

SE OLI KOVA TYÖ!

Lapset keksijöinä LEGO/Logo -oppimisympäristöllä

Osmo Ylitalo

Kasvatustieteen pro gradu -tutkielma

Luokanopettajien aikuiskoulutus

Chydenius-Instituutti

Jyväskylän yliopisto

Syksy 2001

TIIVISTELMÄ

Ylitalo, O. 2001. Se oli kova työ! Lapset keksijöinä LEGO/Logo -oppimisympäristöllä peruskoulun 3-6 -luokassa. Jyväskylän yliopisto. Chydenius-Instituutti. Kasvatustieteen pro gradu –tutkielma, 81 s.

Tutkimuksessa kokeillaan projektityöskentelyä peruskoulun 3-6 -luokkalaisten keksimistä LEGO/Logo -oppimisympäristöllä. Keskeistä siinä on lapsen keksimistäpahtuma luovana ongelmanratkaisuna. Keksimistä tarkastellaan myös didaktiikan kannalta ja tutkimus on samalla opettajan kehittämistutkimus.

Tutkimustehtävänä oli selvittää, miten 9-12 -vuotias lapsi tekee keksinnön LEGO/Logoilla avoimessa oppimisympäristössä luonnollisen oppimisen periaatteella. Tutkimuksessa oli mukana 18 oppilasta peruskoulun 3-6 -luokalta, yhdysluokalta. Oppilaista viisi oli 9-vuotiaasta, neljä 10-vuotiaasta, viisi 11-vuotiaasta ja neljä 12-vuotiaasta. Tyttöjä oli seitsemän ja poikia yksitoista. Tutkimusaineistona olivat keksijöiden päiväkirjat, joita täydensivät keksijöiden arvioinnit keksinnöistä sekä keksijöiden kirjoitelmat. Toteuttamisessa vapaus määriteltiin heti alussa laajaksi, jotta luova innovoivuus mahdollistuisi paremmin. Lähtötavoitteena oli saada käytännön kokemuksia opetussuunnitelman teknologiakasvatusosaan. Yhtenä osatavoitteena oli totuttaa lapsia toimimaan tiimeissä avoimuuden ilmapiirissä tavoitteena oppimaan oppiminen tutkien ja kokeillen kokemuksellisen oppimisen periaatteella.

Lapset kokivat keksimisen alussa rakenteluleikiksi. Jatkossa työskentely muuttui työn tuntuiseksi. Työskentely oli innostunutta vaikka turhautumistakin esiintyi. Vapaus, avoin oppimisympäristö ja onnistumiset motivoivat ponnistelemaan alkuun vaikeaksi koetun logo-ohjelmoinninkin oppimiseksi. Keksiminen ja keksinnön tekeminen sisältää monia oppimiseen ja opettamiseen liittyviä käyttökelpoisia seikkoja, joista hyvin merkittävä on luovan ongelmanratkaisun prosessi ja didaktiikka.

Avainsanat: avoin opetus, avoin oppimisympäristö, keksiminen, luonnollinen oppiminen, luova ongelmanratkaisu, luovuus, tutkiva oppiminen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
2	TUTKIMUKSEN LÄHTÖKOHDAT JA TAVOITTEET	6
2.1	Opetustyön kehittäminen kokeilemalla ja tutkimalla	7
2.2	Oppilaiden työskentelyn kehittäminen	8
2.3	Keksimisprojektin pedagogisia perusteita	9
2.3.1	Luova ongelmanratkaisu	10
2.3.2	Luonnollista oppimista yhdessä ja itseohjautuvasti	11
2.3.3	Tutkiva oppiminen	13
2.3.4	Avoin opetus – avoin oppimisympäristö	14
2.4	Opetuskokeilun tavoitteet ja tarkentuneet tutkimustehtävät	16
3	KEKSIMINEN LUOVANA ONGELMANRATKAISUNA	17
3.1	Luovan opetuksen historiaa	17
3.2	Keksimisen prosessimalleja	21
3.3	Luovuus keksimisen elementtinä	22
4	OPETUSKOKEILUN JA TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN	29
4.1	Metodologiset perusteet	29
4.2	Keksimisprojektin kuvaus ja aineiston hankinta	31
4.3	Aineiston käsittelyn taustaa	36
4.3.1	Opettajan kehittämistutkimus lasten keksimisprojektissa	36
4.3.2	Etnografinen tutkimussuuntaus lasten keksimisprojektissa	37
4.3.3	Fenomenografinen tutkimussuuntaus lasten keksimisprojektissa	38
4.3.4	Teorian asema tutkimuksessani	40
5	ANALYYSI JA TULKINTA	41
5.1	Lapset keksijöinä	42
5.2	Keksimisprosessin analyysi	57

5.2.1	<i>Keksimisen keksiminen</i> - keksintöjen aiheet ja suunnittelu	57
5.2.2	Toteutus – <i>se oli kova työ</i>	61
5.2.3	Keksintöjen arviointi	66
5.2.4	Didaktiset tulkinnat	69
6	POHDINTA	72
6.1	Tulosten anti	72
6.2	Tutkimuksen arviointi	75
6.3	Pedagogiset lopetussanat	77
	LÄHTEET	78

Nykyinen teknologian kehitys on huimaavaa. Tietoa kyetään tallentamaan lähes rajattomasti ja se saadaan käyttöön silmänräpäyksessä maailmanlaajuisesti. Keksiminen ja keksinnöt mahdollistavat tätä kehitystä. Jotta me hyötyisimme keksinnöistä mahdollisimman paljon, on osattava käyttää niitä ja tunnettava niiden toimintaa. Yhteiskunnan kehittyminen tietoyhteiskunnaksi edellyttää kansalaisilta selviytymiskykyä muuttuvissa tilanteissa. Tällöin on opittava ajattelemaankin uusilla tavoilla. Opittu ei välttämättä sovellu koko elinajan käytettäväksi, vaan täytyy pystyä oppimaan uutta koko elämän ajan kehitystä hyödyntääkseen. Näin oppimisen menetelmiinkin kohdistuu kehittämisvaatimuksia ja niitä on kehitettävä ympäröivän yhteiskunnan kehittymisen mukana. Tietotekniikan käyttö koulussa on perusteltua sekä yhteiskunnan että oppilaiden näkökulmista. Taito valita informaatiotulvasta tulee keskeiseksi oppimisessa ja uuden omaksumisessa. Tietotekniikan hallinnan avulla voidaan oppia yksilöllisesti, mielekkäästi ja tehokkaasti.

Tulevaisuudessa menestyäkseen vaaditaan entistä enemmän ongelmanratkaisutaitoja. Opetuksen uudistumiseen tietokoneet kehittyvine ohjelmistoineen tarjoavat lisääntyvästi mahdollisuuksia. Yksi tietoteknisistä oppimisympäristöistä on LEGO/Logo. Legoilla rakentelu on pitkään ollut keskeinen lasten rakenteluleikkeistä. LEGO/Logossa on yhdistetty rakenteluun Logo-ohjelmointi. Logo-ohjelmointikielen on kehittänyt 1970-luvulla yhdysvaltalainen Seymour Papert lasten ajattelua kehittäväksi oppimisvälineeksi. Taustana hänellä oli aktiivisuutta ja vapautta korostavan progressiivisen kasvatuliikkeen ajatukset.

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan lasten keksimistä LEGO/Logo -oppimisympäristössä luonnollisen ja avoimen oppimisen näkökulmasta. Tavoitteena on löytää teoriaa lasten keksimistapahtumalle ja kokeilla keksimistapahtumaa opetuksessa opetussuunnitelman teknologiakasvatuksen osana.

2 TUTKIMUKSEN LÄHTÖKOHDAT JA TAVOITTEET

Tietoyhteiskunnassa toimiminen edellyttää kykyä selviytyä muuttuvissa tilanteissa. Teknologian nopea kehitys vaatii entistä jouhevampaa uusien asioiden hallintaa ja tilanteiden kohtaamista. Yhä keskeisemmäksi tulee kyky valita oleellinen suuresta informaatiomäärästä. Teknologian ymmärtäminen ja sen käytön hallitseminen ovat merkittäviä avuja jokapäiväisessä selviytymisessä. Koulun odotetaan opetuksellaan kehittävän oppilaitensa luovan ajattelun ja luovan ongelmanratkaisun taitoja, jotka auttavat selviytymään myös teknologiaviidakossa. Samalla näillä taidoilla pyritään laadukkaampaan oppimiseen. Tietotekniikan käytön katsotaan tuovan kouluopetukseen erityisesti yksilöllisyyttä, mielekkyyttä ja tehokkuutta. (Ks. Anon. 1986, 11-12.)

