiaalilla toimimista ja kertolaskun oppimista mahdollisimman yksityiskohtaisesti ja elävästi. Tutkimusongelmittain tapahtuvassa analysoinnissa olemme tehneet johtopäätökset ongelmien esittämisjärjestyksessä ja tuoneet esille niiden yhteyden käyttämäämme teoriataustaan.

## **7.8 Tutkimuksen luotettavuuden arviointia**

Kvalitatiiviseen aineistoon perustuvan tapaustutkimuksen uskottavuuden osoittaminen on monivaiheinen prosessi, jota ei voida tarkastella erillisenä itse tutkimusprosessista. (Syrjälä & Numminen 1988, 145.) Raportoinnin osuus korostuu tutkimuksen luotettavuutta arvioitaessa. Luotettavuuden arviointi ei ole tällöin vain tutkijan vaan myös lukijan asia. Tutkijan on huolehdittava siitä, että lukijalle ei jää epäselväksi tutkimuksen keskeiset käsitteet, joten raportoinnin tulee olla selkeää ja helposti luettavaa. (Syrjälä ym. 1994, 100 -

101.)

Tapaustutkimusta pidetään luotettavana silloin, kun se ei sisällä satunnaisia tai epäolennaisia tekijöitä. Koska laadullisessa tutkimuksessa itse tutkimus on koko ajan tarkan arvioinnin alla, epäolennaisuudet karsiutuvat yleensä itsestään pois tutkimusaineistosta. (Varto 1992, 103 - 104.)

Tutkimuksen luotettavuutta pyritään määrittelemään validiuden ja reliaabeliuden avulla. **Validius** tarkoittaa sitä, missä määrin tutkimuksessa tehdyt johtopäätökset vastaavat sitä todellisuutta, josta ne on saatu. Validiutta on sekä sisäistä että ulkoista. **Sisäinen validius** tarkoittaa sitä, onnistuuko tutkija havainnoimaan ja mittaamaan niitä asioita, joita hänen tavoitteenaan on mitata. (Goetz ja LeCompte 1984, 221.) Sisäisessä validiudessa on kyse siitä, miten tutkimuksen raportointi vastaa osallistujien kokemuksia ja heidän tulkintojaan tutkitusta tilanteesta. Oleellista kvalitatiivisen tutkimuksen luotettavuuden tarkastelussa on tutkijan vaikutusten tarkastelu kokoamaansa aineistoon. (Syrjälä & Numminen 1988, 136.)

Omassa tutkimuksessamme olemme pyrkineet realistisesti arvioimaan omia vaikutuksiamme tutkimuskohteeseen. Tutkijoina meillä oli luokassa opettajan rooli, joten varsinaisiksi tutkijoiksi meitä ei mielletty. Pyrimme havainnoimaan mahdollisimman tarkasti kaikkea tutkimuskohteeseemme liittyvää. Tavoitteenamme oli suhtautua mahdollisimman avoimesti saamaamme tietoon ja välttää takertumista ennakkokäsityksiin.

Triangulaatio on varsin luonnollinen keino tarkastella kvalitatiivisen tutkimuksen luotettavuutta, sillä tapaustutkimukset ovat yleensä luonteeltaan monimetodisia (Syrjälä & Numminen 1988, 140). Tässä tutkimuksessa käytimme sekä menetelmä- että tutkija-triangulaatiota. Menetelmä-triangulaatio tarkoittaa, että eri menetelmillä hankitaan tietoa samasta tutkimuskohteesta. Jos eri menetelmillä saadaan samansuuntaisia tutkimustuloksia, lisää se tutkimuksen luotettavuutta. (Syrjälä & Numminen 1988, 140.) Omassa tutkimuksessamme käytimme aineiston hankkimisessa havainnointia, haastattelua, videointia, osallistumislomaketta, kenttäpäiväkirjoja, mielipidekyselyä sekä alku- ja loppukoetta. Analysointivaiheessa vertasimme näistä saatuja tulkintoja toisiinsa ja nämä osoittautuivat samansuuntaisiksi.

Tutkija-triangulaatio tarkoittaa, että kenttäaineistoa kokoamassa on kaksi tai useampia tutkijoita. Omassa tutkimuksessamme havainnot ja tulokset pohjautuvat kahden tutkijan tulkintoihin. Jatkuvalle tutkijoiden välisellä vuorovaikutuksella pyrimme ehkäisemään aineiston analysointiin ja tulkintaan liittyviä virhepäätelmiä. Tutkijoina keskustelimme jatkuvasti aineistoon liittyvistä asioista. Omat päätelmät ja tulkinnat piti perustella toiselle, jotta voimme yhdessä hyväksyä tulkintojen luotettavuuden. Yhteisesti tehty raportointi lisäsi osaltaan tutkimuksen luotettavuutta.

**Ulkoinen validius** tarkoittaa yleistettävyyttä ja sitä, missä määrin tutkijan tutkimuskohteesta muodostamat tulkinnat ovat siirrettävissä toiseen tilanteeseen tai toista ryhmää koskeviksi (Goetz & LeCompte 1984, 221). Ulkoisen validiuden virheellisyys vältetään raportoimalla tutkimuksen eri vaiheet, käsitteet, tekniikat ja teoria mahdollisimman tarkasti (Syrjälä ym. 1994, 101).

Tutkimuksessamme olemme yksityiskohtaisesti kuvailleet ja analysoineet kohdettamme sen omassa kontekstissa. Tutkimus ei ole sellaisenaan siirrettävissä toiseen tilanteeseen tai ryhmään. Kuitenkin lukija voi itse vertailla tutkimustuloksia muihin samanlaisia asioita käsitteleviin tutkimuksiin.

**Reliaabelius** tarkoittaa tutkimuksen toistettavuutta ja johdonmukaisuutta tai sisäistä yhtenäisyyttä. Myös reliaabelius voidaan jakaa sisäiseen ja ulkoiseen. **Ulkoisen reliaabeliuden** kannalta on tärkeää, että tutkija raportoi kaiken tutkimuskohteeseen liittyvän mahdollisimman tarkasti. Näin lukija voi nähdä, etteivät tulokset perustu pelkästään tutkijoiden henkilökohtaiseen intuitioon. Kasvatustilanteet muuttuvat kuitenkin jatkuvasti, jolloin tutkimuksen toistettavuus täysin samanlaisena on mahdotonta. (Syrjälä & Numminen 1988, 143.)

Raportoinnissa pyrimme kuvaamaan pelijakson ja tuntien kulun mahdollisimman tarkasti, jolloin tutkimuksen ulkoinen reliaabelius paranee. Kuitenkin tutkimuksesta ja ilmiöstä itsestään johtuvat tekijät muuttuvat jatkuvasti (Tynjälä 1991, 391). Tämän vuoksi tätä tutkimusta on mahdotonta toistaa aivan samanlaisena.

**Sisäisessä reliaabeliudessa** on kyse siitä, miten yksimielisiä tutkijat ovat tuloksista eli ovatko tutkijoiden kokoamat merkitykset niin yhtenäisiä, että niiden perusteella voidaan muodostaa samanlaisia kohdetta koskevia päätelmiä. (Syrjälä & Numminen 1988, 144.) Keskustelujen avulla olemme pyrkineet tarkastelemaan asioita monesta näkökulmasta. Tutkijoina olimme yksimielisiä johtopäätöksistä ja tuloksista. Tämä ilmenee myös tutkimusraportistamme.

Kvalitatiivisessa tutkimuksessa tutkija itse on tutkimusväline. Näin ollen kvalitatiivisen tutkimuksen luotettavuus riippuu kenttätutkijan taidoista. (Patton 1990, 14). Tutkijan rooli vaikuttaa tutkimuksen luotettavuuteen. Syvällisen tiedon saaminen edellyttää tutkijan asettumista tilanteen vaatimiin rooleihin. Tämä saattaa kuitenkin aiheuttaa samalla ongelmia tutkimuksen luotettavuuteen. (Syrjälä ym. 1994, 100; Tynjälä 1991, 393.)

Tutkijoina tiedostimme, että kokemuksemme, arvomaailmamme ja ennakkokäsityksemme voivat vaikuttaa saadun tiedon tulkintaan. Itsereflektoinnin lisäksi koimme tärkeäksi tutkijoiden ja tutkittavien välisen avoimen vuorovaikutuksen. Tämä oli mahdollista, koska oppilaat pitivät meitä opettajina eivätkä tutkijoina.

## 8 TUTKIMUSTULOKSET

### 8.1 Tapausoppilaiden materiaalilla toimiminen ja kertolaskun oppiminen

Tuloksissa kuvaamme, kuinka tapausoppilaat toimivat pelimateriaalilla ja oppivat kertolaskun. Kertolaskun oppimista kuvatessamme olemme tukeutuneet Haapasalon käsitteenmuodostusprosessin malliin (ks. kuvio 2, s. 43). Aluksi kuvaamme kunkin tapausoppilaan matematiikan ja äidinkielen perustaitoja sekä yleisiä luonteenpiirteitä. Näillä on mielestämme yhteyttä sekä oppilaan materiaalilla toimimiseen että kertolaskun oppimiseen.

Tapausoppilaista Iiro ja Iida menestyivät alkukokeessa heikosti, Isto ja Irmeli keskitasoisesti ja Ilkka ja Ilona hyvin. Tapausoppilaiden mielipiteet ovat tekstissä kursivoituna.

#### **Iiro: "Kivaa."**

Iiro on rauhallinen ja hyväntuulinen mietiskelijä, joka haluaa pohdiskella asioita rauhassa. Luokkakavereihin verrattuna hän on kiinnostunut hyvin erikoisista asioista, esimerkiksi muinaisaikojen löydöksistä. Löytääkseen tietoa hänelle itselleen tärkeistä asioista, Iiro on valmis tekemään paljon työtä. Iirolle on tärkeää, että opittava asia kiinnostaa häntä. Lukeminen ja kirjoittaminen tuottavat hänelle edelleen vaikeuksia. Lukeminen on hidasta ja kirjoitetuista sanoista jää monia kirjaimia pois. Myös matematiikan perustaitojen hallinnassa on puutteita. Iiron kohdalla äidinkielen taitojen kehittäminen on tällä hetkellä koettu tärkeämmäksi kuin matematiikka. Tämän vuoksi hän käy säännöllisesti LUKI-opetuksessa. Taitojen kehittymättömyydestä huolimatta Iiro on suosittu luokkayhteisössä ja muut oppilaat valitsevat hänet mielellään työparikseen.



## Materiaalilla toimiminen

Pelien valinta oli Iiron mielestä *helppoa*. Iiro valitsi yleensä ensin itselleen parin ja tämän jälkeen he yhdessä miettivät, mitä peliä haluavat pelata. Peliohjeiden ymmärtäminen ei yleensä aiheuttanut ongelmia. Joskus Iiro ei keskittynyt peliohjeiden kuuntelemiseen ja tällöin hän joutui kysymään neuvoa pelikaveriltaan. Usein pelin aloittaminen viivästy, koska Iiroa kiinnosti kovasti peleihin liittyvät materiaalit, esimerkiksi opetusrahat.

Iiro pelasi mielellään samaa peliä useammalla tunnilla. Arvelemme, että hänen oli helpompi keskittyä kertolaskun oppimiseen, kun peli oli ennestään tuttu. Iiro oli innostunut pelaamisesta ja hän jaksoi lähes aina pelata pelin loppuun saakka. Pari kertaa Iiro olisi halunnut lopettaa pelin kesken ja valita toisen pelin.

Iiro pelasi LUKO-peliä, mutta peli ei kiinnostanut häntä. Hän olisi halunnut pelata toista peliä vieressä LUKO-peliä pelaavan kaverin kanssa.

- *Hei, mennääks tuonne. (Osoittaa toista peliä.) Leikitään ett' me ollaan tehty tätä.*
  - (Kaveri ei kuuntele.)
  - *Hei kuulitko, mennääks tuonne. Lopetetaan tätä LUKO:n pelaaminen. Toss ois tuo toinen peli vapaana. Ei tehä enää tätä.*
  - Joo, ei tehä enää tätä.
- (Iiro laittaa pelin pois ja on lähdössä pelaamaan toista peliä. Opettaja tulee paikalle ja muistuttaa yhteisestä säännöstä, jonka mukaan peli on pelattava loppuun saakka.)

Iiro pelasi yleensä parin kanssa, joka oli luonteeltaan hyvin impulsiivinen ja matemaattisilta taidoiltaan häntä huomattavasti parempi. Pelaaminen sujui hyvin, vaikka pelipari välillä tuskastuikin joutuessaan odottamaan Iiron vastausta. Iiron kommentti *Sinä sekotit minut. Eikö muka saa ees laskee?* kuvasti, että hän olisi halunnut rauhassa miettiä vastausta laskuihin. Tämä olisi ollut tarpeellista kertolaskun oppimisen kannalta.

Iiro toimi halukkaasti pelin onnistumiseksi ja eläytyi pelaamiseen, esimerkiksi Nappikaup-paleikissä ostajan ja myyjän rooleihin. Iiron mielestä suurin osa peleistä oli *kivoja*. Mukavin peli oli Aartenmetsästys ja ikävää peliä ei hänen mielestään ollut. Iiron mielestä kertotaulujen opetteleminen pelien avulla oli *kivaa* ja pelijakso oli sopivan pituinen.

## Kertolaskun oppiminen

Alkukokeessa Iirolla oli vaikeuksia sekä lukuyksiköiden hallinnassa että lukujonotaidoissa. Vaikka yhteen- ja vähennyslaskut sujuivat alkukokeessa melko hyvin, tuottivat nämä jakson aikana yllättävän paljon vaikeuksia. Alkukokeessa Iiro sai 23/42 pistettä ja loppukokeessa 19/30 pistettä.

Kertolaskukäsitteeseen orientoiduttaessa Iiro oivalsi heti, kuinka yhteenlaskusta muodostetaan kertolasku. Aiempia mentaalimallejaan hyödyntäen hän laski ensin, kuinka monta yhteenlaskettavaa lukua oli ja tämän jälkeen muodosti kertolaskun. (vrt. Haapasalo 1994, 203.) Yhteenlaskun muodostaminen kertolaskusta tuotti sensijaan vaikeuksia jakson alussa, mutta ei enää sen loppupuolella. Uskomme, että yhteen- ja kertolaskun välisen vastaavuuden ymmärtämistä edesauttoi se, että Iiro pelasi paljon pelejä, joissa oli juuri tätä taitoa kehittäviä tehtäviä. Tällainen peli oli esimerkiksi Nappikauppaleikki, jossa yhdistyivät sekä konkreettinen napeilla toimiminen että yhteen- ja kertolaskun kirjoittaminen. Tuottamisvaiheen tehtävistä Iirolle aiheuttivat vaikeuksia ainoastaan symbolisen esityksen tuottaminen verbaalisesta esitysmuodosta (vrt. Haapasalo 1994, 206). Vaikka Iiron pelaamisessa peleissä oli sanallisia tehtäviä, oli niiden ratkaiseminen hänelle vaikeaa. Taustalla vaikutti osaltaan heikko lukutaito.