Opetuksen kehittämiseksi koulumme lähti mukaan teknologiakasvatuksen kehittämisprojektiin. Sen käynnisti vuonna 1996 Tampereen yliopiston Seinäjoen täydennyskoulutuskeskus. Projektin yhteydessä koulumme sai parilta yrittäjältä ja aktiivisesti toimineelta vanhempainyhdistykseltämme LEGO/Logo-sarjoja, joiden käytöllä on haettu oppimiseen uutta sisältöä ja ilmettä. Luova ongelmanratkaisu, keksivä oppiminen, yhteistoiminnallisuus ovat hyviä keinoja, kun tavoitellaan luonnollista oppimista. Tähän LEGO/Logo -oppimisympäristökin antaa mahdollisuuksia. Hajanaisen tutustumiskäytön jälkeen tein oppilaitteni kanssa kokeilevan keksimisprojektin päämääränä opetusvälineen suunnitelmallisempi ja tehokkaampi käyttö. Myöhemmin olen hyödyntänyt saamiani kokemuksia vuosittain samantapaisissa projekteissa, joissa keskeisenä tavoitteena on ollut tietokoneen käyttöön oppimisen ja harjaantumisen lisäksi muukin kouluun liittyvä kasvatuksellinen ja opetuksellinen sisältö, erityisesti teknologiakasvatus. Lasten keksimistapahtuma sysäsi pohtimaan tarkemminkin siihen liittyviä seikkoja ja sen käyttöä opetuksessa, jopa mahdollisia vaikutuksia opetussuunnitelmaan, erityisesti sen teknologiakasvatuksen kohtaan. Vastuuta jatkuvasta opetussuunnitelmien kehittämisestä on siirretty koulujen tasolle (ks. Opetushallitus 1994, 8 ja 23-24). Sekin on lisännyt tarvetta kokeilla, tutkia ja arvioida uudenlaista toimintaa omassa koulussa.

Perinteiset perustaidot, lukeminen, kirjoittaminen ja laskeminen, tulevat säilymään keskeisinä opetuksessa. Futurologit nostavat näiden rinnalle opetettavaksi omien kykyjen jatkuvan kehittämisen taidon. Peltonen (1987, 190) nimittää tätä opiskeluvälmiudeksi. Siinä tärkeitä kehitettäviä oppilaan ominaisuuksia ovat luovuus, joustavuus ja itsenäinen ajattelu (Hirsjärvi & Remes 1988, 119). Tähän haasteeseen vastatakseen on koulun kehitettävä opetus- ja oppimismenetelmiään.

Hirsjärvi & Remes pitävät tulevaisuusajatteluun ohjaamista eloonjäämisen ja maailmankansalaisuuteen kasvattamisen keinona. Siinä yhtenä tavoiteltavana kykypiirteenä on systeemiajattelun ja vaihtoehtoja luovan ajattelun taito. Tarve "uudistavaan oppimiseen" ja ilmiöiden kokonaisvaltaiseen hahmottamiseen korostuu. Uudistava oppiminen tarkoittaa tietoista muutoksiin pyrkimistä, ongelmien uudelleen muotoilua ja uusia ratkaisumalleja. Keinona tähän on useita oikeita ratkaisuja löytävä luova ajattelu. Holistisuuden periaate korostuu uudistavassa oppimisessä erityisesti siten, että ideoita ja peruskäsitteitä osataan käyttää oivaltavasti yhä mutkikkaammissa yhteyksissä. (Hirsjärvi & Remes 1988, 120-121.)

2.1 Opetustyön kehittäminen kokeilemalla ja tutkimalla

Tutkiva suhde omaan työhön tukee tekijän ammatillista kasvua. Syrjälän (1994) mukaan oman työn ymmärtäminen ja kehittäminen käynnistyy arvioinnin ja reflektoinnin kautta. Tutkimisella ja omien käytännön kokemusten pohdiskelulla saadaan ammatillinen kasvu jatkumaan koko uran ajan. (Syrjälä 1994, 35-38.)

Opettajan omaan työhön suuntautuvan tutkivan asenteen tavoitteena on parantaa laajasti opetus- ja kasvatustyön tuloksia. Kohosen & Leppilammen mukaan kasvatustoimintaa voidaan kehittää ainakin kasvatusta- ja opetuskäytäntöjä parantamalla ja niiden käytäntöjä syvällisemmin ymmärtämällä sekä opetustilanteita parantaen. Näihin sisältyvät myös ulkoiset olosuhteet ja muut kehystekijät. (Kohonen & Leppilampi 1994, 128.)

Kehittämisessä on kysymys muutoksesta. Toimintatutkimus avaa uusia mahdollisuuksia oppia ja saada yhdessä aikaan muutosta. Opettaja saa uusia ajatuksia, käsitteitä ja taitoja käsitelläkseen muutoksia hyödyllisellä tavalla. Samalla opettaja selkeyttää työnsä tiedonkäsitteitä ja arvoja. (Syrjälä 1994, 25-26.) Lasten keksimisprojektilla opettajana haluan saada tietoa kehittääkseni työskentelytapojani. Pyrin lasten keksimistä tutkimalla hankkimaan itselleni paremmat valmiudet tutkia myös omaa työtäni tutustumalla tutkimisen menetelmiin.

2.2 Oppilaiden työskentelyn kehittäminen

Oppilaiden työskentelyn tutkiminen vaikuttaa samalla opettajan oman työn kehittämiseen. Keksimisprojektissa oppilaat oppivat ja harjoittelevat erilaisia työskentelytapoja tarpeen mukaan vaihdellen. Käytettävä toimintatapa on kehittynyt Kilpatrickin ideoimasta projektimetodista. Projektimetodi on progressiivinen opetusmenetelmä, jossa oppilaat toimivat opettajan ohjauksessa suunnittelusta lähtien arviointiin saakka mahdollisimman itsenäisesti ja siihen sisältyy tärkeitä myötäoppimista (Hirsjärvi 1983, 152). Tämä luonnollinen myötäoppiminen kannattaa opetuksessa aina huomioida.

Haapasalo (1997, 233-234) mukailee projektia laajamuotoiseksi hankkeeksi, joka vaatii pitkäjänteistä ongelmiin motivoitumista, keskittymistä ja ongelmanratkaisusitkeyttä. Projektityöskentely sisältää monipuolisesti toiminnallisuutta ja edellyttää monenlaisia työtapoja. Siinä syntyy aloitteita ja tarkasteluja eri näkökulmista. Työskentelijöillä siinä on yhteisvastuu, mutta samalla myös tietty autonomia.

Koppisen & Pollarin (1993, 50-55) mukaan projekteissa toiminta ja yhteistyö organisoidaan ongelmien ratkaisemiseksi tai hankkeen toteuttamiseksi. Projektiopiskelussa pyritään yhteiseen tavoitteeseen ja siinä syntyy konkreettinen tuotos. Oppiminen lähtee elämänläheisesti oppijan omista kokemuksista sekä lähiympäristöstä ja opittua hän voi soveltaa ympäröivään todellisuuteen. Oppiminen on eheyttävää, kun ympäröivää todellisuutta tutkitaan ja jäsenetään eri näkökulmista ja ilmiöstä voidaan

luoda ehyt eri oppiaineiden rajoja ylittävä kokonaisuus. Oppijat ohjautuvat omatoimisesti hahmottamaan kokonaisuutta opittavista asioista vastuullisesti, tutkimisen ja kokemuksen kautta. Yhteistoiminnallisuuden kautta oppijat saavat monipuolisemman ja rikkaamman kokonaiskuvan ilmiöstä. Yhteistoiminnallisen oppimisen ja projektiopiskelun tavoitteet ja periaatteet ovat lähellä toisiaan. Tärkeimpiä yhteisiä tavoitteita ovat mielekkyys ja elämänläheisyys, vastuullisuus ja yhteistoiminnallisuus, omatoimisuus, eheys sekä prosessipainotteisuus ja tuloksellisuus.

Koppisen ja Pollarin esimerkissä projektityöskentelyn työvaiheet ovat orientoituminen, työskentelyn suunnittelu ja organisointi, toteutus ja seuranta, tuotoksen kokoaminen ja arviointi sekä julkistaminen (Koppinen & Pollari 1993, 53-54).

2.3 Keksimisprojektin pedagogisia perusteita

Peruskoulun kasvatuksen yleistavoitteissa korostetaan oppilaiden persoonallisuuden täyspainoista kehittämistä. Siinä yhtenä olennaisena tavoitteena on oppilaan luovuuden, luovien kykyjen esille saaminen. Tämä liittyy siihen kasvatuksen tavoitteeseen, jossa yhteiskuntaa uudistetaan yksilöiden ainutlaatuisuuden avulla (Hirsjärvi 1982, 73). Taideaineilla on perinteisesti ollut keskeinen asema kehitettäessä oppilaiden luovuutta, mutta nykyisin luovuutta tavoitellaan muullakin koulun toiminnalla. Ongelmien ratkaiseminen ja muuttuvista tilanteista selviytyminen ovat elämän perusvalmiuksia, joihin liittyy yhä useammin luovuuden olemus. Ongelmanratkaisua opitaan eri oppiaineiden tehtävissä, mutta ongelmat niissä ovat enimmäkseen suljettuja, yhteen ratkaisuun johtavia. Tällöin ratkaisu ei sisällä laajasti määritellen luovuutta. Luovuus merkitsee uuden ja erityisesti omaperäisen syntymää (Ruth 1984, 15). Avoimien, aukollisten tehtävien ratkaiseminen edellyttää avoimia, joustavia menetelmiä ollen siten avoin prosessi, mikä on luovalle ongelmanratkaisulle ominaista (Sahlberg ym. 1993, 26). Keksimisprojektiin sisältyy luovuusprosessin ohella monia pedagogisesti hyödyllisiä näkökohtia, joiden avulla voidaan työskennellä koulun opetussuunnitelman tavoitteiden suuntaisesti ja jopa niiden toteutumiseksi.