Iiron vaikeudet lukujonotaidoissa vaikuttivat kertotaulujen oppimiseen. Luetellessaan lukuja esimerkiksi viiden välein, hän saattoi sanoa "5, 10, 15, 16". Lukujonotaidot ovat yhteydessä kykyyn pitää mielessä käytettyjen lukusanojen määrä. Lukujonotaitojen lisäksi myös tämä tuotti Iirolle vaikeuksia. Esimerkiksi tehtävissä, joissa Iiron piti keksiä annettua tuloa vastaava kertolasku, hän ei lukuja luetellessaan muistanut pysähtyä annetun tulon kohdalle. Helpottaaksemme laskemista annoimme hänelle mahdollisuuden käyttää apuna Multilink-kuutioita. Tästä huolimatta taito jäi epävarmaksi. Lukujonotaitojen varmentamiseksi jakson alkuun olisi pitänyt sisältyä pelejä ja kotitehtäviä, joissa juuri tätä taitoa olisi harjoiteltu. Iiro käytti jakson loppuun saakka sormia apuna laskiessaan kertolaskuja. Hän tarvitsi sormia myös silloin, kun kotitehtävänä oli ollut kertotaulun ulkoa opetteleminen. Iiroa ei näyttänyt häiritsevän, vaikka hän ei osannut kertotauluja sujuvasti. Jakolaskut Iiro osasi paremmin kuin kertolaskut. Kerto- ja jakolaskukäsitteen määrittely sujui Iirolta hyvin,

sillä hän osasi erottaa kummallekin laskutavalle ominaiset tunnusmerkit (vrt. Haapasalo 1994, 204).

Iiron keskittyminen tehtävien ratkaisemiseen onnistui parhaiten silloin, kun hän pelasi samantasoisen parin kanssa. Kun Iiro sai rauhassa miettiä vastauksia, vähenivät huolimattomuusvirheet. Vaikka Iiro osallistuikin innokkaasti pelaamiseen, unohtui hän monesti oman pelivuoron jälkeen haaveilemaan. Peliparin käyttämien ratkaisumallien seuraamisesta olisi ollut hyötyä hänen omankin oppisen kannalta.

Iiron vaikeudet kertolaskussa hidastivat pelin kulkua, mutta eivät olleet esteenä pelin onnistumiselle. Iiro ei masentunut tekemistään virheistä, vaan yritti innokkaasti uudestaan. Kertolaskukäsitteen omaksuminen on pitkäaikainen prosessi. Iiron kohdalla kertolaskukäsitteen omaksumisen kannalta on tärkeää, että hän saa vielä harjoitusta erityisesti lujittamisvaiheen tehtävissä. (vrt. Haapasalo 1994, 206).

### **Iida: "Se oli helppoa ja kivaa."**

Iida on tavallinen, vähän hiljainen oppilas. Hän osallistuu aktiivisesti luokkatyöskentelyyn, mutta on muuten melko huomaamaton. Lukeminen, kirjoittaminen ja laskeminen tuottavat Iidalle jonkin verran vaikeuksia. Tämän vuoksi hän käy LUKI-opetuksessa ja tarvittaessa myös matematiikan tukiopetuksessa. Yhteistyö kaikkien luokkakavereiden kanssa onnistuu Iidalta hyvin. Tästä huolimatta hän työskentelee lähes aina saman parin kanssa. Pari on luonteeltaan ulospäinsuuntautuneempi ja määrällisempi kuin Iida. Myös tiedollisesti ja taidollisesti hän on Iidaa kehittyneempi.

### **Materiaalilla toimiminen**

Iida valitsi mielellään hyvin erityylyisiä pelejä ja hän pelasi samaa peliä korkeintaan kahdella tunnilla. Iidan mielestä valittavia pelejä oli *sopivasti*. Vaikeuksia tuotti ainoastaan se, että *kaikki pelit oli kivoja ja helppoja*. Peliohjeiden ymmärtäminen näytti tuottavan Iidalle

joskus vaikeuksia. Uskomme tämän johtuvan siitä, että Iida ei aina keskittynyt kuunteleminen. Mikäli mahdollista, Iida neuvoi mielellään muita pelien pelaamisessa.

Kuten lähes kaikki muutkin oppilaat, myös Iida oli tarkka pelisääntöjen noudattamisesta. Tämä on tyypillistä alkuopetusikäisten lasten moraalien kehitysvaiheelle (Crain, 1992, 116). Toteamus *Sun vuoro uudestaan, kun se (pelinappula) meni vihreeseen*. osoittaa, että Iida oli reilu pelikaveri, joka ei ajatellut vain omaa etuaan. Iida huolehti myös siitä, että pelitavarat laitettiin pelin jälkeen takaisin paikoilleen.

Iida pelasi yhtä mielellään sekä yksin että kaverin kanssa pelattavia pelejä. Vaikka Iida pelasikin useimmiten saman parin kanssa, hyväksyi hän tarvittaessa parikseen kenet tahansa. Peliparilla oli kuitenkin vaikutusta pelin sujuvuuteen. Kun Iida pelasi tutun parin kanssa, hän huolehti siitä, että peli etenee, eikä pelikaveri jää *tuijottamaan muualle*. Pojan kanssa pelatessaan hän itsekin unohtui välillä haaveilemaan kesken pelin.

Iidan mielestä mukavin peli oli Trivial, koska *se vain oli niin kiva*. Ikävin peli oli Onnenpyörä, koska *kävin siinä niin harvoin ja se vain oli niin ikävä peli*. Kertolaskujen opetteleminen pelien avulla oli Iidan mielestä *helppoa ja kivaa*. Pelijakso oli kuitenkin hänen mielestään liian pitkä. Tämä oli mielestämme yllättävää, sillä Iida näytti pitävän pelaamisesta.

### **Kertolaskun oppiminen**

Alkukokeessa Iidalla oli vaikeuksia etenkin sanallisissa tehtävissä. Yksittäisiä virheitä oli monissa eri tehtävätyypeissä. Alkukokeessa hän sai 25/42 pistettä ja loppukokeessa 20/30 pistettä.

Käsitteeseen orientoituminen tuotti Iidalle ongelmia, sillä hänellä oli jakson alussa vaikeuksia ymmärtää yhteen- ja kertolaskun välistä vastaavuutta (vrt. Haapasalo 1994, 203). Esimerkiksi tehtävässä, jossa piti muodostaa yhteenlaskua  $4 + 4 + 4$  vastaava kertolasku, Iida ei ymmärtänyt, että ensin pitää laskea, kuinka monta yhteenlaskettavia on.

Kertolaskukäsitteelle ominaiset tunnusmerkit eivät olleet täysin selviä Iidalle (vrt. Haapasalo 1994, 204). Hän esimerkiksi sekoitti kertojan ja kerrottavan keskenään. Edellä olevasta yhteenlaskusta hän saattoi sanoa vastaukseksi  $4 * 3$ . Tämän vuoksi pidimme hänelle tukiopetusta, jolloin Iida oivalsi, kuinka yhteenlaskusta muodostetaan kertolasku. Kertolaskua vastaavan yhteenlaskun muodostaminen tuotti sen sijaan vaikeuksia vielä jakson lopussakin.

Iidan vaikeudet lukujonotaidoissa vaikuttivat kertotaulujen oppimiseen. Hän käytti sormia apuna laskemisessa, mutta meni tästäkin huolimatta sekaisin lukuja luettellessaan. Iida ei ollut kovin innostunut Multilink-kuutioiden käyttämisestä, vaikka nämä olisivatkin helpottaneet hänen ajatteluaan. Tunnistamisvaiheen tehtävät sujuivat Iidalta hyvin. Tuottamisvaiheen tehtävistä erityisesti kertolaskun muodostaminen annettuun tuloon oli Iidalle vaikeaa. (vrt. Haapasalo 1994, 205 - 206.) Tähän vaikutti sekä lukujonotaitojen että kertotaulujen heikko hallinta. Vaikka Iida tiesikin, että esimerkiksi  $3 * 5 = 15$ , tuotti hänelle vaikeuksia keksiä luvun 5 kertolaskua, jonka tulo on 15. Kertolaskukäsitteen lujittamisessa Iidalla oli vaikeuksia vaihdannaisuuden sisäistämisessä (vrt. Haapasalo 1994, 206). Iida ymmärsi, mitä vaihdannaisuus tarkoittaa, mutta ei osannut soveltaa sitä tehtäviä ratkaistessaan. Tähän saattoi vaikuttaa myös se, että pelitilanteessa täytyy ottaa huomioon hyvin monta eri asiaa.

Kertolaskun ulkoa oppimiseen vaikutti mielestämme Iidan asennoituminen itseään ja uuden oppimista kohtaan. Tätä kuvaa hänen kommenttinsa *Mä oon niin huono. Vaikka mä opettelisin sen yhtenä päivänä tuhat kertaa, mä en kuitenkaan muista sitä*. Iida tyytyi helposti hänen itsensä kannalta helpoimpaan ratkaisuun, joka ei aina välttämättä ollut paras valinta pelin kannalta. Esimerkiksi pelinoppaa valitessaan hän sanoi *Uskallanko heittää isoa (luvut 7 - 12) noppaa ?*, mutta päätyi kuitenkin pienempään noppaan. Osatessaan Iida neuvoi mielellään pariaan. Tästä esimerkkinä vuoropuhelu toisen oppilaan kanssa.

- Kuus kertaa kolme... kuus kertaa kolme?
- *Paljonko oli viis kertaa tota ni kolme?*
- Viistoista
- *Paljonko on, kun siihen lisätään kolme?*
- Kaheksantoista

Iidalla meni paljon aikaa tehtävien ratkaisemiseen ja tämä hidasti pelin etenemistä. Pelin kulkua tai peliparia tämä ei kuitenkaan häirinnyt. Iida pelasi eri tunneilla hyvin erityyppisiä pelejä. Jäimme miettimään, olisiko hänen oppimisensa kannalta ollut parempi pelata samaa peliä useammalla tunnilla.

### **Isto: "Tosi avuliasta."**

Isto on hyväntuulinen ja koulunkäyntiin myönteisesti suhtautuva oppilas. Vaikka Isto on kognitiivisilta taidoiltaan luokan keskitasoa, tarvitsee hän jatkuvasti opettajalta vahvistusta tekemisilleen. Omatoimisuuden ja itseluottamuksen puuttuminen tulevat ilmi kaikessa Iston toiminnassa. Hän varmistaa jatkuvasti, tekeekö hän tehtävät oikein ja tarpeeksi hyvin. Myös toisten edessä esiintyminen jännittää häntä. Iston epävarmuus ei mielestämme häiritse hänen kaverisuhteitaan, koska hänellä näytti olevan aina kavereita.

### **Materiaalilla toimiminen**

Jakson alussa Isto suhtautui melko negatiivisesti pelaamiseen. *Ei tää oo kiva peli. Ihan tyhmä peli tää on, eikö oo muita pelejä.* olivat tyypillisiä kommentteja ensimmäisillä tunneilla. Istoa näytti jännittävän, kuinka pelaaminen onnistuu. Hän oli hyvin levoton ja keskittyminen pelaamiseen oli vaikeaa. Tästä huolimatta hän näytti iloitsevan pelaamisesta. Istoa myös häiritsi se, että tuntia kuvattiin videokameralla. Hän sanoi monta kertaa *Ei mua saa kuvata. Ei kai toi kuvaa.*

Pelijakson edetessä Isto tottui videokameraan ja asenne pelaamista kohtaan muuttui myönteisemmäksi. Isto toimi lähes aina halukkaasti pelin onnistumiseksi ja totesi monista peleistä *Tää on ihan helppoa. Nää on kivoja.* Hän oli myös halukas kertomaan opettajalle *Mulla on neljätoista pistettä. Mä pääsin tähän. Mulla on ope näin paljon kortteja.* Materiaalin valinta ei tuottanut Istolle vaikeuksia. Peliohjeissa hän joutui välillä kysymään neuvoa peliparilta tai opettajalta. Istolla ei ollut vakituista peliparia, vaan hän pelasi

mielellään eri oppilaiden kanssa. Peliparilla oli jonkin verran vaikutusta pelin sujuvuuteen. Pelaaminen onnistui parhaiten silloin, kun pelipari oli luonteeltaan rauhallinen. Peliparin levottomuus ”tarttui” myös Istoon.

*Alun vaikeuksista huolimatta pelijakso oli Iston mielestä kiva. Oli tosi kivaa. Tosi avuliasta. Opin tosi nopeasti kertotaulut. Pelijakso olisi hänen mielestään saanut jatkua pitempäänkin. Eniten Isto piti Aarteenmetsästyksestä, koska se on vaan mukava peli. Nappikaupasta hän ei pitänyt, sillä siinä piti ostaa ja se oli muutenkin tyhmä. Se oli joskus mukava, mutta (ostos)lista oli ikävä.*

Ilahduttavaa oli, että Iston negatiivinen asennoituminen hävisi ensimmäisten pelikertojen jälkeen. Uskomme, että kaiken taustalla oli Iston epävarmuus ja vuorovaikutustilanteiden sekä epäonnistumisen pelko. Uusi opetusmenetelmä toi tullessaan ennaltaarvaamattomia tilanteita, joita varten Istolla ei ollut turvallisuutta tuovia toimintamalleja. Ylimääräinen levottomuus ja pelien nimittely ikäviksi olivat keinoja suojautua epäonnistumiselta.

### **Kertolaskun oppiminen**

Alkukokeessa Isto teki yksittäisiä virheitä eri tehtäväosioissa. Mikään tehtävätyyppi ei tuottanut hänelle suuria vaikeuksia. Hän sai 33/42 pistettä. Loppukokeessa Isto sai 25/30 pistettä.

Kertolaskun oppiminen ei tuottanut Istolle vaikeuksia. Kertolaskukäsitteen muovaaminen ja omaksuminen tapahtuivat Iston kohdalla nopeasti (vrt. Haapasalo 1994, 204 - 206). Myös opitun soveltaminen peleihin oli vaivatonta. Iston loppukokeessa tekemät muutamat virheet olivat erikoisia ja hyvin erilaisia kuin muilla oppilailla. Kymmenen kertolaskutehtävää sisältäneessä osiossa, hän laski ensimmäisen ja viimeisen tehtävän väärin. ( $9 * 2 = 10$ ,  $10 * 5 = 20$ ) Meitä jäi mietityttämään, millaista strategiaa Isto on käyttänyt tehtäviä ratkaistessaan.

Iston epävarmuudesta ja sosiaalisten tilanteiden jännittämisestä huolimatta kertolaskun

oppiminen pelien avulla soveltui mielestämme hänelle. Vaikka hän oli välillä levoton pelitilanteessa, ei kertolaskutehtäviin vastaaminen tuottanut hänelle vaikeuksia. Siitä huolimatta, että Isto osasi ratkaista tehtävät, hän varmisti vastauksen usein taululta tai laskimesta. Uskomme, että tähän oli syynä itseluottamuksen puute. Istoä huolestutti, muistaako hän tehdä kotitehtävät. *Ope muistuta mua pistää kotitehtävät* oli tyypillinen kommentti tunnin lopussa.

Yksi lujittamisvaiheen tavoitteista jaksomme aikana oli oppia soveltamaan kertolaskukäsitettä eri kertotaulujen oppimiseen (vrt. Haapasalo 1994, 206). Iston kohdalla kertotaulujen ulkoa oppiminen oli melko sujuvaa. Tästä huolimatta hän käytti välillä pelitilanteessa sormia apuna laskemisessa. Tällä tavoin hän halusi varmistaa oikean vastauksen. Isto halusi vastata tehtäviin mahdollisimman nopeasti ja tämän vuoksi hänelle tuli huolimattomuusvirheitä. Loppukokeessa, jossa vastaamisnopeudella ei ollut merkitystä, Isto teki vain muutaman virheen.

### **Irmeli: "Upeita pelejä, se on haus Kempaa."**

Irmeli on "herttainen haaveilija", joka monesti uppoutuu omiin ajatuksiinsa kesken työskentelyn. Hän on luonteeltaan rauhallinen ja tekee kaikki tehtävät tunnollisesti. Irmelillä ei ole vaikeuksia äidinkielen ja matematiikan perustaitojen hallinnassa. Myös Irmelin sosiaaliset taidot ovat hyvin kehittyneet. Hän käyttäytyy ystävällisesti kaikkia luokkakavereitaan kohtaan ja ottaa huomioon muiden mielipiteet. Irmelin osallistuminen luokkatyöskentelyyn on melko aktiivista.