2.3.1 Luova ongelmanratkaisu

Häyrysen & Hautamäen (1973, 127) mukaan ongelmanratkaisun perustoimintoja on kahdenlaisia. Ongelmanratkaisu voi olla rutiinimainen, yksiselitteinen ja algoritminen ratkaisu, johon periaatteessa on olemassa valmis kaava tai tieto-ohje. Toisaalta ongelmanratkaisu voi olla heuristinen, luova dialektinen ratkaisu, jonka ratkaisija itse muodostaa ongelmatilanteessa. Rutiinimaisen ja luovan ratkaisun ei tarvitse olla toistensa vastakohtia, vaan rutiinimaiset, valmiit ratkaisut tai ohjelmat voivat toimia luovan ratkaisun tietopohjana. (Häyrynen & Hautamäki 1973, 127-128.)

Heikkilä jakaa ongelmat niinkään kahteen ryhmään, suljetun järjestelmän ja avoimen järjestelmän ongelmiin. Suljettu järjestelmä, close-ended -tilanne, sisältää rajallisesti tekijöitä, jotka eivät muutu ongelmanratkaisun aikana. Suljetussa järjestelmässä toimitaan rutiinimenettelyin ja loogisin ratkaisuin. Avoimessa järjestelmässä ongelmanratkaisija uhmaa asetettuja rajoja löytääkseen uusia lähestymistapoja ongelman ratkaisemiseksi. (Heikkilä 1981, 20-21.)

Ongelmanratkaisuprosessissa on Virkkalan (1988, 10-11) mukaan seuraavat vaiheet:

1. Ongelma: Ongelman tai parannusmahdollisuuden tajuaminen.
2. Tosiasiat: Ongelmatilannetta ja mahdollisia ratkaisuja koskevan tiedon hankinta.
3. Ideat: Ideoiden ja toimintavaihtoehtojen etsiminen. Ajan antaminen mielikuvien synnyttämiseen. Ideoiden alitajuista kehittelyä.
4. Ratkaisu: Toteutettavan idean valinta ja kehittäminen käyttökelpoiseen muotoon.
5. Toteutus ja viimeistely: Idean toteutus käyttökelpoiseen muotoon.

Kivikko (1977, 24) määrittelee luovan prosessin yksilössä suunnatuksi, ei-johdonmukaisesti eteneväksi tapahtumien sarjaksi, jossa tunnusomaista on oivallusvaihe (insight, illumination). Tämä oivallusvaihe on yksilölle yhtäkkinen uusien syy- ja riippuvuussuhteiden tietoinen selviäminen, minkä hän kokee elämyksellisenä kohokohtana, luovana kokemuksena (creative experience).

Kuitusen (1996, 1) mukaan luovalla ongelmanratkaisulla tarkoitetaan prosessia, jolla

haetaan muutosta uudella tavalla ja seurauksena on käyttökelpoinen tuote. Tämän määrittelyn voi samaistaa keksimiseen, josta seuraa keksinnön syntyminen.

Sahlberg (1998, 58-59) käyttää uutta tiedonkäsitystä kuvatessaan luovaa ongelmanratkaisua esimerkkinä logiikan ja luovuuden samanaikaisesta esiintymisestä. Luovassa ongelmanratkaisussa tietoja yhdistellään uudella tavalla toimiviksi kokonaisuuksiksi. Tapahtumaan liittyy rationaalisen ajattelun ja mielikuvituksen vuorottelua sekä logiikan ja metaforien yhteispeliä.

Pedagogisesti luova ongelmanratkaisu on ongelmien käsittelyä ja ratkaisemista luovuuteen perustuvilla avoimilla ja joustavilla menetelmillä. Luovaa ongelmanratkaisua voi oppia harjoittelemalla aktiivisesti ja omakohtaisesti tarpeellisia kykyjä, taitoja, ajattelutapoja ja asenteita. (Sahlberg ym. 26-27.)

2.3.2 Luonnollista oppimista yhdessä ja itseohjautuvasti

Kilpatrickin (1926, 243 ja 291-292) mukaan projektimenetelmässä oppilaat ratkaistessaan itse asettamiaan ongelmia joutuvat harjoittamaan "täydellistä ajatustoimintaa". Tämä luo edellytykset myötäoppimiselle, jatkuvalla kokemusten muokkaamiselle. Papert (1985, 15, 28-29 ja 52-53) kysyy, miksi jotkut asiat opitaan varhain ja spontaanisti, kun toisten asioiden oppimiseen tarvitaan välttämättä järjestettyä muodollista opetusta. Hän vastaa Piaget'iin tukeutuen, että lapset muodostavat itse oman henkisen rakenteensa ottaen rakennusaineensa ympäröivästä kulttuurista. Lapsi oppii helposti ja intuitiivisesti konkreettisia asioita ympäristöstään. Tätä Papert kutsuu luonnolliseksi oppimiseksi, josta hän käyttää myös nimityksiä Piaget -oppiminen ja opettamatta oppiminen.

Kun siis opitaan ilman muodollista opetusta tai tietoista kasvatusta, opitaan luonnollisesti. Keskeistä luonnollisessa oppimisessa on vapaus toimia aktiivisesti oppimistilanteessa. Tähän vapauteen sisältyy esim. oppimisen kohteen ja keinojen valinta, sillä liian valmiina annetut tehtävät ehkäisevät luonnollista oppimista (Suomala 1999, 118).

Yhteistoiminnallisessa oppimisessa, yhdessä oppimisessa, oppilaat opiskelevat pienissä ryhmissä yhdessä sovittujen yhteisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Siinä luodaan edellytykset sosiaalisen oppimisyhteisön muodostumiselle. Se on oppilaskeskeinen työtapa, jossa ryhmän jäsenet ovat riippuvaisia toisistaan ja ovat vastuussa omasta ja ryhmän toiminnasta. Ryhmät ovat heterogeenisiä ja erilaisuudesta tulee yhteinen voimavara. Avoin vuorovaikutus vaatii kuuntelemisen ja keskustelemisen taitojen sekä kannustamisen ja tukemisen oppimisen. Yhdessä oppimiseen kuuluu toiminnan reflektointi, jolla harjoitellaan itsearviointia, pohtimista, palautteen antamista ja vastaanottamista. (Sahlberg & Leppilampi 1994, 66-75.)

Yhdessä oppiminen mahdollistaa luonnollista oppimista. Oppimisympäristön avoimuus ja toiminnan vapaamuotoisuus ohjaavat omatoimisuuteen. Oppilaan oman toiminnan virittyminen, toiminnallisuus on yleinen vaatimus oppimiselle. Opetuksessa toiminnallisuus on oppilaiden aktiivisuutta ja omakohtaista osallistumista opetustapahtumaan, aktiivisuuspedagogiikkaa (Hirsjärvi 1983, 11-12).

Omatoimisuus, vastuullisuus, kriittisyys, kykenevyys valinnantekoon ja toiminnan tavoitteellisuus voidaan Koron (1992) mukaan nähdä itseohjautuvuuden alakäsitteenä. Itseohjautuva oppiminen on oppijan aktiivista toimintaa, jossa hän kykenee ottamaan vastuuta ajattelustaan ja sisäisestä työskentelystään. Tämä edellyttää oppijalta toimivaa sisäistä kontrollijärjestelmää, kykyä reflektiivisyyteen eli oman kognitiivisen toiminnan kriittiseen arviointiin. Tällöin on kyse on metakognitiivisesta ajattelusta. Koro määrittelee itseohjautuvalle oppijalle kuuluviksi seuraavia ominaisuuskäsitteitä:

- *Itsensä hyväksyminen oppijana*, mihin vaikuttaa oppimiskokemusten seurauksena muodostunut minäkuva.
- *Suunnitelmallisuus* on kykyä määrittää oppimistarpeensa, asettaa niiden pohjalta tavoitteensa ja valita keinot tavoitteitten saavuttamiseksi.
- *Sisäinen motivaatio* on kiinnostusta oppimiseen ilman palkkioita, rangaistuksen uhkaa ja ulkoista kontrollia.
- *Sisäinen arviointi* on kyky arvioida omaa oppimistaan ja ottaa vastaan arviointia.
- *Avoimuus uusille kokemuksille* tarkoittaa oppimisessa kykyä avoimuuteen,

- uteliaisuuteen, ongelmien ja epävarmuuden sietoon sekä leikkimielisyyteen.
- *Joustavuus* on valmius tarvittaessa muuttaa tavoitteita ja opiskelutapoja sekä kokeilla uusia ratkaisutapoja.
 - *Itsenäisyys* tarkoittaa kriittisyyttä totuttuihin oppimisolosuhteisiin ja rohkeutta muuttaa niitä mielekkäiksi.
 - *Kyky tehdä yhteistyötä*, mihin kuuluu oppijan solidaarisuus ja kykenevyys oppimisyhteisössä avoimuuteen, molemminpuoliseen kunnioitukseen ja vastavuoroisuuteen perustuvaan vuorovaikutukseen. (Koro 1992, 46-47.)