### **Materiaalilla toimiminen**

Irmelin mielestä pelien valinta oli *helppoa, koska kaikki pelit olivat mukavia*. Vaikka pelin valinta ja peliohjeiden ymmärtäminen tapahtuikin nopeasti, pelin aloittamiseen kului tarpeettoman paljon aikaa. Myös pelin etenemistä häiritsi välillä se, että Irmeli syventyi liiaksi omiin ajatuksiinsa tai toisten toiminnan seuraamiseen. Hän huolehti, että muutkin



parit noudattavat yhteisiä sääntöjä *Matti, sä oot pelannu jo kymmenen minuuttia, koska me pelattiin jo ja laitettiin kello kymmenen minuutin kohdalle.* Hänen rauhallinen luonteensa kuvastui koko pelijakson aikana.

Irmeli pelasi lähes kaikki pelit saman parin kanssa. Pelaaminen sujui heiltä hyvin, vaikkakin hitaasti, sillä molemmat tytöt olivat yhtä rauhallisia luonteeltaan. Suurimmalla osalla tunneista Irmeli ennätti pelata ainoastaan yhtä peliä. Pelin etenemisen kannalta olisi mielestämme ollut hyvä, jos Irmeli olisi pelannut eläväisemmän parin kanssa. Mittrowannin (1986) mukaan liian harkitsevat oppilaat eivät yleensä kuulu pelitilanteessa voittajiin. Tätä käyttäytymistä voidaan tasoittaa yhteistyöllä impulsiivisen peliparin kanssa. (Mittrowann 1986, 51.)

Irmelin toimintaa seuraamalla oli vaikea arvioida, mitä hän piti pelaamisesta. Hän oli aina yhtä hillitty eikä tuonut mielipiteitään julki missään pelissä. Osallistumislomakkeiden ja mielipidekyselyn perusteella saimme tietää, että suurin osa peleistä oli Irmelin mielestä kiinnostavia. Mukavin peli hänen mielestään oli tietokone, *koska itsellä ei ole tietokonetta.* Myös Onnenpyörä näytti olevan hänelle erityisen mieluinen, sillä hän pelasi sitä peräti neljällä tunnilla. Ikävimmäksi peliksi hän mainitsee Trivialin. Irmeli kommentoi pelijaksoa seuraavasti: *Minusta te opettajat olitte keksineet upeita pelejä. Miksikö? Koska on haus Kempaa opetella pelien avulla.*

### **Kertolaskun oppiminen**

Irmeli teki alkukokeessa yksittäisiä virheitä. Mikään tehtäväosio ei tuottanut hänelle vaikeuksia. Hän sai alkukokeessa 30/42 pistettä. Loppukokeessa Irmeli sai 22/30 pistettä.

Kertolaskukäsitteeseen orientoiduttaessa Irmeli osasi käyttää hyväkseen aiempia mentaalimallejaan. Näin ollen yhteen- ja kertolaskun välisen vastaavuuden ymmärtäminen ei tuottanut hänelle vaikeuksia. Tunnistamis- ja tuottamisvaiheen tehtävät onnistuivat Irmeliltä hyvin. (vrt. Haapasalo 1994, 205 - 206.) Vastaukset laskuihin eivät tulleet häneltä kuitenkaan automaattisesti, vaan hän tarvitsi yleensä paljon miettimisaikaa. Useimmiten

vastaukset olivat oikein. Jäimme pohtimaan, johtuiko hidas vastaaminen osaamisesta vai hänelle tyypillisestä verkkaisesta toiminnasta.

Joskus Irmeli meni pelitilanteessa aivan lukkoon. Hän ei esimerkiksi tiennyt, muodoste-taanko sanallisesta tehtävästä "Luokassa on 12 oppilasta. Kuinka monet luistimet luokassa on yhteensä?" kerto- vai jakolasku. Tämä osoittaa, että kerto- ja jakolaskukäsitteiden määrittely oli Irmelin kohdalla vielä hieman epävarmaa (vrt. Haapasalo 1994, 204). Kymmenellä kertomisen hyödyntäminen yhdeksällä ja yhdellätoista kerrottaessa oli Irmelille vaikeaa, vaikka asiaa oli käsitelty samalla tunnilla. Irmeli osasi käyttää ääneen ajatteleminen helpottaakseen tehtävien ratkaisemista. Miettiessään annettuun tuloon sopivaa kertolaskua, hän sanoi esimerkiksi *jotain kertaa viisi on neljäkymmentä*. Aina hänen käyttämänsä strategiat eivät kuitenkaan nopeuttaneet tehtävän ratkaisemista.

- (Lukee tehtävän) *Viistoista purukumia jaetaan tasan kolmelle oppilaalle.*
- *Elikkä viistoista jaettuna kolmella. Ekalle jaetaan yks, tokalle jaetaan yks, kolmannelle jaetaan yks. Ekalle jaetaan kaks, tokalle jaetaan kaks, kolmannelle jaetaan kaks. Ekalle jaetaan kolme... (menee sekaisin)*
- *Jokainen saa kolme.*
- (Opettaja tulee avuksi ja tehtävä ratkaistaan yhdessä Multilink-kuutioiden avulla.)

Irmelillä ja hänen peliparillaan kului paljon aikaa "haaveiluun". Tämän vuoksi he ehtivät pelata useimmiten tunnin aikana ainoastaan yhtä peliä. Jos toiminta olisi ollut nopeampaa, olisi Irmeli saanut enemmän harjoitusta kertolaskukäsitteen lujittamisessa (vrt. Haapasalo 1994, 206). Irmelin suhtautuminen kertolaskun oppimiseen oli myönteistä ja hän luotti omiin taitoihinsa. *Nää on ihan helppoja laskuja*, totesi Irmeli usein pelatessaan.

### **Ilkka: "Pelit oli niin hauskoja."**

Ilkka on puhelias, eläväinen ja iloinen koululainen, joka asennoituu myönteisesti uusien asioiden oppimiseen. Hän on taidollisesti ja tiedollisesti useita luokkatovereitaan parempi ja tämän vuoksi neuvoo mielellään muita oppilaita. Ilkka osallistuu luokan toimintaan hyvin aktiivisesti ja tuo mielellään julki omat mielipiteensä. Ilkka on suosittu oppilas

luokassa ja hänellä on useita kavereita.

### **Materiaalilla toimiminen**

Ilkan toiminnasta oli helppo huomata, kuinka hän piti pelaamisesta. Hän osoitti tämän sekä ilmein että sanoin. Tyypillisiä kommentteja olivat *Jess!, Tää on kivaa.*

Ilkka päätti yleensä jo pelejä esiteltäessä, mitä peliä hän haluaa pelata. Mikäli hän ei kuitenkaan saanut valitsemaansa peliä, hän tyytyi johonkin toiseen. Peliohjeiden ymmärtäminen ei koskaan tuottanut Ilkalle vaikeuksia ja hän neuvoi mielellään myös muita. Ilkka suhtautui aina yhtä innokkaasti pelaamiseen ja hän ehti jakson aikana pelata "ennätysmäärän" pelejä.

Ilkka pelasi suurimman osan peleistä saman pojan kanssa, joka oli häntä heikompi matemaattisilta taidoiltaan. Ilkka antoi parille tarpeeksi aikaa miettiä vastauksia ja auttoi tehtävien ratkaisemista apukysymyksillä. Ilkka keskittyi pelaamiseen myös silloin, kun oli parin vuoro vastata. Hän kontrolloi, olivatko vastaukset oikein. Ilkka oli tarkka myös sääntöjen noudattamisessa sekä siinä, että vastauksia ei katsottu suoraan taululta. Huomasimme, että Ilkan innostuneisuus pelaamiseen riippui peliparista. Tavanomaisen peliparinsa kanssa hän oli huomattavasti puheliaampi ja eloisampi kuin muiden oppilaiden kanssa. Pelin eteneminen oli kuitenkin yhtä sujuvaa parista riippumatta.

Pelijakso oli Ilkan mielestä *hauska, koska pelit oli niin hauskoja.* Eniten hän piti tietokoneesta, koska *siinä oli kivoja pelejä.* Ikäviä pelejä ei ollut, koska *pelit oli niin kivoja.*

### **Kertolaskun oppiminen**

Ilkka sai täydet pisteet alkukokeessa. Hän osasi myös kertolaskun käsitteeseen liittyvät tehtävät. Myös loppukokeessa Ilkalla oli kaikki tehtävät oikein.

Ilkalle kertolaskun oppiminen ja opitun soveltaminen peleissä oli helppoa. Hänen kohdallaan kertolaskukäsitteen muodostamisprosessi oli nopea ja sen eri vaiheet niin limittäisiä, että niitä oli vaikea erotella käytännössä (vrt. Haapasalo 1994, 202). Ilkka ei käyttänyt edes jakson alussa sormia apuna laskemisessa. Arvelemme, että sormien käyttäminen oli hänen mielestään "lapsellista". Tunnistamis- ja tuottamisvaiheen tehtävät olivat Ilkalle helppoja. Edes tuottamisvaiheen vaativimmat tehtävät, esimerkiksi kertolaskun keksiminen annettuun tuloon, eivät olleet hänelle vaikeita. (vrt. Haapasalo 1994, 206.)

Ilkka osasi soveltaa omaksumaansa kertolaskukäsitettä uusien asioiden oppimiseen (vrt. Haapasalo 1994, 205 - 206). Hän oppi kaikki kertotaulut sujuvasti ulkoa ja osasi hyödyntää vaihdannaisuutta sekä kymmenellä kertomista esimerkiksi laskuissa  $9 * 5$  tai  $11 * 5$ . Pelaaminen eteni Ilkalta sujuvasti, koska hän vastasi tehtäviin todella nopeasti. Pienet huolimattomuusvirheet johtuivat mielestämme juuri tästä. Ilkka oli innoissaan sekä pelaamisesta että kertolaskun oppimisesta. Hän riemuitsi vilpittömästi sekä omasta että peliparin osaamisesta. Onnistumisen ilon hän osoitti mielellään myös muille.

- *Nolla kertaa viis.. Oiskohan nolla!*
- *Vitsi, nää on helppoja laskuja.*
- *Viis pistettä tommosesta helposta laskusta.*

### **Ilona: "Vähän helpompaa pelien avulla."**

Ilona on taitava ja osaava tyttö, jolla ei ole vaikeuksia missään oppiaineessa. Hän on koulutöissään erittäin tunnollinen, huolellinen ja ahkera. Ilona lukee ja kirjoittaa todella sujuvasti ja hänen matemaattiset taitonsa ovat luokan keskitasoon nähden hyvin kehittyneet. Ilona osallistuu mielellään luokan yhteisiin keskusteluihin ja käyttäytyy kaikkia kohtaan ystävällisesti.

Tapausoppilaita valitessamme emme tiedeet, että Ilona on matkan takia poissa yhden viikon. Tämän vuoksi pidimme hänelle nämä tunnit jo etukäteen "yksityisopetuksena". Koska Ilona oli mukana kaikilla muilla tunneilla, ei viikon poissaolo vaikuttanut hänen

kohdallaan kertolaskun oppimiseen eikä näin ollen mielestämme myöskään tutkimuksen tuloksiin.

### **Materiaalilla toimiminen**

Ilonan myönteinen elämänasenne näkyi hänen toiminnassaan koko pelijakson ajan. Hän suhtautui pelaamiseen innostuneesti ja jaksoi aina pelata pelin kärsivällisesti loppuun saakka. Vaikka Iloa pelasi lähes aina saman peliparin (tapausoppilas Irmeli) kanssa, sujui pelaaminen myös poikien kanssa yhtä hyvin. Peliohjeiden ymmärtäminen tuotti harvoin Ilonalle vaikeuksia. Tarvittaessa Iloa neuvoi mielellään pelipariaan.

Ilonan mielestä kaikki hänen pelaamansa pelit olivat kiinnostavia. Hänelle ei ollut suurta merkitystä sillä, mitä peliä hän pelasi. Joskus Iloa saattoi pelata samaa peliä kokonaisen tunnin. Iloa puhui hyvin vähän pelatessaan ja kaikki hänen kommenttinsa liittyivät peliin. Iloa harkitsi vastauksensa tarkkaan ja muutoinkin hänen toimintansa eteni verkkaisesti.

Ilonan mielestä pelien valinta oli *helppoa, koska oli niin mukavia pelejä*. Kiinnostavin peli oli hänen mielestään Onnenpyörä, *kun se oli jännittävä, kun ei tiennyt tuleeko rosvo*. Ikävää peliä ei ollut, *kun kaikki oli niin kivoja*. Ilonan mielipide pelijaksosta oli seuraavanlainen: *Minusta oli vähän helpompaa pelien avulla. Ihan kivaa*.

### **Kertolaskun oppiminen**

Alkukokeessa Iloa laski kaikki vähennyslaskut yhteenlaskuiksi. Tämä johtui mielestämme huolimattomuudesta, koska jakson aikana vähennyslaskut eivät tuottaneet Ilonalle vaikeuksia. Alkukokeessa hän sai 35/42 pistettä ja loppukokeessa 30/30 pistettä.

Ilonan matemaattiset perustaidot ja motivoituminen uuden asian oppimiseen edesauttoivat kertolaskun oppimista. Hänen kohdallaan kertolaskun käsitteenmuodostusprosessi eteni sujuvasti osavaiheesta toiseen (vrt. Haapasalo 1994, 201). Jakson aikana Iloa omaksui

uudet asiat nopeasti. Jos asia jäi hänelle tunnilla epäselväksi, hän kertasi sitä kotona. Kertotaulut Ilona opetteli tunnollisesti ulkoa ja osasi ne sujuvasti. Poikkeuksena monista muista oppilaista Ilona osasi ratkaista myös sanalliset tehtävät vaikeuksitta. Ilona vastasi harvoin väärin, koska hän harkitsi vastauksensa tarkkaan. Hän ei tarvinnut varmistusta vastauksilleen, vaan hän luotti omiin kykyihinsä.

Ilonan tunnollinen luonne näkyi siinä, että hän ei luovuttanut helpolla, vaan oli valmis tekemään kovasti töitä ratkaistakseen tehtävän. Hän mietti aina ratkaisua ensin itse ennen kuin kysyi neuvoa opettajalta. Ilonalle oli tärkeää ymmärtää, miten oikeaan ratkaisuun päästään.

Ilona osasi hyödyntää kymmenellä kertomista tehtäviä ratkaistessaan. Hän neuvoi asiassa myös pelikaveriaan.

- Yheksän kertaa viis... Yheksän kertaa viis?
- *Mieti ensin kymmenen kertaa viis ja entäs sitten?*
- No, se on viiskymmentä.
- *Ja siitä vähennät viis.*

Myös muissa tehtävissä Ilona osasi auttaa pelikaverin ajattelua.

- *Kaheksan kertaa kolme. On tota, paljos se nyt olikaan... Kaheksan kertaa kolme on kakskytneijä.*
- (Pitäisi antaa sadasta markasta takaisin, mutta ei osaa.)
- *Mietipä. Eka kakskymmentä vähennät. Paljonko on sata miinus kakskymmentä?*
- Kaheksankymmentä
- *Ja siitä kaheksastakymmenestä vähennät vielä neljä.*
- Seitkytkuus.

Ilona saavutti jaksolle asettamamme lujittamisvaiheen tavoitteet (ks. kuvio 4, s. 49). Hän oppi kertolaskun vaikeuksitta ja näytti myös nauttivan pelaamisesta. Tämän vuoksi pelijakso soveltui mielestämme Ilonalle hyvin.