2.3.3 Tutkiva oppiminen

Luonnollisen oppimisen piirteitä löytyy myös oppilaskeskeisestä tutkivasta oppimisesta, joka lähtee niinkään lapsen aikaisempien käsitysten ja ajatusmallien huomioimisesta. Oppilas ohjaa omaa oppimistaan asettaen itse ongelmia, joita ratkaistessaan hän rakentaa omia käsityksiä etsien samalla uutta tietoa. Prosessipainotteinen opetus tähtää lapsen itsenäiseen tiedonrakenteluun käyttäen keskeisesti yhteisöllisiä keinoja. Lapsia rohkaistaan kyselemään. Kysymyksethän syntyvät jo omaksutun tietorakenteen pohjalta. Yhteisen keskustelun kautta saavutetaan yhteinen, jaettu ymmärrys. Oppilaan toimiminen asiantuntijana tukee hänen itsetuntoaan ja motivaatiotaan. Prosessin kuluessa tiedon lisääntymisen rinnalla oppilaan todellisuutta hahmottavat käsitteet muuttuvat. Opettajan rooli tässä on ohjata oppilasta itse asettamaan ongelmia, luomaan omia selityksiä ja etsimään uusia ratkaisuja. Opettaja toimii enemmän yhteistyökumppanina kuin arvioijana. Opettaja tarjoaa selityksiä ja välineitä ongelmanratkaisuun auttaen oppilasta vähitellen selviytymään omillaan. Yksilöllisestä oppimisesta on hyvä pyrkiä yhteisölliseen oppimiseen, koska lapset oppivat jo osallistumalla yhteiseen paremmin sellaisiakin uusia ajattelun taitoja, jotka yksilölle olisivat vielä liian vaikeita. Tutkiva oppiminen kehittää monipuolisesti oppilaan ajattelua ja asiantuntijuutta. (Hakkarainen ym. 2000, 143-164 ja 199-221.)

2.3.4 Avoin opetus - avoin oppimisympäristö

Avoimelle opetukselle ei ole yleisesti hyväksyttyä täydellisen yksiselitteistä määritelmää. Yhtenä selityksenä tälle puutteelle on se, että ei haluta rajata avoimuutta tarkoilla määritteillä. Avoin opetus on prosessi, jota voi muuttaa joustavasti tilanteiden mukaan, erityisesti ajan, tilan, menetelmien, osallistujien ja oppiaineiden suhteen. Siinä oppilaat liikkuvat vapaasti huoneessa, ikä- ja sukupuoli-erot on ryhmistä poistettu ja traditionaalinen oppiainejako on väistynyt. (Hill 1975, 6.)

Avoin opetus on uusi avoimempi käsitys opetustapahtumasta ja -tilasta. Se on asenne opetuksen ja oppimisen tarkoituksista ja luonteesta, mutta myös lapsuuden, nuoruuden ja lopulta ihmisen luonteesta. Lapsuutta tulee vaalia ja arvostaa pitäen tärkeänä koulukokemusten laatua. Lapsille annetaan vapautta ja tuetaan vapautteen oppimista. Avoimessa opetuksessa luotetaan lapsen yksilölliseen kykyyn ja omaehtoiseen haluun oppia. (Silberman 1973, 297.)

Don Tunnel (1975) määrittelee avoimen opetuksen käytännön toiminnaksi, jota kuvaa neljä sääntöä.

Ensimmäinen, vapaussääntö, vaatii oppilaille omavalintaisia oppimistoimintoja. Tämä sisältää oletuksen, että oppilaat haluavat ja pystyvät tekemään tarkoituksenmukaisia valintoja. He eivät siis ole vapaita tekemään mitä tahansa haluavat, vaan vapaita valitsemaan opettavien toimintojen välillä.

Toinen, ympäristösääntö, vaatii oppimahdollisuuksista rikasta ympäristöä. Tämä on tärkeää avoimessa opetuksessa. Monipuolinen ja kiinnostava oppiympäristö ohjaa motivoituneiden ja rakentavien oppilaiden työskentelyä samalla vähentäen vahingollista ja tarkoituksetonta toimintaa.

Kolmas, yksilöllisen opettamisen sääntö, vaatii opettajilta oppilaille yksilöllistä ohjausta. Sen pitää perustua oppilaan kiinnostukseen, mutta kuitenkin ohjattava oppimista ja kasvatusta tarkoituksenmukaisesti.

Neljäs, kunnioittamissääntö, vaatii opettajia kunnioittamaan oppilaita. Kunnioitusta toteutetaan antamalla oppilaille huomattava määrä vapautta, pitämällä oppilaan kiinnostuksen kohteita ja ideoita tärkeinä, ottamalla oppilaan tunteet vakavasti sekä toimimalla tasavertaisuuden pohjalta. Tämä sääntö korostaa opettajan luottamusta oppilaaseen ja demokraattista ilmapiiriä. (Tunnell 1975, 17-19.)

Avoimessa opetuksessa koko luokkaa opetetaan mahdollisimman vähän yhdessä. Lapsien annetaan toteuttaa heitä kiinnostavia oppimistehtäviä. He saavat aktiivisesti tehdä tutkimuksia erilaisilla oppimismateriaaleilla luottamuksen ilmapiirissä. (Stephens 1974, 27.)

Pluckrosen (1975) kuvailun mukaan avoimessa opetuksessa tavoitteena on saada oppimisesta todellista ja nautittavaa. Siinä tulee ottaa huomioon oppimistarpeet ja tyydyttää ne. Avoin opetus pyrkii oppimisessa jatkuvuuteen. Se ammentaa motivaatiota uteliaisuudesta ja tavoitteena on myös tarjota oppilaalle menestymisen ja suoriutumisen tunteita. (Pluckrose 1975, 23-28)

Avoimella oppimisympäristöllä vastataan Tunnellin avoimen opetuksen ympäristösäännön rikkaan oppiympäristön vaatimukseen. Oppimisympäristö –käsite on jo sinällään kehittynyt korostamaan opiskelijan roolia itse aktiivisena oppijana. Oppimisympäristön tulee tukea oppimista mahdollisimman monipuolisesti ja se on avoin silloin, kun opiskelijalla on itse mahdollisuus valita siitä oppimistaan auttavat osat. Avoin ympäristö kasvattaa itsenäisyyteen ja vastuuseen. Avoimessa oppimisympäristössä oppimiseen sisältyy kiinteiden, ennalta määriteltyjen, tavoitteiden ohella spontaanin oheisoppimisen ja samalla luonnollisen oppimisen tavoite. Avoimessa ympäristössä työskentelyä ei voi etukäteen tarkkaan ennakoida ja oppilaat tarvitsevat vaihtelevasti opettajan ohjausta kohtaamissaan tilanteissa. Ohjaus on tarpeen varsinkin, jos oppilas ei pysty syystä tai toisesta suunnittelemaan omaa toimintaansa, sillä avoimuus edellyttää oppilaalta riittävää kypsyyttä. Tässä kypsyyks merkitsee vastuuta oppimisestaan, koska siihen oppilas on saanut vapauden opettajaltaan tai yhdessä oppimisessa ryhmältään. (Ks.Meisalo ym. 2000, 65-67.)

Meisalo ym. (2000, 67-68) jäsentävät avoimuudelle kolme ulottuvuutta. Ensimmäinen dimensio määrittelee toiminnan sitä avoimemmaksi, mitä enemmän oppija itse voi vaikuttaa tavoitteisiin ja ratkaisuihin. Tämä *human control* -ulottuvuus ilmentää vapautta. Toinen dimensio, *mental programming* –ulottuvuus, edellyttää oppijan ottavan vastuun oppimisestaan, toimintansa suunnittelusta ja ohjaamisesta. Tähän auttamaan tulee avoimuuden kolmas dimensio, *facilities* –ulottuvuus, joka merkitsee laajasti avointa oppimisympäristöä, kuten koulurakennusta ympäristöineen, opetusteknologiaa, materiaaleja ja välineitä. Myös opettaja ja oppilastoverit voidaan lukea avoimeen oppimisympäristöön.

Avoin opiskeluprosessi vaatii aktiivista opiskelijaa. Hän opiskelee sisäisen motivaation perusteella. Sisäinen motivaatio, oppimisen halu, kantaa eteenpäin vastuullisen sitoutumisen kanssa, kun oppimisesta ei tule ulkoiselle motivaatiolle tunnusomaista ulkoista palautetta. (Meisalo ym. 2000, 68.)

2.4 Opetuskokeilun tavoitteet ja tarkentuneet tutkimustehtävät

Tässä opetuskokeilussa tutkittiin keksinnön keksimistä projektityöskentelyllä LEGO/Logo –oppimisympäristössä. Tarkoituksena oli kokeilla keksimistä teknologiakasvatuksen yhtenä osana, jossa oppimista tapahtuisi luonnollisella tavalla itseohjautuvasti yhdessä toimien. Tavoitteena oli lisäksi keksimistoiminnalla saada sekä opettajalle että oppilaille kokemusta toimimisesta avoimessa oppimisympäristössä ja avoimella opetuksella yhdessä oppien tavoitella lasten tutkivaa oppimista.