## **Tulokset tutkimusongelmittain**

Seuraavassa esittelemme tutkimuksesta saamamme tulokset ongelmien esittämisjärjestyksessä. Tekemämme johtopäätökset pohjautuvat eri tiedonkeruumenetelmillä saamaamme aineistoon. Havainnollistaaksemme oppilaiden alku- ja loppukokeissa saamia pistemääriä, olemme esittäneet niitä kuvaavat keskiarvot pylväsdiagrammien avulla. Koska alku- ja loppukokeiden enimmäispistemäärät eivät olleet samat, suhteutimme loppukokeen pistemäärän alkukokeen enimmäispistemäärää vastaavaksi. Alasuutarin (1994) mukaan kvalitatiivinen tutkimus voi sisältää kvantitatiivisia osatarkasteluja (Alasuutari 1994, 14). Myös Uusitalo (1991) korostaa, että tapaustutkimus ei välttämättä ole puhtaasti kvalitatiivinen, vaan se voi käyttää hyväkseen myös kvantitatiivista informaatiota, jos sen avulla voidaan merkittäväällä tavalla luonnehtia tapausta (Uusitalo 1991, 76).

### **8.2 Oppilaiden toimiminen eri peleillä**

Tutkimuksemme tarkoituksena oli selvittää, kuinka oppilaat toimivat eri peleillä pelien avulla kertolaskua opeteltaessa. Tätä pidimme tärkeänä, koska halusimme tietää, millainen yhteys pelien käyttämisellä on oppimiseen.

Peliohjeiden ymmärtäminen ei tuottanut kenellekään oppilaalle vaikeuksia. Oppilaat jaksoivat keskittyä ohjeiden kuuntelemiseen hyvin, koska uuden asian opettaminen ja peliohjeiden läpikäyminen kestivät korkeintaan 15 minuuttia. Konstruktivistisen oppimisenäkemyksen mukaan oppilaita tulee ohjata itsenäiseen tiedonhankintaan ja hankitun tiedon soveltamiseen. Tämän vuoksi olimme laatineet peleistä kirjalliset ohjeet suullisten ohjeiden tueksi. Ohjeiden lukeminen vei kakkosluokkalaiselta tarpeettoman paljon aikaa. Tämä johtui sekä heikosta lukutaidosta, että ohjeiden pituudesta, sillä helponkin peliohjeen kertominen kirjallisesti on melko monimutkaista. Jakson edetessä huomasimme, että suurin osa oppilaista pystyi pelaamaan pelkkien suullisten ohjeiden avulla. Tämän vuoksi vähensimme kirjallisten ohjeiden määrää.

Oppilaat valitsivat pelit nopeasti ja pariin välillä syntyi harvoin kiistaa samasta pelistä. Jos näin kävi, tilanne ratkaistiin arpanopan avulla. Tutkimuksemme periaatteena oli, että

oppilaat saavat itse valita peliparinsa. Noudatimme tätä periaatetta yhtä tuntia lukuunottamatta. Jakson alussa huomasimme, että kummassakin ryhmässä sama oppilas jäi useammalla tunnilla ilman paria. Osallistuvan havainnoinnin ja osallistumislomakkeen avulla näimme, että yksin pelaamista ei koettu yhtä motivoivaksi kuin parin kanssa pelaamista. Tämän vuoksi ohjasimme parien valintaa yhdellä tunnilla. Jatkossa vastaavaa ongelmaa ei ilmennyt.

Tutkimusten mukaan pelaaminen on lapselle tyypillinen toimintamuoto ja se itsessään motivoi oppimaan (Mittrowann 1986, 52). Myös meidän tutkimuksessamme kaikki oppilaat olivat kiinnostuneita pelaamisesta ja toimivat halukkaasti pelin onnistumiseksi. Oppilaat pitivät huolen siitä, että kaikki peliin osallistuvat noudattivat sääntöjä tarkasti. Tämä on yhteydessä lapsen moraalien kehittymiseen. Piaget'n moraalikehityksen teorian mukaan sääntöjen noudattaminen on alkuopetusikäisille oppilaille tärkeää. He uskovat, että sääntöjä ei voi muuttaa, mutta osaavat ottaa toiset huomioon pelissä. (Crain 1992, 116).

Oppilaiden mielenkiinto eri pelejä kohtaan vaihteli suuresti. Suosituimpia pelejä pelattiin jatkuvasti ja oppilaat halusivat pelata niillä useamman kerran. Huomasimme, että pelin kiinnostavuuteen vaikuttivat sekä pelin ulkonäkö että peli-idea. Konkreettiset materiaalit, kuten opetusrahat, napit ja erilaiset tarrat, motivoivat pelaamaan. Suosittuja olivat myös peli-idealtaan jännittävät ja yllätykselliset pelit. Myös Brightin, Harvey'n ja Wheelerin (1985) tekemissä tutkimuksissa on todettu, että mielikuvituksen, haasteiden ja uteliaisuuden käyttö lisää opetuspelien kiinnostavuutta (Bright ym. 1985, 129). Osallistumislomakkeen ja mielipidekyselyn perusteella suosituimpia pelejä olivat Onnenpyörä, Trivial ja Aartenmetsästys. Etukäteen arvelimme, että tietokone olisi yksi suosituimmista peleistä. Alkuinnostusta lukuun ottamatta kiinnostus tietokonetta kohtaan kuitenkin väheni. Arvelemme tämän johtuneen siitä, että käytetyissä ohjelmissa harjoiteltiin kertolaskua hyvin mekaanisesti. Vaikutusta saattoi olla myös sillä, että tietokoneella pelattiin yksin. Ikävimmän pelin kohdalla oppilaiden mielipiteet vaihtelivat suuresti. Esimerkiksi Tornin valtaus, Domino ja Keksi lasku -peli eivät kiinnostaneet oppilaita. Syyksi arvelemme pelien ikävän ulkoasun ja pelijännityksen puuttumisen. Monien oppilaiden mielestä kaikki pelit olivat mukavia.



Kaikki oppilaat noudattivat yhteistä sääntöä, jonka mukaan peli pelataan loppuun asti. Oppilaat huolehtivat myös pelitavaroiden paikoilleen laittamisesta pelin päätyttyä. Vaikka oppilaat laskivat pelatessaan innoissaan saamiensa pisteiden ja korttien määrää sekä vertailivat, kuka on johdossa, ei voittamista tai häviämistä koettu suureksi asiaksi. Kukaan ei pahoittanut mieltään häviämisen vuoksi.

### **8.2.1 Eri tasoryhmiin luokiteltujen oppilaiden toimiminen eri peleillä**

Tutkimuksemme tarkoituksena oli selvittää, kuinka alkumittauksessa heikosti, keskitasoisesti ja hyvin menestyneet oppilaat toimivat eri peleillä. Halusimme saada selville, soveltuuko pelien käyttö opetusmenetelmänä yhtä hyvin eri tasoisille oppilaille.

Tapausoppilaidemme kohdalla matematiikan ja äidinkielen valmiudet näyttivät olevan yhteydessä toisiinsa. Jotta heikko lukutaito ei vaikuttaisi ohjeiden ymmärtämiseen, kerroimme peliohjeet kaikille yhteisesti. Ohjeiden ymmärtäminen sujui kaikilta hyvin eikä siinä ollut eroa eri tasoryhmiin kuuluvien oppilaiden kesken. Oppilaan matemaattiset taidot eivät vaikuttaneet pelien valintaan. Heikotkin oppilaat valitsivat mielellään säännöiltään monimutkaisia pelejä, sillä nämä pelit koettiin kiinnostavimmiksi. Peliohjeiden neuvominen parille oli mieluinen tehtävä kaikentasoisille oppilaille. Erityisesti heikoille oppilaille tämä oli tärkeää, sillä he pystyivät harvoin neuvomaan pariaan kertolaskuun liittyvissä tehtävissä.

Alkukokeessa eri tasoisesti menestyneiden oppilaiden välillä ei ollut suuria eroja peleillä toimimisessa. Matemaattisten taitojen puutteet eivät olleet esteenä pelin sujumiselle, vaan ainoastaan hidastivat hieman pelin kulkua. Oppilaille tavanomainen voittamisen tahto tulee automaattisesti esille pelattaessa (Virtanen 1995, 35). Tutkimuksessamme huomasimme, että eri tasoisilla oppilaille oli yhtä suuri halu voittaa. Matemaattisten taitojen puutteita ei koettu esteeksi voittamiselle, sillä oppilaan valitsemalla pelistrategialla ja sattumalla oli myös vaikutusta pelin kulkuun.

Matemaattisten taitojen lisäksi pelien avulla on mahdollista kehittää myös oppilaan muita ajattelutoimintoja (Pehkonen 1987, 38). Tutkimuksemme alkukokeessa hyvin menestyneet

oppilaat omaksuivat kertolaskukäsitteeseen liittyvät asiat nopeasti. Tämän vuoksi heille jäi muita enemmän aikaa miettiä käyttökelpoisinta pelistrategiaa sekä sen vaikutuksia pelin myöhempään kulkuun. Samalla myös heidän päättely- ja arviointitaitonsa kehittivät. Pelaaminen vaatii oppilaalta keskittymiskykyä, mietintätaitoja ja sisukkuutta (Virtanen 1995, 36). Nämä taidot ovat yhtä tärkeitä sekä matemaattisilta taidoiltaan hyvin, keskitasoisesti että heikosti menestyville oppilaille ja niitä tarvitaan jatkuvasti uusien asioiden oppimisessa.

Sekä hyvin, keskitasoisesti että heikosti alkukokeessa menestyneet oppilaat toimivat yhtä halukkaasti pelin onnistumiseksi. Innostuneisuus ja kommenttien esittäminen olivat yhteydessä oppilaan persoonallisuuteen, eivätkä hänen matemaattisiin taitoihinsa. Koska materiaalilla toimiminen ei tuottanut vaikeuksia kenellekään oppilaalle, soveltuu se mielestämme opetusmenetelmäksi kaikentasoisille oppilaille.

### **8.2.2 Tyttöjen ja poikien toimiminen eri peleillä**

Tutkimuksessamme olimme kiinnostuneita siitä, kuinka tytöt ja pojat toimivat eri peleillä pelijakson aikana. Halusimme selvittää, oimmeko pystyneet valitsemaan pelijakson pelit molempia sukupuolia tyydyttäväksi.

Oppilaat pelasivat mielellään samaa sukupuolta olevan parin kanssa ja muotoutuneet peliparit olivat melko pysyviä. Myös pelaaminen tyttö-poika -parissa sujui hyvin, vaikkakin kommunikointi ja peliin eläytyminen olivat tällöin vähäisempää. Parin valinta näytti menevän pelin valinnan edelle, sillä oppilaat valitsivat ensin parin ja vasta tämän jälkeen päätettiin yhdessä, mitä peliä pelataan. Sekä tytöt että pojat toimivat samalla tavoin. Myös Lindgrenin (1990) tekemässä Matikkatupakokeilussa todettiin, että kaverien tekemillä valinnoilla on suuri vaikutus toimintamateriaalin valintaan (Lindgren 1990, 227). Tyttöjen kohdalla ongelmat kaveruussuhteissa vaikuttivat siihen, että jotkut tytöt eivät suostuneet pelaamaan keskenään. Poikien kohdalla ei vastaavia ongelmia ilmennyt. Sen sijaan huomasimme joitakin ei-toimivia poikapareja, joilta pelaaminen ei sujunut, koska aika kului pelleilemiseen.

Konkreettinen materiaali, esimerkiksi opetusrahat ja tarrat, näyttivät kiinnostavan yhtä paljon sekä tyttöjä että poikia. Pelin jännittävyys oli sen sijaan tärkeämpää pojille. Suurin osa pojista piti eniten Aarteenmetsästyksestä, koska *siinä oli hirviöitä ja siinä sai mennä oikoreittejä pitkin*. Tyttöillä Nappikauppaleikki oli suosituin. Perusteluja olivat: *Koska tuntui, että olisi oikeassa kaupassa., Koska tahtoisin isona kauppiaksi*. Vaikka tyttöjen ja poikien valitsemien pelien välillä ei ollut suurta eroa, näyttivät tytöt valitsevan useammin yksin pelattavan pelin, jota he saattoivat pelata koko tunnin.

Pelisääntöjen noudattaminen oli yhtä tärkeää sekä pojille että tytöille. Myös peliparin neuvominen oli yhtä mielekäästä molemmille. Vaikka sekä tytöt että pojat olivat motivoituneita pelaamiseen, osoittivat pojat innostuneisuutensa selvemmin. Myös voittamisen riemu tuli selvemmin esille pojilla. Tähän saattoi vaikuttaa osaltaan se, että luokan pojat olivat luonteeltaan eläväisempiä kuin tytöt.

Pelien käyttö matematiikan opetusmenetelmänä soveltui mielestämme yhtä hyvin sekä tytöille että pojille. Pelien valinnassa, niillä toimimisessa ja pelimotivaatiossa ilmenneet eroavaisuudet johtuivat oppilaiden yksilöllisistä eroista, eivätkä sukupuolesta.

### **8.3 Kertolaskun oppiminen pelien avulla**

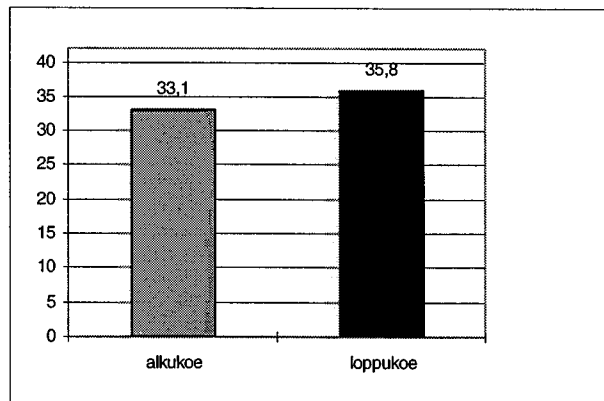
Tutkimuksella halusimme selvittää, kuinka oppilaat saavuttavat kertolaskun oppimiselle asetetut tiedolliset tavoitteet pelien avulla tapahtuvassa matematiikan opetuksessa. Pehkosen ja Pehkosen (1993) tekemien tutkimusten mukaan oppimispelien käyttö kehittää matemaattisten ajattelutaitojen lisäksi myös oppilaiden sosiaalisia valmiuksia. Koska pelaaminen koetaan motivoivaksi, se herättää oppilaissa usein myönteistä asennoitumista matematiikkaa kohtaan. (Pehkonen & Pehkonen 1993, 6 - 9.) Oman tutkimusluokkamme kaikkien oppilaiden mielestä kertolaskun opetteleminen pelien avulla oli mielekäästä. Tämä tuli ilmi oppilaiden mielipiteistä: *Se oli kivaa; Pelien avulla se oli hauskaa, kun samalla sai pelata ja laskea*. Pelaaminen koettiin uudeksi ja kiinnostavaksi oppimismenetelmäksi ja tällä oli mielestämme myönteistä vaikutusta kertolaskun oppimiseen.

Jokaiselle tunnille valitsimme pelejä, joissa sekä harjoiteltiin uutta opetettua asiaa, että kerrattiin aiemmillä tunneilla käsiteltyjä asioita. Tällä pyrimme varmistamaan, että kaikki oppilaat omaksuvat kertolaskukäsitteen ymmärtämisen kannalta välttämättömät perustaidot, esimerkiksi yhteen- ja kertolaskun välisen vastaavuuden. Matematiikan kirjasta antamillamme kotitehtävillä pyrimme samaan tavoitteeseen. Tällä tavoin varmistimme myös sen, että jokainen oppilas saa harjoitusta symbolisella tasolla kirjoittaessaan matematiikan kieltä.

Lähes kaikki oppilaat ymmärsivät yhteen- ja kertolaskun välisen vastaavuuden. Asian jatkuvasta kertaamisesta ja tukiopetuksesta huolimatta, jäi vastaavuus muutamille oppilaille epäselväksi. Helpottaaksemme kertolaskukäsitteen omaksumista annoimme oppilaille myös mahdollisuuden käyttää Multilink-kuutioita apuna koko jakson ajan. Kertotaulujen ulkoa oppiminen oli oppilaille vieras asia, sillä nykyään koulussa opetellaan harvoja asioita ulkoa. Lukujen 2 ja 5 kertotaulut opittiin helpoimmin ulkoa. Kertotaulut 3 ja 4 tuottivat enemmän vaikeuksia. Mielestämme on tärkeää, että kertotaulujen opetteleminen ei pysähdy kymmenellä kertomiseen. Tämän vuoksi peleissä oli myös 11:llä ja 12:lla kertomista. Myös Ikäheimon (1995) mukaan näillä luvuilla kertominen vahvistaa kertolaskun käsitteen hallintaa (Ikäheimo 1995, 87). Painotimme myös 10:llä kertomisen hyödyntämistä 9:llä ja 11:llä kerrottaessa. Kertaamisesta huolimatta tämä tuotti oppilaille yllättävän paljon vaikeuksia.

Annettua tuloa vastaavan kertolaskun keksimistä harjoiteltiin useissa eri peleissä. Tästä huolimatta tehtävä oli monelle oppilaalle vaikea. Uskomme tämän olleen yhteydessä kertotaulujen ulkoa osaamiseen. Oppilailla saattoi myös olla vaikeuksia ymmärtää näiden kahden asian välinen yhteys. Oppimista olisi saattanut auttaa, jos kertotaulujen tuloja olisi lueteltu enemmän yhdessä. Myös Ikäheimon (1995) mukaan on tärkeää opetella kertotaulujen tuloksia luettelemalla niitä rytmikkäästi sekä eteen- että taaksepäin (Ikäheimo 1995, 83). Oppilaat kokivat sanalliset tehtävät vaikeimmiksi. Mielestämme tähän vaikutti osaltaan oppilaiden heikko lukutaito. Jakolaskun ymmärtäminen oli oppilaille helppoa. Häggblomin (1995) mukaan jakaminen on tuttu ilmiö useimmille oppilaille. Tämän vuoksi sitä tulee käsitellä kertolaskun kanssa rinnakkain heti alusta lähtien. (Hartikainen ym. 1995, 151.) Vaihdannaisuuden ymmärtäminen ja sen soveltaminen peleissä tuotti vain muutamille oppilaille ongelmia.

Oppilaiden alku- ja loppukokeesta saamien pistemäärien keskiarvot näkyvät kuviosta 13.



KUVIO 13. Alku- ja loppukokeiden keskiarvot

Oppilaiden loppukokeessa saamien pistemäärien keskiarvo on hieman suurempi kuin alkukokeen keskiarvo. Myös muilla tiedonkeruumenetelmillä saamamme tulokset osoittavat, että pelien käyttö soveltui kertolaskun oppimiseen. Kenelläkään oppilaalla ei ollut vaikeuksia yhdistää pelaamista ja uuden asian oppimista. Oppimisessa ilmenneet vaikeudet johtuivat enimmäkseen matemaattisten perustaitojen puutteista. Pelaaminen ei ollut esteenä kenenkään oppimiselle. Päinvastoin oppiminen tapahtui ikään kuin huomaamatta, pelin ohessa.

### 8.3.1 Eri tasoryhmiin luokiteltujen oppilaiden kertolaskun oppiminen

Tutkimuksella halusimme selvittää, vaikuttaako pelien käyttäminen kertolaskun harjoittelumenetelmänä eri tavoin alkukokeessa hyvin, keskitasoisesti ja heikosti menestyneisiin oppilaisiin. Tätä pidimme tärkeänä, jotta tietäisimme, soveltuuko pelien käyttäminen luokkaopetukseen vai ainoastaan tietyn tasoryhmän eriyttävään opetukseen.

Alkukokeessa **heikosti menestyneille** oppilaille minkään kertolaskun osa-alueen oppiminen ei tuottanut ylitsepääsemättömiä vaikeuksia. Oppiminen oli kuitenkin selvästi hitaampaa kuin muilla oppilailla. Erityisesti kertolaskukäsitteen orientoitumisvaiheeseen kuuluva yhteen- ja kertolaskun välisen vastaavuuden sisäistäminen vei aikaa (vrt.

Haapasalo 1994, 203). Myöskään kertotaulujen ulkoa osaaminen ei ollut yhtä sujuvaa kuin muilla. Vaikeudet kertolaskun oppimisessa johtuivat aiempien matemaattisten taitojen puutteista. Kerannon (1984) mukaan erityisesti lukujonotaidoilla on läheinen yhteys kertolaskutaitoihin ja niissä käytettäviin strategioihin. Vaativimmat lukujen luettelutaidot ovat yhteydessä kykyyn pitää mielessä tai merkitä jollain tavoin, esimerkiksi sormin, käytettyjen lukusanojen määrä. (Keranto 1984, 14.) Myös omassa tutkimuksessamme huomasimme varsinkin alkukokeessa heikosti menestyneiden oppilaiden käyttävän sormia apuna laskemisessa.

Koska heikosti menestyneillä oppilailla oppiminen vie enemmän aikaa kuin muilla, jäimme miettimään, olisiko heille ollut hyötyä, jos he olisivat pelanneet samaa peliä useamman kerran peräkkäin. Vaikka pelisääntöjen ymmärtäminen ei tuottanutkaan heille vaikeuksia, olisivat he näin voineet keskittyä enemmän kertolaskun oppimiseen. Pelijaksomme periaatteisiin kuului oppilaiden vapaus valita itse pelinsä. Tämän vuoksi emme ohjailleet pelien valintaa.

Alkukokeessa **keskitasoisesti menestyneillä** oppilailla ei ollut vaikeuksia kertolaskun oppimisessa. Käsitteen muovaaminen ja omaksuminen sekä opitun soveltaminen peleihin tapahtui nopeasti. Lujittamisvaiheeseen kuuluvat kertotaulujen ulkoa oppiminen ja kertolaskun keksiminen annettuun tuloon veivät kuitenkin enemmän aikaa kuin alkukokeessa hyvin menestyneiltä oppilailta (vrt. Haapasalo 1994, 203 - 206). Myös sormien käyttäminen apuna laskemisessa oli heillä yleisempää.

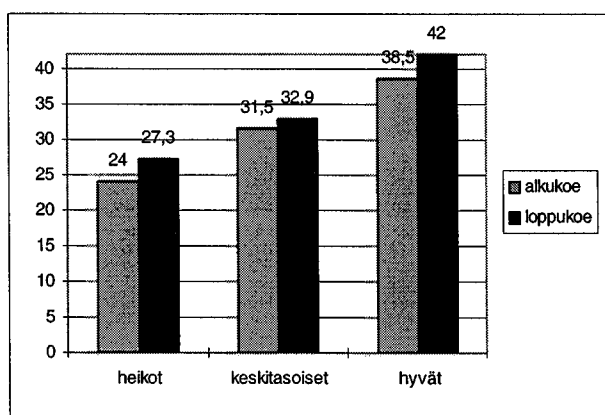
Alkukokeessa **hyvin menestyneille** oppilaille kertolaskun käsitteenmuodostusprosessin osavaiheiden omaksuminen oli helppoa (vrt. Haapasalo 1994, 201). He sisäistivät kaikki kertolaskun osa-alueet nopeasti ja oppivat kertotaulut ulkoa. Vaikka oppiminen tapahtuikin nopeasti, eivät oppilaat missään vaiheessa kyllästyneet kertolaskun opetteluun pelien avulla. Hyvien oppilaiden kohdalla pelit tarjosivat mahdollisuuden määrälliseen eriyttämiseen. Pohdimme, olisiko heidän kohdallaan ollut tarvetta myös laadulliseen eriyttämiseen, esimerkiksi erilaisten tehtäväkorttien muodossa.

Pelien käyttäminen opetusmenetelmänä rohkaisee oppilaita puhumaan matematiikan kieltä.

Pelatussa käytävät keskustelut suuntaavat oppilaita tarkentamaan omaa kieltään ja ajatteluaan. Tämä on ensiarvoisen tärkeää matematiikan ymmärtävälle oppimiselle. (Keranto 1992b, 22.) Myös omassa tutkimuksessamme painotimme matematiikan kielen puhumisen merkitystä. Huomasimme, että taito verbalisoida omia ajatuksia oli enemmän riippuvainen oppilaan persoonallisuudesta kuin hänen matemaattisista taidoistaan.

Tutkimuksessamme oppilaat saivat itse valita peliparinsa. Tällöin oppilailla oli mahdollisuus pelata saman- tai eritasoisen peliparin kanssa. Virtasen (1995) mukaan tasavertaiset parit ovat erityisen tärkeitä heikompien oppilaiden kesken (Virtanen 1995, 37). Myös omassa tutkimuksessamme huomasimme, että tasavertainen pari antaa heikolle oppilaalle tarpeeksi aikaa miettiä oikeaa ratkaisua. Heikkoa oppilasta matemaattisilta taidoiltaan parempi pelipari voi myös edesauttaa oppimista toimimalla apuopettajana. Tästä oli mielestämme hyötyä myös hyvin menestyneelle oppilaalle.

Tekemiämme johtopäätöksiä tukee myös kuvio 14, jossa on kuvattu alkukokeessa heikosti, keskitasoisesti ja hyvin menestyneiden tapausoppilaiden alku- ja loppukokeessa saamien pistemäärien keskiarvot.



KUVIO 14. Eri tasoryhmiin luokiteltujen oppilaiden alku- ja loppukokeiden keskiarvot

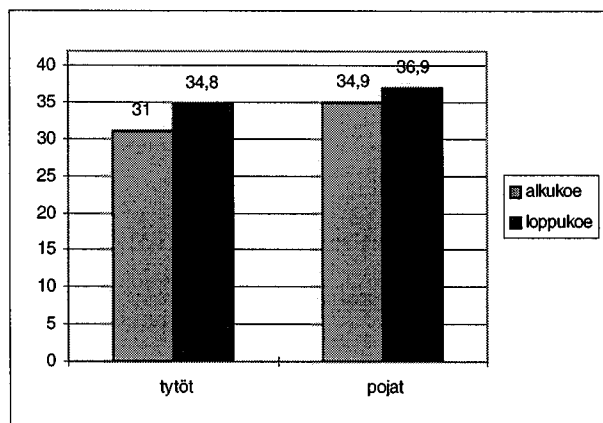
Kuvion 14 perusteella voimme todeta, että kaikissa tasoryhmissä loppukokeessa saatujen pistemäärien keskiarvot olivat hieman suuremmat kuin alkukokeen keskiarvot. Tämä tukee havainnointien, videointien ja haastattelujen perusteella saamiamme tuloksia. Näin ollen

kertolaskun opetteleminen pelien avulla soveltui mielestämme yhtä hyvin sekä alkukokeessa heikosti, keskitasoisesti että hyvin menestyneille oppilaille.

### 8.3.2 Tyttöjen ja poikien kertolaskun oppiminen

Tutkimuksessa olimme kiinnostuneita siitä, miten pelien käyttäminen kertolaskun harjoittelumenetelmänä vaikuttaa tyttöjen ja poikien osaamiseen.

Havainnointien, videointien ja haastattelujen perusteella tekemiämme johtopäätöksiä tukee kuvio 15, josta näkyvät tyttöjen ja poikien alku- ja loppukokeessa saamien pistemäärien keskiarvot.



KUVIO 15. Alku- ja loppukokeen pistemäärien keskiarvot tytöillä ja pojilla

Pojat olivat sekä alku- että loppukokeessa parempia kuin tytöt. Kuvion 15 perusteella voimme todeta, että kummankin sukupuolen kohdalla loppukokeessa saatujen pistemäärien keskiarvo oli suurempi kuin alkukokeen keskiarvo.

Eri tiedonkeruumenetelmillä saamamme tulokset ovat yhdensuuntaisia. Niiden perusteella voimme todeta, että kertolaskun oppimisessa ei ollut eroa tyttöjen ja poikien välillä. Siten voimme päätellä, että pelien käyttö opetusmenetelmänä soveltui yhtä hyvin sekä tytöille että pojille. Pelien konkreettisuudella, toiminnallisuudella ja vaihtelevuudella on myönteinen vaikutus molempien sukupuolten oppimiseen.



## 9 POHDINTA

Lapsi on luonnostaan aktiivinen ja oppimishaluinen. Tutkiessaan ympäristöään lapsi tekee johtopäätöksiä ja lukemattomia kysymyksiä, joiden kautta kuva maailmasta rakentuu. Toimiessaan lapsi oppii uusia asioita ja sulauttaa ne aikaisempiin kokemuksiinsa, havaintoihinsa ja tietoihinsa. Tällä tavalla oppiminen on lapsesta mielekästä, sillä oppimisella on hänelle henkilökohtaista merkitystä. Oppimisen ja mielekkyyden välinen yhteys on tärkeää tiedostaa myös opetusta suunniteltaessa. Näyttää kuitenkin olevan niin, että oppimisen saadessa järjestäytyneitä muotoja sen mielekkyys toisinaan katoaa. Jotta opetus tarjoaisi mahdollisuuden ymmärtävään oppimiseen ja mielekkääksi koettuun oppimisprosessiin, tulee opittavilla asioilla olla yhteys oppilaan aiempiin kokemuksiin ja tietorakenteeseen.

Matematiikan oppimisen kokeminen mielekkääksi edellyttää, että opittavilla asioilla on yhteys oppilaiden arkielämään (Koponen 1992, 24). Matematiikan tulee muodostua oppilaalle käyttökelpoiseksi ja motivoivaksi ja tarjota onnistumisen kokemuksia jokaiselle oppilaalle (Leino 1992, 44). Eräs keino tehdä matematiikan oppiminen kiinnostavaksi, on toteuttaa se pelien muodossa. Tutkimuksemme tarkoituksena oli selvittää, kuinka pelien käyttäminen soveltuu opetusmenetelmäksi kertolaskua harjoiteltaessa. Oman peleihin perustuvan opetuspaketin laatiminen tuntui luonnolliselta ratkaisulta, sillä halusimme tehdä tutkimuksen, josta olisi mahdollisimman suuri hyöty käytännön työelämässä.

Tutkimuksessa halusimme keskittyä pelien käyttöön nimenomaan jonkin tietoaineen opetuksessa. Matematiikan ja kertolaskun mukaan ottoon päädyimme niiden selkeärajaisuuden vuoksi. Koska tähän käyttötarkoitukseen soveltuvia pelejä oli hyvin vähän tarjolla, suunnittelimme ja valmistimme osan peleistä itse. Perustan pelijakson suunnittelulle ja toteuttamiselle muodostivat Piaget'n, Galperinin ja Brunerin teoriat, joissa toiminnallisuudella ja konkreettisten oppimateriaalien käyttämisellä on keskeinen merkitys. Pelaaminen sopii hyvin yhteen myös vallalla olevan konstruktivistisen oppimiskäsityksen kanssa, sillä kummassakin painottuu oppilaan oma aktiivinen toiminta ja sen kautta saatujen kokemusten merkitys oppimiselle.

Tutkimuksessa saadut tulokset osoittavat, että pelien käyttö kertolaskujen harjoittelumenetelmänä luokkaopetuksessa on mahdollista. Vaikka saamamme tulokset eivät olekaan yleistettävissä, voidaan niiden perusteella pelien käyttöä pitää yhtenä vaihtoehtoisena opetusmenetelmänä matematiikassa. Tutkimus osoitti, että pelien käyttö soveltui yhtä hyvin sekä alkukokeessa eritasoisesti menestyneille oppilaille että tytöille ja pojille.