Tutkimustehtävässä oli kaksi puolta. Toisaalta tutkittiin etnografisesti lähestyen tapaustutkimuksena oppilaan keksinnön tekemistä ja toisaalta siihen liittyviä didaktisia ja pedagogisia kokemuksia opettajan työn ja mahdollisesti myös opetussuunnitelman kehittämiseksi.

3 KEKSIMINEN LUOVANA ONGELMANRATKAISUNA

Keksiminen on ajatteluun perustuvaa henkistä toimintaa. Siihen sisältyy suunnittelua ja uuden luomista ongelmia ratkomalla. Keksiminen perustuu melkein aina intuitioon, oivallukseen. Kun oivallus ilmenee välähdyksenomaisena ymmärtämisenä, puhutaan ahaa-elämyksestä (Fuchs 1969, 248).

Keksintö on olennaisesti uusi tekninen laite, menetelmä tai tieteellinen periaate ja sen odotetaan täyttävän uuden tai tunnetun inhimillisen tarpeen. Keksintö (engl. invention) käsitteenä tarkoittaa tunnetun periaatteen soveltamista uuden tuotteen tai menetelmän luomiseen. Suomen kielessä löydös (engl. discovery) sisältyy keksintö -käsitteeseen. Löydös tarkoittaa luonnossa olevan ilmiön havaitsemista ja muotoilemista yleiseksi periaateeksi. Löydökset ovat usein virikkeitä uusille keksinnöille (invention). Perinteisesti keksintö on yleensä syntynyt yksityisen henkilön ajatustoiminnan ja kokeilujen tuloksena. Nykyisin yhä useammin keksinnöt ovat tutkijaryhmien tuotteita ja edellyttävät lisääntyvää, kansainvälistäkin yhteistyötä. (Anon. 1979, 269.)

Yleensä keksintöä tarvitaan jonkin epäkohdan poistamiseen. Tarve on hyvä lähtösykäys menestyvälle keksinnölle, jonka idea syntyy usein työn ja toiminnan yhteydessä. Paitsi tarpeesta voi keksintö syntyä uudesta tekniikasta ja perustiedosta, jota sovelletaan kekseliäästi ja yllättävästikin. Esimerkiksi avaruustutkimukseen liittyviä peruskeksintöjä sovelletaan ns. spin off -keksintöinä uusille alueille. Keksintöjä syntyy myös yhdistelemällä vanhoja ratkaisuja. Tunnetut keksinnöt toimivat yhdistelmäkeksintöjen taustatietona, josta sitten keksijä synnyttää uuden keksinnön. (Haavisto 1990, 16-18).

3.1 Luovan opetuksen historiaa

Tutkimuksen kohteena olevaa lasten keksimistäpahtumaa tarkastellaan koulun opetusmenetelmänä. Koska keksimistäpahtuma lähtee keskeisesti toiminnallisuudesta,

leikinomaisuudesta ja yhteistoiminnasta tavoitellen luovaa ongelmanratkaisua, historiakatsauksessa on poimintoja näihin liittyen.

Englantilainen taloustieteilijä William Petty esitti jo 1600-luvulla ajatuksia leikin ja lapsen luonnollisen kiinnostuksen asioihin edistävän tulevaan ammattiin valmistumista. Suunnittelemaansa kouluja hän nimittää "kirjalliseksi työtuviksi", joiden periaatteita näkyy sitten 1900-luvun työkouluajatuksissa. (Grue-Sörensen 1961a, 234-236; Bruhn 1985, 169-172.)

Pettyn aikalainen, kasvatuksen uranuurtaja Comenius piti leikkiä koulun esikuvana. Hänen mukaansa leikkiin sisältyvät liikunta, vapaa oma-aloitteisuus, yhdessäolo, omahaluiset järjestyssäännöt sekä oppimisen helppous esimerkein ja jäljittelyin. Comenius korostaa leikin lapsille tuottamaa iloa ja vaatii koulua "leikin työpajaksi". (Grue-Sörensen 1961a, 259.) Comenius perustelee opetusoppiaan luonnon esimerkein (Comenius 1928, 125-127, 131-145) ja siihen sisältyy luonnollisen oppimisen ajatuksia.

1700-luvulla valistusfilosofiataustainen filantropinistinen pedagogiikka vaati mieluisaa, leikinomaista oppimista. Oppiminen haluttiin miellyttäväksi ja houkuttelevaksi luonnollisella tavalla ja mahdollisimman paljon oppilaiden omiin kokemuksiin ja havaintoihin perustuen. Pedagogisesti kiinnostavia olivat böömiläisen Kindermannin perustamat koulut, joissa tuli useilla tunneilla lasten tehdä hyödyllistä ruumiillista työtä. Nämä böömiläiset koulut ovatkin työkoulupedagogiikan edeltäjiä. (Grue-Sörensen 1961a, 360-382.)

Filantropinismiin sisältyvän opetuksen lapsikeskeisyyden varsinaisena kehittäjänä pidetään sveitsiläistä Pestalozzia. Rousseau'n luontoon perustuvista kasvatusteorioista hänkin otti perustaa ajatuksilleen, vaikkakaan ei varauksettomasti. Pestalozzi oli deduktiivisesti etenevän opetuksen kannattaja. Hänen mielestä tulee oppimisessa kulkea hämäristä tyyppihavainnoista selkeisiin käsitteisiin järjestelmällisesti. (Grue-Sörensen 1961b, 24-33 ja Bruhn 1985, 268-273.)

Pestalozzin apulaisenakin 1800-luvun alussa toiminut saksalainen kasvatustieteilijä

Fröbel painotti leikin ja askartelun merkitystä lapsen kehityksessä. Fröbel katsoi niiden herättävän lapsen luontaisen toiminnallisuuden ja luomiskyvyn, jotka auttavat häntä kasvamaan sosiaalisesti yksilöksi. Hän laati leikkitehtäviä rakentaen niitä varten lapsille kehittäviä lelusarjoja, joilla lapsi leikki suunnitelman mukaisesti. Fröbelin mielestä toiminta on keskeistä ihmisen elämässä ja työ on leikin jatkoa. (Grue-Sörensen 1961b, 95-108; Bruhn 1985, 305-309.)

Opetusmenetelmien systemaattisen pohdinnan aloittajana pidetään samoihin aikoihin vaikuttanutta filosofi Johan Friedrich Herbartia. Hänen mukaan opetuksen piti rakentua etiikasta ja ajattelun psykologiasta johdettuun oppimistapahtuman malliin (Bruhn 1985, 280-291). Siinä rajoituttiin käsitteelliseen ajatteluun eikä juuri otettu huomioon kehityspsykologian näkökohtia eikä yksilöllisiä eroavuuksia.

Filosofi John Deweyn vaikutuksesta alettiin opetusmenetelmiin kiinnittää lisää huomiota 1890-luvulta. Työkouluun vivahtavia ajatuksia oli esiintynyt jo 1600-luvulta lähtien. Euroopassa 1900-luvun alkuvuosina luovuttiin Herbartin menetelmästä ja siirryttiin Deweyn ideoimaan työkoulupedagogiikkaan, toiminnallisuuteen. Hänen oppimisteorioissa ovat keskeisiä käsitteitä kokemus, harrastus ja ongelmanratkaisu. Deweyn kasvatusteoriaan perustuen William Kilpatrick kehitti projektimenetelmän, joka muodostuu oppilaiden ja opettajan yhteistoimin suunnittelemissa työkokonaisuuksista eli projekteista. Siinä perusajatuksena on, että oppilas itse asettaa tavoitteet ja ratkaisua vaativat ongelmat sekä suorittaa tulosten arvioinnin. Oppilaat joutuvat suorittamaan näin mahdollisimman täydellistä ajatustoimintaa. Työn aikana opitaan muutoinkin kuin älyllisessä mielessä. Tämä myötäoppiminen saa aikaan kasvatusta, joka on kokemusten jatkuvaa muokkaamista. Myötäoppiminen sisältää alueita, kuten asenteet muita kohtaan, harrastukset ja itseluottamus. (Kilpatrick 1926, 243, 291-292.) Myötäoppiminen on piirteiltään luonnollista oppimista.

Suomessa Uno Cygnaeuksen vaikutuksesta käsityö tuli yleissivistävän koulun pakolliseksi oppiaineeksi jo 1866, ensimmäisenä Euroopassa. Cygnaeuksen suunnittelema koululaitos vaikutti merkittävästi silloisen elinkeinoelämän kehittymiseen. Tälläkin oli vaikutuksia 1900-luvulla virinneeseen työkoululiikkeeseen. Sen merkittävimpiä edustajia oli

saksalainen Georg Kerschensteiner. Hänen uudistustavoitteina oli lähellä käytännöllistä elämää oleva koulu, joka vastaisi sekä lasten että yhteiskunnan tarpeita. Hänen mielestään älyllinen kehitys lapsuudessa tapahtuu parhaiten käsillä työskentelyn yhteydessä. Tämä vaikuttaa myönteisesti lasten luonteen kasvuun, kuten huolellisuuteen, tarkkuuteen, ahkeruuteen ja kärsivällisyyteen. Deweyltä vaikutteita saaneen Kerschensteinerin työkoulu toi opetuksen käytäntöön monia uudistuneita ilmiöitä. Oppilaiden havainto- ja tutkimuselosteet, hakuteoksien käyttö, koululeirit, ryhmätyöskentely ja askartelu alaluokilla ovat vahvasti jatkuvassa käytössä. Kerschensteinerin pedagogiikan ensisijainen päämäärä oli ammatti ja yhteiskunnallinen hyöty ja se kohdistui myöhäislapsuuteen. (Grue-Sörensen 1961b,264-276.)