Pelimateriaalilla toimiminen sujui hyvin kaikilta oppilailta ja oppilaat näyttivät iloitsevan pelaamisesta. Tästä voimme päätellä, että valitsemamme pelit olivat tarpeeksi motivoivia ja oppilaiden kehitystasoon nähden sopivia. Ennen pelijaksoa mietimme, kuinka oppilaat pystyvät yhtä aikaa sekä sisäistämään annetut peliohjeet että oppimaan uuden asian. Näiden kahden asian yhdistäminen ei mielestämme kuitenkaan aiheuttanut ongelmia. Edellytykseksi pelien käytölle toisella luokalla koemme sen, että peleihin tutustuminen tapahtuu yhdessä. Itsenäinen peliohjeisiin tutustuminen on liian vaativa tehtävä alkuopetusikäiselle oppilaalle. Tutkimuksessamme pelin ulkonäöllä ja peli-idealla oli suuri vaikutus pelin kiinnostavuuteen. Suosituimpia olivat pelit, joissa yhdistyivät jännittävyys ja hauskuus sekä oppilaan mahdollisuus valita itse pelistrategiansa. Pelejä suunniteltaessa tulee mielestämme näiden lisäksi kiinnittää huomiota myös siihen, että pelit liittyvät oppilaiden senhetkiseen kokemusmaailmaan.

Tutkimuksemme mukaan kertolaskun oppiminen pelien avulla ei tuottanut vaikeuksia oppilaille. Eri tiedonkeruumenetelmillä saamamme tulokset osoittavat, että suurin osa oppilaista saavutti jaksolle asetettamamme tiedolliset tavoitteet. Millekään tasoryhmälle ei pelien käyttämisestä ainakaan näyttänyt olleen haittaa. Kertolaskun oppimisessa ilmenneet vaikeudet johtuivat mielestämme matemaattisten perustaitojen puutteista, eivätkä käyttämästämme opetusmenetelmästä. Tyttöjen ja poikien välillä ei oppimiseroja ilmennyt.

Käyttämiämme oppimispelejä oli mielestämme sopiva määrä suhteessa jakson pituuteen. Koska kertolaskua opeteltaessa laadullinen eriyttäminen on vaikeaa, tarjosi pelien avulla tapahtuva oppiminen mielekkään tavan eriyttää opetusta määrällisesti. Pohdimme, olisiko hyviä oppilaita varten pitänyt olla vaativampia tehtäviä. Mielestämme ainut keino laadulliseen eriyttämiseen olisi ollut sanallisten tehtävien vaikeustason lisääminen.

Alkukokeessa heikosti menestyneille oppilaille olisi saattanut olla hyötyä, jos he olisivat pelanneet samaa peliä useamman kerran.

Itsellemme tutkimuksen tekeminen oli ennen kaikkea oppimis- ja kasvuprosessi, josta uskomme olevan hyötyä tulevassa työssämme. Valitsemamme tutkimusaihe oli mielenkiintoinen ja kiinnostus sitä kohtaan säilyi koko prosessin ajan. Käyttämämme tiedonkeruumenetelmät soveltuivat mielestämme hyvin aineiston keräämiseen. Koska eri menetelmillä saamamme tulokset olivat samansuuntaisia, lisää tämä tutkimuksemme luotettavuutta. Useista eri tiedonkeruumenetelmistä huolimatta oppilaan käyttämien ajattelustrategioiden selville saaminen oli hankalaa. Tämä johtui mielestämme siitä, että alkuopetusikäisen oppilaan on vaikea kertoa, kuinka hän toimii tehtävää ratkaistessaan.

Tutkimuksessamme pelien käyttö ainoana opetusmenetelmänä soveltui kertolaskun oppimiseen. Tästä huolimatta pidämme oppimisen ja motivaation kannalta parempana vaihtoehtona pelien käytön yhdistämistä muihin opetusmenetelmiin. Myöskään Mittrowannin (1986) mukaan opetusmenetelmän valinnassa ei pitäisi mennä täysin vastakkaiseen äärimmäisyyteen ja ainoastaan pelata oppitunnilla (Mittrowann 1986, 50). Eräs sovellus pelien käytöstä ovat mielestämme matikkanurkkaukset. Tällöin pelejä voitaisiin käyttää eriyttämismielessä silloin, kun siihen huomataan olevan tarvetta. (Lindgren 1990, 184.)

Kerannon (1992) mukaan Suomessa tarvittaisiin uusien näkemysten mukaisten oppimateriaalien suunnittelua ja ennakkoluulotonta käyttöä oppimistilanteissa (Keranto 1992b, 22). Koska valmiita oppimispelejä on tällä hetkellä vielä hyvin vähän saatavilla, joutuu opettaja suunnittelemaan ja valmistamaan käyttämänsä pelit itse. Pelien valmistaminen on työläs prosessi, mutta kerran tehtyjä pelejä voidaan hyödyntää vuodesta toiseen. Pelien käyttökelpoisuutta lisää, jos niitä voidaan pienin muutoksin soveltaa eri oppiaineiden opetukseen. Eräänä tutkimuksemme tavoitteena olikin rohkaista myös muita käyttämään ja kehittämään opetukseen soveltuvia pelejä. Iloksemme huomasimme, että myös naapuriluokassamme käytettiin valmistamiamme pelejä kertolaskun harjoitteluun.

Vaikka tutkimuksessamme tutkittiin ainoastaan materiaalilla toimimista ja kertolaskun oppimista, voi havainnoinnin perusteella todeta pelien käytön edistävän myös yleisiä

opetukselle asetettuja tavoitteita. Pehkosen (1987) mukaan pelien käyttäminen matematiikan opetusmenetelmänä antaa mahdollisuuden oppilaan kokonaispersoonallisuuden kehittämiseen. Tiedollisten tavoitteiden lisäksi pelien käytöllä voidaan edistää myös oppilaan sosiaalista kasvua sekä myönteistä asennoitumista matematiikka kohtaan. (Pehkonen 1987, 38). Kiinnostava jatkotutkimuksen aihe olisikin, minkälainen yhteys pelien käytöllä on luokan sosiaaliin suhteisiin ja oppimisilmapiiriin.

Tutkimuksessamme ei keskitytty tutkimaan pelien käytön vaikutuksia luonteenpiirteiltään erilaisiin oppilaisiin. Huomasimme kuitenkin, että oppilaan matemaattisten taitojen lisäksi myös hänen persoonallisuudellaan on suuri vaikutus peleillä toimimiseen. Viimeaikaisissa tutkimuksissa on todettu, että opiskelutyyliltään ja persoonallisuudeltaan erilaiset oppilaat pystyvät eri tavoin hyötymään erilaisista opetusmenetelmistä (Lindgren 1990, 181). Tämän vuoksi erittäin kiinnostava jatkotutkimusaihe olisikin se, kuinka pelien avulla tapahtuva matematiikan opetus soveltuu eri persoonallisuuspiirteitä tai erilaisia kognitiivisia tyylejä omaaville oppilaille.

Russell sanoi aikanaan laskennon olevan lapsuusajan kauhu, mutta jos se taotaan mieleen vähitellen ja varovasti, ei lapsen tarvitse tuntea sitä synkkää epätoivoa, mitä sen salaperäisyydet muuten herättävät (Salo 1946, 45). Näitä ajatuksia on myös meilläkin, tosin nykykielelle käännettynä. Tutkimuksemme vahvisti käsitystämme siitä, että matematiikan opiskelu ja oppiminen voivat tuottaa iloa kaikille lapsille. Tämä edellyttää kuitenkin, että myös opettaja on valmis työskentelemään asian hyväksi; etsimään ja kokeilemaan mieli avoimena yhä uusia työskentelyperiaatteita ja -tapoja ottamalla samalla huomioon kunkin oppilaan erityistarpeet.

## LÄHTEET:

- Ahtee, M., Kankaanrinta, I-K. & Virtanen, L. 1994. Luonnontieto koulussa. Helsinki: Otava.
- Ala-Kurikka, R. 1987. Oppimateriaalit kritiikin kohteena. Suomen kasvatustieteellinen aikakauskirja Kasvatus 18, 3, 177 - 178.
- Alasuutari, P. 1994. Laadullinen tutkimus. 2. uudistettu painos. Tampere: Vastapaino.
- Beard, R. M. 1971. Piaget'n kehityspsykologia. Suomentaja Tuomas Takala. Helsinki: Tammi.
- Bell, A. W., Costello, J. & Küchemann, D. E. 1983. Research on learning and teaching. A review of research in mathematical education. Part A. Windsor: NFER-Nelson.
- Bogdan, R. & Taylor, S. J. 1975. Introduction to Qualitative Research Methods. New York: Wiley.
- Bright, G. W., Harvey, J. G. & Wheeler, M. M. 1985. Learning and mathematics games. JR-ME- monograph 1. Reston (VA): Council.
- Bruner, J. S. 1960. The process of Education. Cambridge MA: Harvard University Press.
- Bruner, J. S. 1982. Toward a Theory of Instruction. 4. painos. Cambridge MA: Harvard University Press.
- Carpenter, L. J. 1986. The Effects of Observation via One-way Mirror, Audiotape and Videotape of Couples. Ann Arbor: University Microfilms International.
- Clements, K. 1984. The origins of conceptual difficulties that young learners experience in mathematics. Teoksessa R. Morris (toim.) Studies in mathematics education. Vol. 3. Paris: Unesco, 107 - 127.
- Cohen, D. H. 1973. The Learning Child. London: Wildwood House.
- Copeland, R. W. 1984. How Children Learn Mathematics. Teaching Implications of Piaget's Research. 4.painos. New York: Macmillan.
- Crain, W. C. 1992. Theories of development. Concepts and applications. New Jersey: Prentice - Hall.
- Duffin, J. 1987. The Language of Primary Mathematics. Teoksessa M. Preston (toim.) Mathematics in Primary Education. London: The Falmer Press, 42 - 55.
- Galperin, P. J. 1969. Stages in the Development of Mental Acts. Teoksessa M. Cole & I.

- Maltzman (toim.) Handbook of Contemporary Soviet Psychology. New York: Basic Books, 249 - 273.
- Galperin, P. J. & Talysina, F. 1974. Die Bildung erster geometrischer Begriffe auf der Grundlage organisierter Handlungen der Schüler. Teoksessa P. J. Galperin & A. N. Leontjew u.a. Probleme der Lerntheorie. Berlin: Volk und Wissen, 106 - 130.
- Ginsburg, H. & Opper, S. 1969. Piaget's Theory of Intellectual Development. an Introduction. Englewood Cliffs, N.J: Prentice-Hall.
- Goetz, J. P. & LeCompte, M. D. 1984. Ethnography and qualitative design in educational research. Orlando: Academic Press.
- Grönfors, M. 1982. Kvalitatiiviset kenttätutkimusmenetelmät. Juva: WSOY.
- Haapasalo, L. 1985. Ongelmakeskeisen matematiikanopetuksen metodiikka. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Opetusmonisteita 10.
- Haapasalo, L. 1991. Konstruktivismi matemaattisen käsitteenmuodostuksen ohjaamisessa ja analysoimisessa. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden tutkimuslaitos. Julkaisuja A: 43.
- Haapasalo, L. 1992. Murtolukukäsitteen konstruktivistinen oppiminen. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden tutkimuslaitos. Julkaisusarja A: 51.
- Haapasalo, L. 1993a. Konstruktivistisia malleja tiedonrakenteiden muodostamiseksi ja oppimistulosten analysoimiseksi. Teoksessa L. Haapasalo & P. Kupari (toim.) Konstruktivismi matematiikan opetuksen ja opetus suunnitelman kehittämisessä. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Opetuksen perusteita ja käytänteitä 6, 18 - 37.
- Haapasalo, L. 1993b. Matematiikan opetus suunnitelmien lähtökohtia ja kehittämisenäkymiä. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Opetuksen perusteita ja käytänteitä 2.
- Haapasalo, L. 1994. Oppiminen, tieto ja ongelmanratkaisu. Jyväskylä: Gummerus.
- Hakala, L. 1995. Tietokone innostaa oppimaan. Opettaja 90, 4, 46.
- Halinen, I., Hänninen, L., Joki, J., Leino, J., Näätänen, M., Pehkonen, E., Pehkonen, L., Sahlberg, P., Sainio, E., Seppälä, R. & Strang, T. 1991. Peruskoulun matematiikan opetuksen kehityssuunnasta 1990-luvulla. Helsinki: VAPK-kustannus.
- Hartikainen, S., Heilä-Ylikallio, R. & Häggblom, L. 1995. Mieti ja laske 2. Vastaus- ja vinkkirja. Saarijärvi: Gummerus.
- Herbert, E. 1985. Manipulatives Are Good Mathematics. Arithmetic Teacher 32, 6, 4.

- Hägglom, L. 1993. Tänk och räkna - ett utvecklingsprojekt med utgångspunkt i en konstruktivistisk inlärningssyn. Teoksessa J. Paasonen, E. Pehkonen & J. Leino (toim.) *Matematiikan opetus ja konstruktivismi - teoriaa ja käytäntöä*. Helsingin yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Tutkimuksia 116, 89 - 102.
- Häyrynen, Y-P. & Hautamäki, J. 1973. Ihmisen koulutettavuus. Prisma tietokirjasto 34. Helsinki: Weilin & Göös.
- Hörkkö, S - L. 1996. Suomalaisen matematiikan ja luonnontieteiden osaaminen vuonna 2002: Matemaattis-luonnontieteellisen osaamisen kehittämisohjelmasta kansalliset talkoot. *Korkeakoulutieto* 24, 2, 7- 12.
- Ikäheimo, H., Putkonen, H. & Voutilainen, E. 1988. MAKEKO, Matematiikan keskeisen oppiaineen kokeet luokille 1 - 9. Helsinki: Oy Opperi Ab.
- Ikäheimo, H. 1995. Iloa ja ymmärrystä matematiikkaan. Helsinki: Oy Opperi Ab.
- Kalla, H., Miettinen, M., Paasonen, J. & Sinnemäki, J. 1983. AHA Matemaattikkaa, 2. kevät. Opettajan opas. Porvoo: WSOY.
- Kallonen-Rönkkö, M. 1986. Koulutulokkaan matematiikan oppimisvalmiuksien harjaannuttaminen. Piaget'n teoriaa soveltava ohjelma opettajan käyttöön. Oulun yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunta. Opetusmonisteita ja selosteita 20.
- Kamii, C. 1973. Pedagogical principles derived from Piaget's theory: Relevance for educational practice. Teoksessa Schwebel, M. & Raph, J. (toim.) *Piaget in the classroom*. New York: Basic Books, 199 - 215.
- Keranto, T. 1984. Kysymyksiä, huomioita ja tuloksia suoritusprosesseista perustavissa sanallisissa kerto- ja jakolaskutehtävissä. Teoksessa J. Leino (toim.) *Matematiikanopetuksen tutkiminen ja kehittäminen*. Hämeenlinnan tutkijaseminaari 14. - 15. 9.1984. Tampereen yliopisto. Kasvatustieteen laitos. Tutkimuksia A: 33, 7 - 20.
- Keranto, T. 1992a. Matematiikkaa mielekkäästi: kokemuksia ja tutkimustuloksia opetuskokeiluista. *Kasvatus* 23, 3, 234 - 246.
- Keranto, T. 1992b. Näkemykset matematiikan oppimisesta ja opetuksesta muuttuvat; Muuttuuko kouluopetus? *Dimensio* 56, 9, 16 - 22.
- Kennedy, L. 1986. A Rationale. *Arithmetic Teacher* 33, 6, 6 - 7, 32.
- Matemaattis-luonnontieteellisen perussivistyksen komitean loppumietintö. 1989. Komiteamietintö 1989: 45. Helsinki: Valtion painatuskeskus.
- Koponen, R. 1992. Matematiikan didaktikkaa luokanopettajille. Jyväskylä: Atena.