Italialainen Maria Montessorin opetusmenetelmä tähdensi lasten vapautta ja omatoimisuutta. Hänen metodinsa perustui lasten herkkyykskausien merkitykseen yksilön kehittymisessä. Menetelmässä oli sopiva opetusympäristö toiminnallisine virikkeineen tärkeässä asemassa. (Grue-Sörensen 1961b, 276-293.)

Kun Kilpatrick pyrki empiirisillä tutkimuksillaan osoittamaan käyttökelpoiset opetussuunnitelmat ja -menetelmät oppimistulosten perusteella, niin Jenan kokeilukoulussa 1920-luvulta lähtien keskeisesti tutkittiin opetustapahtumaa ja sen sisäistä rakennetta. Peter Petersenin Jenan-suunnitelmassa tavoitteena oli tosiseikkatutkimuksen metodilla selvittää koko opetustilannetta sellaisenaan. Paneuduttiin oppilaan ja opettajan työskentelyyn ja suunnittelu kohdistui ensisijaisesti erilaisiin työmuotoihin ja sen jälkeen työmuotojen sisältöihin. (Petersen 1950, 96-124.)

Jenan kokeilukoulussa työskennellyt Elsa Köhler rajoittui tutkimaan oppilasta kasvatustilanteissa. Hänen opetusteoriassa opetusjärjestelyjen perustana oli lapsen aktiviteetti ja keskeisenä käsitteenä luova työ, jolle on ominaista päämääränasettelu, aikaansaannosten tarkastelu ja itsekritiikki. Oppilasta on ohjattava taipumustensa mukaisesti luovaan työskentelyyn. Tässä kasvatustilanteessa on huomioitava neljä tekijää: lapsi, ärsyke, aikuinen ja ryhmä. Näiden tekijöiden tarkastelulla Köhler perustelee luovan työn mukaisen opetustilanteen didaktisesti tarkoituksenmukaisimmaksi. (Köhler 1932, 24-76 ja 1936, 111-139.) Köhlerin mielestä didaktiikassa pitää pyrkiä luovaan

opetustapahtumaan. Oppilaiden kehitys leikin tasolta luovan työn tasolle on yksilöillä varsin erilainen ja hän toteaaakin heissä olevan luovan tyyppin ohella myös työtyyppejä ja järjestymättömiä tyypppejä (Köhler 1932, 129-130). Köhler nimittääkin sittemmin luovaa opetusta aktiivisuusopetuksiksi. Hän huomioi myös sosiaalisten suhteiden vaikuttavan luokan työskentelyn kautta oppilaiden kehitykseen (Köhler 1932, 177).

Steinerpedagogiikassa ja sitä edustavassa Waldorf -koulussa taide ja käden työ olivat keskeisessä asemassa. Rytmää korostavissa musiikissa, liikunnassa, piirustuksessa ja maalauksessa vedotaan luoviin ja tasoittaviin voimiin. (Bruhn 1985, 235-237.) Luovuus yhdistettiin pitkään taiteeseen, myöhemmin tieteeseen ja sitä alettiin tutkia kokeellisesti vasta vuonna 1950 J.P.Guilfordin pitämän luovuusluennon jälkeen. Ei-kokeellisella luovuustutkimuksella on kuitenkin juuret kaukana menneisyydessä. (Bach 1973, 7-15.)

3.2 Keksimisen prosessimalleja

Lasten keksintöprosessin lähtökohdat löytyvät luovan prosessin ja luovan ongelmanratkaisun prosessin kuvauksista.

Rossmannin kuva keksinnön (invention) syntymistä seitsenvaiheisella prosessilla:

1. tarpeen tai ongelman havaitseminen
2. ongelman muotoutuminen
3. soveltuvan tiedon seulonta
4. ratkaisujen muotoutuminen
5. ratkaisujen kriittinen tutkiminen
6. uusien ideoiden muotoutuminen
7. ideoiden kokeilu

Tämä malli täydentää mm. Deweyn ja Wallasin luovan prosessin (ongelmaratkaisun) kuvauksia. (Kivikko 1977, 31; Heikkilä 1981, 25; Ruth, 22-23.)

Keksinnön syntymisen olemukseen liittyvä kokeilun toistuvuus ja kehittelyn jatkuvuus

sisältyvät Kivikon (1977) ehdottamaan keksintöprosessiin, kymmenvaiheiseen Stanford Research Institutun prosessimalliin:

1. edeltävät vaiheet
2. kyseisen tarveryhmän tiedostaminen
3. ongelman määrittely
4. valmistautuminen ongelman ratkaisuun
5. kypsymisvaihe
6. oivaltaminen
7. todentaminen
8. ratkaisun muotoilu
9. ratkaisun 'myyminen' ympäristöön
10. korjauskierrokset

Tämän mallin vaiheet 8 ja 9 ovat keksinnön kehittelyä ympäristön mielipiteen pohjalta (Kivikko 1977, 31-32). Tällä prosessimallilla lähestytään innovaation prosessia, jossa keksintö otetaan hyödylliseen käyttöön.

Lasten keksimistapahtumaa voi lähestyä hyvin myös Heikkilän (1981) kehittelemän täydellisen luovan ongelmanratkaisun prosessinkuvauksen pohjalta. Se tukeutuu varsin monien tutkijoiden viisivaiheisiin prosessinkuvauksiin avoimista ongelmanratkaisuista.

Heikkilän nimeämät viisi vaihetta ovat:

1. tosiasioiden havaitseminen
2. ongelmien seulonta
3. vaihtoehtoisten ideoiden tuottaminen
4. tuotettujen ideoiden arviointi ja
5. ideoiden soveltaminen käytäntöön

(Heikkilä 1981, 32-60; Heikkilä 1983, 56.)

3.3 Luovuus keksimisen elementtinä

Luovuus on Hirsjärven (1983, 109) mukaan kyky keksiä uusia ratkaisuja ongelmiin tai kyky luoda uusia taiteellisia ilmaisumuotoja. Yksilöllä luovuutta on aina sellainen uuden

keksiminen, mitä hän itse ei ole aikaisemmin keksinyt, vaikka ratkaisu tai ilmaisumuoto olisi muutoin aikaisemmin keksitty.

Luovuus ymmärretään eri tavoin viitekehyksestä riippuen. Sen katsotaan olevan kaikille yhteinen ominaisuus, johon voidaan vaikuttaa siihen liittyvien kykyjen, ajattelutapojen ja asenteiden kautta. Luovuutta tarvitaan erityisesti uusissa ja muuttuvissa tilanteissa. (Sahlberg ym, 15-16.)

Bach (1973, 13) määrittelee luovuuden yksilön kyvyksi tuoda esiin uusia ja alkuperäisiä tuotteita ja ajatuksia. Torrancen (1966, 6) mukaan luovuus merkitsee prosessia, jossa yksilö tulee tietoiseksi vaikeuksista, ongelmista, aukoista tai puuttuvista elementeistä. Hän määrittelee, rajaa ja täsmentää ongelma-alueen. Yksilö kokeilee erilaisia ratkaisumalleja ja korjaa tekemiään oletuksiaan sekä ilmoittaa tuloksensa.

Ruthin (1984, 15-16) mukaan tutkimusten yhteydessä on laajasti hyväksytty määrittely, että luovuus on uuden, omaperäisenä pidetyn oivalluksen syntymä. Keskeisen ominaisuuden, omaperäisyyden lisäksi luovuudelle on tyypillistä joustavuus ja sujuvuus. Joustavuus on avoimuutta ja herkkyyttä ympäristölle sekä ajattelussa moniselitteisyyksien suvaitsemista ja monimutkaisuuden suosimista. Sujuvuus merkitsee luovassa ajatteluprosessissa valmiutta tuottaa ideoiden vuo ja muuttaa ajattelun suuntaa.

Kuitunen (1996, 2-3) määrittelee luovuuden sellaisen tuotteen aikaansaamiseksi, johon liittyy uutuus ja jolla on merkitystä ainakin tuotteen luojalle. Tutkijoihin perustuen luovan ajattelun ominaisuuksia ovat sujuvuus, joustavuus, alkuperäisyys ja jatkotyöstäminen. Näistä sujuvuus on muistiin varastoituneen tiedon esiin saamisen nopeus ja joustavuus uusissa lähestymistavoissa ajattelun esteiden ylittämisen helppous. Alkuperäisyys merkitsee epätavallisia tai harvinaisia ratkaisuja ja jatkotyöstäminen on kehittelyä monipiirteisemmäksi ja tarkemmaksi.

Tieteellisessä tutkimuksessa luovuuden käsitteen selkiyttämiseksi erotetaan yleensä vähintään neljä päämuuttujaa: persoona, prosessi, tuote ja paine (motivaatio) tai ympäristön paine (vrt. Bach 1973, 18-19; Ruth 1984, 16 ja Liikanen 1974, 110-110).

Luova persoona pystyy tuomaan esiin erityisen paljon uutta ja omaperäistä (Bach 1973, 13). Luovalle henkilölle on ominaista divergentti ajattelutapa eli hän tuottaa informaationsa pohjalta muuntuvia ja laadukkaita vaihtoehtoja. Lahjakkuus ja ajattelukyky määräävät paljolti luovuutta. Luova ihminen on omaperäinen, usein spontaani ja suosii monimutkaista. Luovuus edellyttää korkeaa aktivaatiotasoa ja luovaa suhtautumistapaa, jossa vaikuttaa vahvan itsetunnon piirteet. Luovaan asenteeseen liittyy myös halu joutua ymmälleen, vastakohtista nauttiminen ja hyvä keskittymiskyky. Luovan persoonan toiminta on usein yllätyksellistä ja hän motivoituu löytäessään saamastaan informaatiosta epäjohdonmukaisuuksia, epäselvyyksiä, ongelmia tai aukkoja. (Ruth 1984, 17.)

Luovassa prosessissa kootaan toisilleen etäisistä elementeistä uusia yhdistelmiä, jolloin syntyy tuote, jota voidaan pitää uutena ja arvokkaana, ainakin sen luoneelle henkilölle (Ruth 1984, 21- 22). Wallasin jo 1926 laatiman vaiheteorian mukaan luomisprosessista voidaan eritellä valmisteluvaihe, kehitysvaihe, keksimisvaihe ja todentamivaihe. Tämä on tullut tieteessä laajasti hyväksytyksi ja käytetyksi teoriapohjaksi. (Ks. esim. Bach 1973, 15-16; Heikkilä 1981, 24 ja Ruth 1984, 22.)

Luovuutta on yritetty mitata luovan prosessin tuotteen perusteella. Behavioristisesti lopputuotteen on oltava näkyvä ja mitattavissa, kun taas fenomenologisesti luovuus voi kuvastua ilmiöissä, jotka eivät ole objektiivisesti mitattavissa. Luomistuotteilla voi olla lukemattomia muotoja ja hahmoja, mikä vaikeuttaa arviointia. (Ruth 1984, 29-30.) Testien, havainnoinnin ja tuotearviointin täydentäjänä tulisi Bachin (1973, 41-42) mukaan soveltaa fenomenologista menetelmää ja luovaa prosessia määriteltävä tuotteesta riippumatta introspektiivisten havaintojen pohjalta. Luovan tuotteen ei aina tarvitse olla käyttökelpoinen, kunhan se on uusi ja omaperäinen sekä arvokas ja tärkeä tekijälleen tai hänen ympäristölleen (Ruth 1984, 31).

Luova paine viittaa ympäristön ja luovan yksilön välisiin suhteisiin. Tutkijoiden mukaan luovuutta edistävät ainakin virikerunsaus, muiden mielenkiinto, koulutus- ja työmahdollisuudet, yksilön taustatiedot alalta ja hyvät opettajat. Pakkotahtisuus ja suorituspakko ehkäisevät luovuutta. (Uusikylä 1994, 101.) Luovuuden monimuotoinen motivaatio voidaan määritellä tarpeina ja niiden keskinäisenä vuorovaikutuksena.

Tehtäväsuuntautuneesti motivoitunut yksilö etsii leikinomaisesti uusia ratkaisumalleja, kun taas minä -suuntautuneet ratkaisevat ongelmat perinteisin keinoin nopeasti saadakseen tunnustusta, mikä motiivina estää luovien ratkaisujen syntymistä. Minä -suuntautumisesta voidaan ratkaisun kuluessa siirtyä tehtäväsuuntautuvaan motiiviin tehtävän herättäessä kiinnostuksen. (Bach 1973, 88.) Bachin (1973, 116) mukaan olisi motivaatiosta ja tarpeiden emotionaalisista seurannaisista etsittävä luovuuden perusteita, sillä fenomenologisesti on helppo todeta tunnetilojen tärkeä merkitys luoville suorituksille.

Yksilön tai ryhmän kyky keksiä ongelmiin uusia ratkaisuja on siis luovuutta. Psykodynaaminen selitys katsoo luovan toiminnan tyydyttävän yksilön tarpeita. Defensiivisesti selitetään luovuuden olevan toteutumattomien toiveiden täyttämistä mielikuvituksessa, mikä ei kuitenkaan ole pakoa todellisuudesta, vaan maailman ymmärtämistä ja järjestelmällisempää hallintaa. Psykoanalyttisesti luova toiminta on tarpeiden jalostusta, joka muokkautuu tiedostamattomassa ja lähtee sisäisistä motiiveista inspiraatioina. Luovuutta selitetään myös itsensä toteuttamisella, jonka mukaan mahdollisuuksiaan käyttävä ihminen on luova ja näin jokaisella ihmisellä on edellytykset luovuuteen. (Ks. Saarinen ym.1989,91-94.)

Luovan yksilön havainnointi on monipuolista ja tarkan yksityiskohtaista. Hän ajattelee rationaalisesti, rakentaen ja yhdistellen tiedoista käsitteellisiä yleistyksiä. Ajattelu on pääasiassa divergoivaa, uusia menetelmiä ja ratkaisuja etsivää. Erityiskyvyt ja lahjakkuus edistävät luovuutta, mutta vasta otollisiin persoonallisuuspiirteisiin yhdistämällä ne saadaan paremmin käyttöön. Luovan yksilön luonteenpiirteisiin kuuluu rohkeus luopua totutuista, turvallisista ajatuksista ja uskallus ottaa riski epäonnistumisen uhallakin. Hänen olisi oltava empaattinen ja avoin vaikutteille, mutta tarvittaessa kyettävä pysymään kannassaan ympäristön paineessakin. Itseluottamus, pitkäjännitteisyys ja keskittymiskyky kuuluvat luovaan persoonallisuuteen. Empiirisesti tarkasteltuna luovat yksilöt ovat mm. uteliaita, aloitteellisia ja riippumattomia. (Ks. Saarinen ym. 1989, 94-96.)

Merikallio-Nyberg (1974) tarkastelee luovuuden luonnetta luovan teon käsitteen kautta. Intentionaaliossa teossa on ensin aikomuksen sisältävä sisäinen puoli ja sitten teon suoritus, ulkoinen puoli. Intentionaaliseen tekoon liittyvä suunnitelma voi muotoutua

myös tekoa tehtäessä. Silloin tekoa kehitellään avoimen idean johtamana joko uuteen aikomukseen, sisäiseen luovaan tekoon tai uuteen konkreettiseen suoritukseen, ulkoiseen luovaan tekoon. Luovan teon ulkoinen puoli on aina sisäisen puolen ilmentymä, eikä luova teko voi olla siten pelkästään ulkoinen. Sisäisen teon aikomus saattaa jo yksin olla uutta sisältävä luova teko, mutta tavallisesti ulkoinen puoli on auttamassa sisäisen puolen kehittymistä. Luovassa teossa totaalinen intentio, tekoon kohdistuva kokonaisvaltainen pyrkimys, ei välttämättä aiheuta teon suorittamista, kuten tavallisessa teossa. Luova teko on intentionaalisempi kuin tavallinen teko. Luovaan tekoon on keskityttävä paremmin, koska sen eri puolien intentiot toimivat samanaikaisesti tekoa kehiteltäessä. Tavallisessa teossa sisäinen ja ulkoinen intentio on peräkkäistä. Luova teko tapahtuu intentioiden varassa ja siinä kohdattavat ongelmat ratkaistaan oivalluksilla, mikä inspiroi jatkamaan toimintaa. Inspiraatio liittyy läheisesti luovan teon intentioihin. (Merikallio-Nyberg 1974, 98-105.)

Merikallio-Nybergin (1974, 105-107) mukaan luovista teoista rakentuvaan luovaan toimintaan kuuluu jatkuvuus, palkitseva työn ilo ja mielikuvituksesta kumpuava kekseliäisyys. Luova toiminta etsii dynaamista, innostavaa ja rohkaisevaa vuorovaikutusta. Tämä puuttuu tavallisesta intentionaalisesta teosta. Merikallio-Nyberg jakaa luovat teot produktiivisiin ja esittäviin luoviin tekoihin sekä luovaan vastaanottamiseen. Koulutyön kannalta tämä jako laventaa rohkaisevasti mahdollisuuksia monipuoliseen luovan toiminnan käyttöön opetuksessa ja pääsemistä luovan oppimisen tavoitteeseen.

Heikkilä (1981, 24-31) hahmottaa luovan oppimisprosessin klassisten innovaatio-prosessien ja lasten luovan opettamisen synteeseinä, jota Sahlberg ym (1993, 19-22) ovat syventäneet koulun näkökulmalla. Luovassa oppimisprosessissa

- oppilaan on tultava ongelmaherkäksi. Tämä ensimmäinen sekava, 'mess' -tyyppinen vaihe on usein vaikein ja sisältää ongelman löytämisen tai tunnistamisen mieluiten oppilaan itsensä seulomana.
- esiintyvät ongelmat tulee tajuta aukollisina, jolloin taataan jatkuva luova vireystila sekä hermojärjestelmän syvempien kerrosten mukaantulo ja divergointi,

vaihtoehtoisten ideoiden tuottaminen saa vauhtia.