- Koponen, R. 1994. Asenteet matematiikkaa kohtaan. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Tutkimuksia 56.
- Koponen, R. 1995. Matematiikan didaktiikkaa luokanopettajille. 2.uudistettu painos. Jyväskylä: Atena.
- Kube, K. 1977. Spieldidaktik. Didaktik. Düsseldorf: Schwann.
- Kupari, P. 1988. Koulumatematiikan käsitteiden oppimisesta ja opettamisesta. Teoksessa P. Kupari (toim.) Koulumatematiikka 1990-luvulle: lähtökohtia ja mahdollisuuksia. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunta. Julkaisusarja B: 27, 69 - 79.
- Kupari, P. 1993. Millä tavoin matematiikan opetus ja opiskelu on muuttunut. Teoksessa V. Brunell & P. Kupari (toim.) Peruskoulu oppimisympäristönä. Peruskoulun arviointi 90 -tutkimuksen tuloksia. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden tutkimuslaitos, 81 - 104.
- Lauriala, A. 1987. Avoimen opetuksen tausta ja keskeiset periaatteet. Oulun yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunta. Opetusmonisteita ja selosteita 21.
- Lehtinen, E. 1989. Tietokone matematiikan opetuksessa: Motivationaalisista vaikutuksista. Joensuun yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunta. Tutkimuksia 25.
- Leinhardt, G. 1988. Videotape Recording in Educational Research. Teoksessa J. P. Keeves (toim.) Educational Research, Methodology, and Measurement: An International Handbook. Oxford: Pergamon Press, 493 - 495.
- Leino, J. 1977. Matematiikan didaktiikka I. Rauma: Länsi-Suomi.
- Leino, J. 1978. Matemaattisten kykyjen ja ajatteluprosessien kehittäminen kouluopetuksessa 2. Matemaattinen ajattelu- ja suoritusprosessi. Helsingin yliopisto. Kasvatustieteen laitos. Tutkimuksia 66.
- Leino, J. 1987. Matematiikan didaktiikan kehityssuunnista. Dimensio 51, 7, 10 - 12.
- Leino, J. 1992. Uutta ajattelua matematiikan opetukseen! Kasvatus 23, 1, 40 - 46.
- Leino, J. 1993. Konstruktivismin suuntauksia. Teoksessa L. Haapasalo & P. Kupari (toim.) Konstruktivismi matematiikan opetuksen ja opetussuunnitelman kehittämisessä. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Opetuksen perusteita ja käytänteitä 6, 1 - 7.
- Lindgren, S. 1986. Toiminnallisuuden ja puheen merkitys peruskoulun 4. luokan kevätlukukauden matematiikan oppisisältöjen sisäistämisessä. Tampereen yliopisto. Hämeenlinnan opettajankoulutuslaitos. Julkaisu 17.



- Lingren, S. 1990. Toimintamateriaalin käyttö matematiikan opiskelussa; Matikkatupakoikeilu peruskoulun toisella luokalla. *Acta Universitatis Tamperensis ser A vol 307*.
- Lindgren, S. 1993. "Matikkatupa", mahdollisuus aktiiviseen oppimiseen. Teoksessa M. Ojala (toim.) *Suomalaista varhaiskasvatustutkimusta: tutkittua ja tärkeäksi havaittua varhaiskasvatuksessa*. Helsinki: Lastensuojelun Keskusliitto, 221 - 229.
- Lingren, S. 1995. Matikkatuvassa on tosi kivaa! *Lapsen maailma* 54, 10, 18 - 19.
- Malinen, P. 1993. Looginen ajattelu matematiikan opetuksessa. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. *Tutkimuksia* 49.
- Mittrowann, U. 1986. Oppimisleistä matematiikan opetuksessa. Suomentaja Erkki Pehkonen. *Dimensio* 50, 2, 50 - 52.
- Mäkelä, K. 1990. Kvalitatiivisen analyysin arviointiperusteet. Teoksessa K. Mäkelä (toim.) *Kvalitatiivisen aineiston analyysi ja tulkinta*. Helsinki: Gaudeamus, 42 - 61.
- Papert, S. 1985. Lapset, tietokoneet, ajattelemisen taito. Suomentaja Jukka Lehtinen. Helsinki: Kirjayhtymä.
- Patton, M. 1990. *Qualitative evaluation and research methods*. California: Sage Publications.
- Pehkonen, E. 1987. Oppimislejää peruskoulun matematiikan opetukseen. *Dimensio* 51, 8, 38 - 40.
- Pehkonen, E. & Pehkonen, L. 1993. *Nyt on mun vuoro! Oppimislejää peruskoulun matematiikan opetukseen*. Helsinki: Hakapaino.
- Pehkonen, E. 1995. Toiminnallista matematiikanopetusta peruskouluun! *Dimensio* 59, 4, 44 - 46.
- Peruskoulun opetuksen opas: Alkuopetus*. 1987. 3. painos. Kouluhallitus. Helsinki: Valtion painatuskeskus.
- Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet*. 1994. Opetushallitus. Helsinki: Painatuskeskus.
- Piaget, J. & Inhelder, B. 1966. *Lapsen psykologia*. Suomentaja Mirja Rutanen. Jyväskylä: Gummerus.
- Rauste- von Wright, M. & von Wright, J. 1994. *Oppiminen ja koulutus*. Juva: WSOY.
- Resnick, L. & Ford, W. 1981. *The psychology of mathematics for instruction*. New Jersey: LEA.
- Rogers, P. J. & Miller, J. V. 1984. *Playway Mathematics: Theory, Practice and some results*. *Educational Research* 26, 3, 200 - 206.

- Rogers, P. J. 1989. Teaching Mathematics through Play to Primary School Children. *Educational Studies* 15, 1, 37 - 51.
- Rossi, M. 1995. Matematiikkako muka ikävää? *Dimensio* 59, 6, 26 - 27.
- Salo, A. 1946. Ensimmäisen ja toisen kouluvuoden opetussuunnitelma. Helsinki: Otava.
- Silberman, C. E. 1973. *The Open Classroom Reader*. New York: Vintage Books.
- Sinnemäki, J. 1994. Matematiikan oppimispelien motivaatiotekijöistä. Teoksessa S. Tella (toim.) Näytön paikka. Opetuksen kulttuurin arviointi. Ainedidaktiikan symposiumi Helsingissä 4.2.1994. Osa 2. Helsingin yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Tutkimuksia 130, 238 - 244.
- Steffe, L. & Cobb. P. 1988. Yhteistyössä Ernst von Glaserfeldin kanssa. *Construction of Arithmetical Meanings and Strategies*. New York: Springer Verlag.
- Stenhouse, L. 1988. Case Study Methods. Teoksessa J. P. Keeves (toim.) *Educational Research, Methodology, and Measurement: An International Handbook*. Oxford: Pergamon Press, 49 - 53.
- Stephens, L. S. 1974. *The Teacher's Guide to Open Education*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Suonperä, M. 1986. Opettamisen CMS-strategia: konstruktio ja sen teoreettinen tarkastelu. Tampereen yliopisto. Hämeenlinnan opettajankoulutuslaitos. Julkaisu 15.
- Suydam, M. N. 1984. Manipulative Materials. *Arithmetic Teacher* 31, 5, 7.
- Syrjälä, L. & Numminen, M. 1988. Tapaustutkimus kasvatustieteessä. Oulun yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunta. Tutkimuksia 51.
- Syrjälä, L., Ahonen, S., Syrjäläinen, E. & Saari, S. 1994. Laadullisen tutkimuksen työtapoja. Rauma: Kirjayhtymä.
- Tarmo, M. 1986. Sukupuolten välisistä eroista koulusaavutuksissa. Teoksessa S. Hämäläinen (toim.) *Kehittykö koulu? Tutkijoiden arviointeja peruskoulun ja lukion nykytilasta*. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden tutkimuslaitos. Julkaisusarja B:1, 92 - 96.
- Tunnell, D. 1975. Open Education: an expression in search of a definition. Teoksessa D. Nyberg (toim.) *The philosophy of open education*. London: Routledge & Kegan Paul, 14 - 23.
- Tynjälä, P. 1991. Kvalitatiivisten tutkimusmenetelmien luotettavuudesta. *Kasvatus* 22, 5 - 6, 387 - 398.

- Uusitalo, H. 1991. Tiede, tutkimus ja tutkielma. Johdatus tutkielman maailmaan. Helsinki: WSOY.
- Varto, J. 1992. Laadullisen tutkimuksen metodologia. Tampere: Tammer-Paino.
- Virtanen, A. 1995. Turhanpäiväistä ajanvietettä vai matematiikan piilo-opetusta; matematiikan oppimispelit. *Dimensio* 59, 3, 34 - 38.
- Vornanen, I. 1984. Ensiluokkalaisten lukukäsitteen kehittäminen. Oulun yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunta. Tutkimuksia 23.
- Yin, R. K. 1994. Case study research: Design and Methods. Applied Social Research Methods Series. 2. uudistettu painos. Newbury Park: Sage Publications.
- Young, S. L. 1983. How Teacher Educators Can Use Manipulative Materials with Preservice Teachers. *Arithmetic Teacher* 31, 4, 12 - 13.
- Yrjönsuuri, R. 1990. Lukiolaisten matemaattisen ajattelun oppiminen. Helsingin yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Tutkimuksia 88.

### PELIMATERIAALILÄHTEET:

Kananen, P. & Lahti, A. 1991. Kertotaulusoppa eli leikki kertotaulujen opetuksessa toisella luokalla. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Pro gradu -tutkielma.

Pehkonen, E. & Pehkonen, L. 1993. Nyt on mun vuoro! Oppimislejät peruskoulun matematiikan opetukseen. Helsinki: Hakapaino.

Putkonen, H., Sinnemäki, J. & Raitanen, M. 1995. Harrastamme matematiikka. Aktiivista matematiikkaa peruskoulun ala-asteen oppilaille. Käyttäjän opas. Porvoo: WSOY.

Putkonen, H., Sinnemäki, J. & Raitanen, M. 1996. Harrastamme matematiikkaa. Aktiivista matematiikkaa peruskoulun ala-asteen oppilaille. Porvoo: WSOY.

Rikala, S., Sieppi, H., Strang, T., Ilmavirta, R., Uus-Leponiemi, M. & Luotonen, O. 1996. Laskutaito 2, syysosa. Porvoo: WSOY.

### VALMIIT PELIT:

Kertolaskupeli. Pehkonen, L. Kunnallispaino.

LUKO-peli. WSOY. Alkuperäinen kustantaja Heinz Vogel Verlag.

LUKO-matematiikka 2 - 3. Kertotauluharjoituksia. 1977. Mikkola, J. Porvoo: WSOY.

LUKO-matematiikka 2L. Lisätehtäväharjoituksia. 1974. Mikkola, J. Helsinki: WSOY.

Pulmakortit 2. Matematiikan ongelmatehtäviä. 1985. Keranto, T., Ilmavirta, R. & Rikala, S. Espoo: Weilin + Göös.

Yhteenlaskupeli. Pehkonen, L. Kunnallispaino.

Liite 1: Lupahakemus

Jyväskylässä 18.9.1996

Normaalikoulun ala-aste  
rehtori Kari Katainen

Opiskelemme Jyväskylän yliopistossa neljättä vuotta luokanopettajiksi. Teemme pro gradu - tutkielmaa, jonka tarkoituksena on tutkia, kuinka oppilaat oppivat kertolaskun toiminnallisesti eri pelien avulla.

Suoritamme tutkimuksemme kokeellisen osuuden opettajaharjoittelu 4 aikana (28.10. - 21.12.1996). Harjoitteluluokkamme on 2 C. Opettajana toimii Sari Nissinen. Olemme suunnitelleet toteuttavamme neljän viikon mittaisen opetuskokonaisuuden. Oppilaiden kertolaskun oppimista tutkiessamme käytämme menetelminä havainnointia, videointia ja haastattelua.

Ystävällisin terveisin

Marja-Liisa Korhonen  
049 - 279 810

Riikka Kuuva  
049 - 654 124

Liite 2: Lupahakemus

Jyväskylässä 7.10.1996

Hyvät vanhemmat!

Opiskelemme Jyväskylän yliopistossa neljättä vuotta luokanopettajiksi. Opintoihimme kuuluu kasvatustieteellisen pro gradu -tutkielman tekeminen. Tutkimuksemme tavoitteena on tutkia, kuinka oppilaat oppivat kertolaskun toiminnallisesti erilaisten pelien avulla.

Suoritamme tutkimuksen kokeellisen osuuden opettajaharjoittelu 4 aikana (28.10. - 21.12. 1996). Olemme suunnitelleet toteutettavaksi neljän viikon mittaisen opetuskokonaisuuden. Oppilaiden kertolaskun oppimista tutkiessamme käytämme menetelminä havainnointia, videointia ja haastattelua.

Käytämme oppilaista saamiamme tietoja luottamuksellisesti. Oppilaiden nimet eivät tule ilmi tutkielmamme missään vaiheessa.

Toivomme, että täytätte alla olevan lomakkeen ja palautatte sen lapsenne mukana luokan opettajalle syysloman alkuun mennessä.

Ystävällisin terveisin

Marja-Liisa Korhonen  
049 - 279 810

Riikka Kuuva  
049 - 654 124

-----  
Lapsestamme \_\_\_\_\_ saatuja tietoja

saa \_\_\_\_\_

käyttää tutkimusta varten.

ei saa \_\_\_\_\_

Liite 3: **SEURANTALOMAKE**

Oppilaan nimi: \_\_\_\_\_

Havaintoyksikkö: tunti

1 = ei lainkaan

2 = hyvin vähän

3 = jonkin verran

4 = paljon

5 = erittäin paljon

**Kertolaskun oppiminen**

Oppilaan toiminta etenee sujuvasti. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

Oppilas ratkaisee tehtävät nopeasti. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

Oppilas kokee onnistumisen iloa. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

Oppilas toimii innostuneesti materiaalilla. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

Oppilas kieltäytyy toiminnasta. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

Oppilas toimii halukkaasti pelin onnistumiseksi. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

Oppilas tuskastuu. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

Oppilas hylkää pelin. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

Oppilas tarvitsee apua suoriutuakseen tehtävästä. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

Oppilas esittää positiivisia kommentteja. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

Oppilas hyväksyy parikseen kenet tahansa. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

Oppilas neuvoa toisia. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ (jatkuu)

Mitkä seikat osoittavat, että oppilas hallitsee opiskeltavan asian?

Mitkä seikat osoittavat, että oppilas ei vielä hallitse opiskeltavaa asiaa?

Muita huomioita:

(jatkuu)



**Materiaalilla toimiminen**

Oppilas valitsee materiaalin ripeästi.

\_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_

Oppilas valitsee omalle tasolleen sopivaa materiaalia.

\_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_

Oppilas ymmärtää annetut ohjeet.

\_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_

Oppilas toimii innostuneesti materiaalilla.

\_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_

Oppilas kieltäytyy toiminnasta.

\_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_

Oppilas toimii halukkaasti pelin onnistumiseksi.

\_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_

Oppilas tuskastuu.

\_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_

Oppilas hylkää pelin.

\_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_

Oppilas tarvitsee apua suoriutuakseen tehtävästä.

\_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_

Oppilas esittää positiivisia kommentteja.

\_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_

Oppilas hyväksyy parikseen kenet tahansa.

\_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_

Oppilas neuvoo toisia.

\_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_

Muita huomioita:



Nimi:

Liite 5: Loppukoe

**KERTOTAULUJEN KERTAUS**

1.  $\underline{\quad} \cdot \underline{\quad} = \underline{\quad}$     2.  $\underline{\quad} \cdot \underline{\quad} = \underline{\quad}$     3.  $\underline{\quad} \cdot \underline{\quad} = \underline{\quad}$

---

Tee yhteenlaskusta kertolasku.

$5 + 5 + 5 = \underline{\hspace{2cm}}$

$4 + 4 = \underline{\hspace{2cm}}$

$2 + 2 + 2 + 2 = \underline{\hspace{2cm}}$

$3 + 3 + 3 = \underline{\hspace{2cm}}$ 


---

Tee kertolaskusta yhteenlasku.

$4 \cdot 5 = \underline{\hspace{2cm}}$

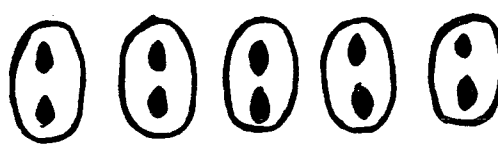
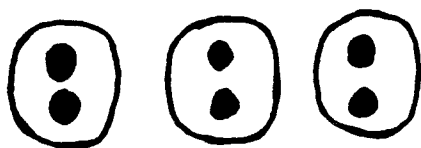
$2 \cdot 3 = \underline{\hspace{2cm}}$

$3 \cdot 3 = \underline{\hspace{2cm}}$

$5 \cdot 2 = \underline{\hspace{2cm}}$ 


---

Tee kuvasta kertolasku.



$\underline{\quad} \cdot \underline{\quad} = \underline{\quad}$

$\underline{\quad} \cdot \underline{\quad} = \underline{\quad}$

(jatkuu)

Kirjoita kertolaskun tulo.

$$9 \cdot 2 = \underline{\quad} \quad 8 \cdot 3 = \underline{\quad} \quad 0 \cdot 4 = \underline{\quad} \quad 5 \cdot 5 = \underline{\quad} \quad 2 \cdot 2 = \underline{\quad}$$

$$11 \cdot 3 = \underline{\quad} \quad 1 \cdot 5 = \underline{\quad} \quad 6 \cdot 4 = \underline{\quad} \quad 7 \cdot 3 = \underline{\quad} \quad 10 \cdot 5 = \underline{\quad}$$

---

Kirjoita tuloon sopiva kertolasku.

$$\underline{\quad} \cdot \underline{\quad} = 20 \quad \underline{\quad} \cdot \underline{\quad} = 8 \quad \underline{\quad} \cdot \underline{\quad} = 45$$

$$\underline{\quad} \cdot \underline{\quad} = 24 \quad \underline{\quad} \cdot \underline{\quad} = 16$$

---

Kirjoita jakolaskun vastaus.

1. Hennalla on kymmenen kiiltokuvaa. Hän antaa niistä puolet Lauralle. Kuinka monta kiiltokuvaa kumpikin tyttö saa?  $\underline{\quad}$
2. Viisi kissaa on pyydystänyt yhteensä 15 hiirtä. Kissat päättävät jakaa hiiret tasan. Kuinka monta hiirtä jokainen kissa saa?  $\underline{\quad}$

Liite 6: Mieliidekysely

Nimi:

**Mielipiteeni matematiikan peleistä**

Mielipiteeni kertotaulujen opettelemisesta pelien avulla:

---



---

Mielipiteeni pelien valinnasta:

---



---

**Ympyröi sopiva vaihtoehto.**

Pelejä oli mielestäni

liian paljon

sopivasti

liian vähän

Peliohjeet olivat mielestäni

helppoja

sopivia

vaikeita

Kotitehtäviä oli mielestäni

liian paljon

sopivasti

liian vähän

Matematiikan pelijakso oli mielestäni

liian lyhyt    sopivan pituinen    liian pitkä

Mielestäni mukavin peli oli? \_\_\_\_\_

Miksi? \_\_\_\_\_

---

Mielestäni ikävin peli oli? \_\_\_\_\_

Miksi?

---



---

Ostoslista

Liite 7: Ostoslista

Kaksi ruskeaa nappia



$$\underline{\quad} mk + \underline{\quad} mk = \underline{\quad} mk$$

$$\underline{\quad} \cdot \underline{\quad} mk = \underline{\quad} mk$$

Ostoslista

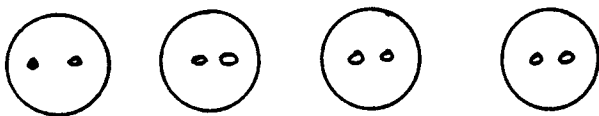
Kolme violettiä nappia



$$\underline{\quad} mk + \underline{\quad} mk + \underline{\quad} mk = \underline{\quad} m$$

$$\underline{\quad} \cdot \underline{\quad} mk = \underline{\quad} mk$$

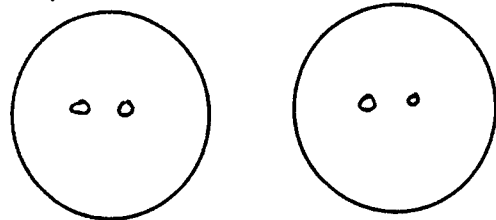
Neljä violettiä nappia



$$\underline{\quad} mk + \underline{\quad} mk + \underline{\quad} mk + \underline{\quad} mk = \underline{\quad} mk$$

$$\underline{\quad} \cdot \underline{\quad} mk = \underline{\quad} mk$$

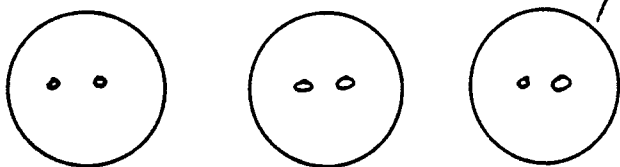
Kaksi harmaata nappia



$$\underline{\quad} mk + \underline{\quad} mk = \underline{\quad} m$$

$$\underline{\quad} \cdot \underline{\quad} mk = \underline{\quad} m$$

Kolme oranssia nappia



$$\underline{\quad} mk + \underline{\quad} mk + \underline{\quad} mk = \underline{\quad} mk$$

$$\underline{\quad} \cdot \underline{\quad} mk = \underline{\quad} mk$$

Viisi valkoista nappia



$$\underline{\quad} mk + \underline{\quad} mk + \underline{\quad} mk + \underline{\quad} mk + \underline{\quad} mk = \underline{\quad} m$$

$$\underline{\quad} \cdot \underline{\quad} mk = \underline{\quad} m$$

## Liite 8: Tuntisuunnitelma

### Tutustumiskerta

Päivä: 5.11.

#### Tavoitteet:

- Oppilaat tutustuvat työskentelytapaan.
  - \* käydään läpi yhteiset säännöt
  - \* oppilaat tutustuvat oppimisasihin
  - \* oppilaat oppivat täyttämään osallistumislomaketta
  
- Tutkijat testaavat
  - \* ajankäytön toimivuutta
  - \* peliohjeiden antamista
  - \* videointia
  - \* seurantalomakkeen toimivuutta

#### Käytettävät pelit:

#### Tunnin alussa esiteltävät pelit:

- Formula
- Little Professor
- Domino
- Pulmakortit (sarjat 3, 12 ja 18)
- Pähkähullun ostajan paratiisi (laskin tarkistusta varten)
- Keksi lasku -peli

## Pelaajat: 2

1. Sopikaa, kumpi teistä on ensin asiakas ja kumpi kassanhoitaja.
2. Asiakas valitsee itselleen ostoslistan.
3. Kassanhoitaja antaa asiakkaalle 100 mk.
4. Asiakas ostaa ensimmäisen ostoslistassa olevan ostoksen ja merkitsee laskun ja vastauksen ostoslistaan.
5. Kassanhoitaja tarkistaa, onko lasku ja vastaus oikein.
6. Asiakas maksaa ostoksen.
7. Kassanhoitaja antaa rahasta takaisin.
8. Vaihtakaa rooleja: Kassanhoitajasta tulee asiakas ja asiakkaasta kassanhoitaja.



## Liite 10: Tuntisuunnitelma

1. kerta

Päivä: 11.11.

Tavoitteet:

- Oppilas oppii muodostamaan kuvasta yhteenlaskun ja tästä kertolaskun.
- Oppilas oppii kertolaskun käsitteen sekä sitä kuvaavan merkinnän.
- Oppilas oppii käsitteen tulo.

Käytettävät pelit:

Tunnin alussa esiteltävät pelit:

- Nappikauppaleikki
- Yhdistelyveli
- Etsi parit -veli

Oppilaille tutut pelit:

- Perhekortit = muutettu samantapaiseksi kuin yhdistelyveli eli muodosta pareittain perheitä pöydälle
- LUKO-veli (Matematiikka 2-3 ja 2L)

Kotitehtävät:

- Laskutaito s. 62

## Liite 11: Tuntisuunnitelma

### 2. kerta

Päivä: 12.11.

#### Tavoitteet:

- Oppilas oppii muodostamaan kuvasta suoraan kertolaskun, ilman yhteenlaskua.
- Oppilas oppii muodostamaan kertolaskusta toistetun yhteenlaskun.

#### Käytetyt pelit:

##### Tunnin alussa esiteltävät pelit:

- Onnenpyörä
  - \* tee kertolaskusta yhteenlasku
  - \* muodosta lasku palikoilla (2+2)
  - \* muodosta lasku palikoilla sanallisesta tehtävästä
  - \* tee yhteenlaskusta kertolasku
- Joukkopeli

##### Oppilaille tutut pelit:

- Nappikauppaleikki
- Perhekortit
- LUKO-peli
- Yhdistelypeli
- Etsi parit

#### Kotitehtävät:

- Laskutaito s. 63 ja s. 133 tehtävät 3 - 10

## Liite 12: Tuntisuunnitelma

3. kerta

Päivä: 14.11.

Tavoitteet:

- Oppilas tutustuu luvun 2 kertotauluun ja harjoittelee sitä pelien avulla.

Käytettävät pelit:

Esiteltävät pelit:

- Formula
- Domino
- Laskukorttipakka

Oppilaille tutut pelit:

- Onnenpyörä
- \* muodosta lasku palikoilla sanallisesta tehtävästä
- \* tee yhteenlaskusta kertolasku
- \* mikä on kertolaskun tulo (2:n kertotaulu)
- \* tee luvun 2 kertolasku
- Little Professor
- Tietokone: Peruskunnon kohentaminen
- Keksi lasku -peli

Kotitehtävät:

- Laskutaito s. 70 ja s. 71 tehtävä 1
- ulkoa  $(0 - 5) * 2$

## Liite 13: Tuntisuunnitelma

### 4. kerta

Päivä: 18.11.

#### Tavoitteet:

- Luvun 2 kertotaulun hallinnan vakiinnuttaminen.
- Oppilas ymmärtää vaihdannaisuuden käytön kertolaskussa.

#### Käytettävät pelit:

#### Esiteltävät pelit:

- Sanalliset tehtävät
- Kertolaskupeli
- Numerolaatikko

#### Oppilaille tutut pelit:

- Tietokone: Peruskunnon kohentaminen
- Onnenpyörä
- Formula
- LUKO-peli

#### Kotitehtävät:

- Laskutaito s. 72 - 73
- ulkoa loput luvun 2 kertotaulusta

## Liite 14: Tuntisuunnitelma

5. kerta

Päivä: 19.11. (A-ryhmä) ja 20.11. (B-ryhmä)

Tavoitteet:

- Oppilas tutustuu luvun 5 kertotauluun ja harjoittelee sitä pelien avulla.

Käytettävät pelit:

Esiteltävät pelit:

- Trivial

Oppilaille tutut pelit:

- Nappikauppaleikki
- \* 2 ja 5 kertotaulut
- Tietokone: Peruskunnon kohentaminen
- Laskukorttipakka
- \* luvun 5 kertotaulu
- Little Professor
- Numerolaatikko
- Keksi lasku

Kotitehtävät:

- Laskutaito s.82 ja s. 83 tehtävä 1
- ulkoa (0 - 5) \* 5

## Liite 15: Tuntisuunnitelma

6. kerta

Päivä: 21.11.

Tavoitteet:

- Oppilas hallitsee luvun 5 kertotaulun.

Käytettävät pelit:

Oppilaille tutut pelit:

- Tietokone: Peruskunnon kohentaminen
- Trivial
- LUKO-peli (5:n kertotaulu)
- Keksi lasku -peli
- Onnenpyörä
- Numerolaatikko
- Formula
- Kertolaskupeli

Kotitehtävät:

- Kirjoita vihkoon tarina laskusta  $4 * 2$  tai  $3 * 5$ .
- ulkoa loput luvun 5 kertotaulusta

## Liite 16: Tuntisuunnitelma

7. kerta

Päivä: 25.11.

Tavoitteet:

- Oppilas kertaa lukujen 2 ja 5 kertotaulut.
- Oppilas ymmärtää jakolaskun kertolaskulle käänteisenä toimintona.

Käytettävät pelit:

Esiteltävät pelit:

- Aartenmetsästys

Oppilaille tutut pelit:

- Tietokone: Kertolaskupeli
- Trivial (jakamista)
- Keksi lasku -peli (jakamista)
- Onnenpyörä
- Neliödomino
- Kertolaskupeli

Kotitehtävät:

- Laskutaito s. 57 - 58
- lukujen 2 ja 5 kertotaulujen kertaus

## Liite 17: Tuntisuunnitelma

8. kerta

Päivä: 26.11.

Tavoitteet:

- Oppilas tutustuu luvun 3 kertotauluun ja harjoittelee sitä pelien avulla.

Käytettävät pelit:

Oppilaille tutut pelit:

- Aartenmetsästys
- Trivial
- Numerolaatikko
- Tietokone: Kertolaskupeli
- Nappikauppaleikki
- Professor
- Laskukorttipakka

Kotitehtävät:

- Laskutaito s. 74 - 75
- ulkoa luvun 3 kertotaulu



**Liite 18: Tuntisuunnitelma**

9. kerta

Päivä: 28.11.

Tavoitteet:

- Oppilas hallitsee luvun 3 kertotaulun.

Käytettävät pelit:

Oppilaille tutut pelit:

- Tietokone: Kertolaskupeli
- Trivial
- Aartenmetsästys
- Pähkähullun ostajan paratiisi
- Onnenpyörä
- Professor
- Formula

Kotitehtävät:

- Laskutaito s. 76
- ulkoa  $7 * 3$  ja  $8 * 3$

## Liite 19: Tuntisuunnitelma

10. kerta

Päivä: 2.12.

Tavoitteet:

- Oppilas tutustuu luvun 4 kertotauluun ja harjoittelee sitä pelien avulla.

Käytettävät pelit:

Esiteltävät pelit:

- Tornin valtaus

Oppilaille tutut pelit:

- Tietokone: Laskumatikainen
- Aartenmetsästys
- Trivial
- Onnenpyörä
- Pähkähullun ostajan paratiisi
- Perhekortit
- Little Professor

Kotitehtävät:

- ulkoa luvun 4 kertotaulu
- väritystehtävä

## Liite 20: Tuntisuunnitelma

### 11. kerta

Päivä: 3.12.

#### Tavoitteet:

- Luvun 4 kertotaulun hallinnan vakiinnuttaminen.
- Oppilas kerta lukujen 2, 5 ja 3 kertotaulut.

#### Käytettävät pelit:

##### Oppilaille tutut pelit:

- Tornin valtaus
- Tietokone: Peruskunnon kohentaminen
- Aartenmetsästys
- Trivial
- Onnenpyörä
- Pähkähullun ostajan paratiisi
- Perhekortit
- Little Professor

#### Kotitehtävä:

- lukujen 2, 5, 3 ja 4 kertotaulujen kertaus