- on reaalisesti tunnistettava omat kokemukset, joita on pystyttävä seulomaan esille ja hyödyntämään. Ne jäävät alitajuiselle alueelle, ellei turvata vapaata ajatusten lentoa ja psykologisesti hyväksyvää ilmapiiriä. Usein vaikea itseanalyysi edellyttää henkistä kypsyyttä ja itse tuotetuille ideoille pitäisi aina saada positiivista vahvistusta. Tällä vaiheella saavutetaan persoonallista otetta luovaan ongelmanratkaisuun.

- käytettävissä olevat ajattelun elementit sekä ympäristön tarjoamat mahdollisuudet on tajuttava joustavasti, jolloin edellisen vaiheen omien kokemusten kanssa syntyy vuorovaikutusta ja hedelmällistä integraatiota. Tässä ei toisteta aikaisempaa tietoa ja kokemusta sellaisenaan, vaan yhdistellään se ympäristön tarjoamiin mahdollisuuksiin. Päästään uuteen näkemykseen ja orientoitumiseen ongelmanratkaisutilanteessa. Samalla taataan luovaa uuden oppimista, missä käytetään koko hermojärjestelmää ja vahvistetaan persoonallisuutta tapahtumassa.

- on tehtävä hypoteeseja käytettävissä olevan ja edellisen vaiheen vapaista ideoista saadun tiedon varassa. Myöhemmin hypoteeseja voidaan analysoida ja testata. Tässä vaiheessa on varottava arvostelua ja yksipuolisten päätelmien tekoa, jotta ajattelun joustavuus ja uusien ideoiden virta toteutuisi.

- oppilas ratkaisee ongelmat omaleimaisesti, jolloin opettajan tuettava ja siedettävä oppilaan yksilöllisyyttä. Kaikki tavat oppia on sallittava ja kehoitettava käyttämään erilaisia lähestymistapoja. Joku saattaa löytää yhtä hyvän ratkaisun yrittämällä ja erehtymällä kuin toinen leikkimällä, kyselemällä, havainnoimalla, päättelemällä tai jopa arvaamalla. Omaleimainen ongelman ratkaisu saattaa syntyä kaukaisellakin assosiaatiolla, ajatusmallilla.

- oppilaan tulee saada kommunikoida tuotteellaan, jotta välttyään väärinymmärryksiltä toisten arviointivaiheessa. Tämä on oleellinen osa luovan ongelmanratkaisun

prosessia. Kysymyksessä on samalla interaktioproessi, joka kehitetään luovan ongelmanratkaisun tilanteilla. Oppilas peilaa persoonallista otettaan ympäristöönsä, joka ei yksistään ole muuttamassa häntä, vaan hänellä on myös oikeus vaikuttaa ympäristöönsä.

- ratkaisut testataan ja mahdollisesti modifioidaan, mikä tapahtuu yleensä subjektiivisena arviointina opettajan ja oppilastovereiden toimesta. Oppilas odottaa välitöntä arviointipalautetta tuotteelleen. Rakentava arviointi herättää helposti uusia ajatuksia ideoiden muokkaamiseksi ja jatkokehittelyksi ja lisää syvempää sekä helpompaa persoonallista tuottamista seuraavalla kerralla. Tuomitseva arviointi vähentää ideaherkkyyttä sekä helpottaa palaamista toistavaan ja jäljentävään oppimiseen.

Heikkilä (1981, 31) huomauttaa vielä, että ongelmanratkaisuprosesseissa on huomattavaa persoonallista vaihtelua eli eri vaiheita voi ylittää 'äänettömästi' ja Kuitusen (1996, 2) mukaan vaiheet ei välttämättä etene numerojärjestyksessä.

4 OPETUSKOKEILUN JA TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

4.1 Metodologiset perusteet

Tämä tutkimus on kvalitatiivinen tapaustutkimus. Syrjälä katsoo, että yhtenäistä tapaustutkimuksen määritelmää ei ole mahdollista esittää, mutta olennaista siinä on kohdistuminen nykyhetkeen ja tapahtuminen todellisessa tilanteessa (Syrjälä 1994, 11). Kvalitatiivisuus tässä tutkimuksessa tarkoittaa kuvailevaa tutkimusta, mutta myös ilmiöiden selittämistä historiantutkimuksen tapaan. Tapauksen ymmärtäminen edellyttää usein menneisyyden tarkastelua.

Kvalitatiivinen tutkimus on yksinkertaisesti aineiston ja analyysin kuvausta, mikä sisältää soveltaen myös kvantitatiivisia keinoja (Eskola & Suoranta 1998, 13). Muutoin kvalitatiivisuus yleisesti määritellään vastakkaiseksi kvantitatiivisuudelle. Laadullisen tutkimuksen tunnusmerkkejä ovat aineistonkeruumenetelmä, tutkittavien näkökulma, harkinnanvarainen tai teoreettinen otanta, aineiston laadullinen - induktiivinen analyysi, hypoteesittomuus, tutkimuksen tyyli ja esitystapa, tutkijan asema sekä narratiivisuus (Eskola & Suoranta 1998, 15).

Aineistonkeruumenetelmänä lasten keksimistä tutkiessani ovat lasten päiväkirjat toiminnastaan, kirjoitelmat, arvioinnit omasta ja muiden töistä sekä omat muistiinpanoni, joita käytän varsinaisesti apuna analyysissä ja tulkinnessa, mutta en varsinaisena aineistona. Aineisto on siis laadullista, sillä se on tekstiä. Tutkimussuunnitelmani on hyvässä laadullisessa tutkimuksessa usein lähtöisin aineistonkeruusta ja se voi muuttua tutkimusprosessin aikana. Tällainen avoin tutkimussuunnitelma kietoo tutkimusvaiheita yhteen ja tutkimuksessa saatetaan löytää spiraalimaisella kierrolla uusia merkityksiä (Ahonen 1994, 125). Tuolloin suunnitelmaa, jopa tutkimusongelmaa saatetaan joutua tarkistamaan (Eskola & Suoranta 1998, 15-16).

Tutkittavien keksimisnäkökulmat saan selville aineistosta. Pyrin tietenkin tavoittamaan mahdollisimman objektiivisesti heidän näkökulmansa koko ajan naturalistinen ote

mielessä. Opettajana olen mukana koko ajan toiminnassa, mikä saattaa vähentää objektiivisuutta tutkijana. Kun laadullisessa tutkimuksessa katsotaan objektiivisuuden vaatimuksen täyttyvän subjektiivisuuden tunnistamisesta, tiedostamisesta, ei osallistuvuus välttämättä vähennä luotettavuutta. (Eskola & Suoranta 1998, 16-18.)

Käytän tutkimuksessani harkinnanvaraista otantaa, näytettä. Se on suhteellisen pieni. Koska tutkimuksessa keskitytään laatuun eli antamaan historiallinen tarkka kuva tapauksesta, ei tieteellisyyden kriteeriä tarvitse täyttää määrällä eikä satunnaisuudella (ks. Eskola & Suoranta 1998, 61-62).

Analyysissä pyrin lähtemään liikkeelle aineistosta ilman ennakkomieltä ja erityisiä määritelmiä. Aineiston merkityksillä ja tulkinnalla haen yhteyksiä teoriaan. Tämä merkitsee myös hypoteesittomuutta eli tiukkoja ennakko-olettamuksia en tutkimukselleni aseta. Hypoteeseja saattaa tutkimuksen tuloksena syntyä paremmin, kun ennakoita ei säätele liiallisilla rajauksilla ajatteluaan. Induktiivinen päättelyhän tarkoittaa lainalaisuuden johtamista yksittäisestä tapauksesta. Työhypoteeseja on suotavaa käyttää. (Vrt. Eskola & Suoranta 1998, 19-20.)

Tutkijan asema laadullisessa tutkimuksessa on toiminnassa vapaampaa kuin tilastollisessa. Tutkija voi käyttää mielikuvitustaan ratkaisuisissaan, mutta niistä on kerrottava lukijalle luotettavuudenkin takia. Tämä asettaa vaatimuksia tutkijalle, mutta onnistuessaan laadullinen tutkimus voi olla solmunaukaisija tutkimuksen menetelmällisiin umpikujiin. (Eskola & Suoranta 1998, 20-21.)

Rakennan tutkimusselostusta narratiivisesti. Tarinamuodolla jäsentyy lasten keksimistapahtuma ennakkoon selkeimmin. Narratiivisuuden sisältöä on ihmisenä oleminen ja eläminen. Lasten keksimistapahtuma on tätä parhaimmillaan. Aineiston tematisoinnilla ja narratiivisella näkökulmalla rakennettu tutkimusselostus pyrkii ymmärrettävyyteen ja luettavuuteen. Narratiivisuuden, juonellisuuden näkökulma voi auttaa aineiston analysointia. Tällöin käytetään ns. narratiivista analyysimenetelmää. Narratiivinen tutkimusseloste kertoo aineiston lisäksi myös tutkijasta. (Eskola & Suoranta 1998, 22-24.)

Toimintatutkimusta tässä lasten keksimistapauksessa on opettajan työ ja sen kehittäminen sekä oppilaitten toiminta. Etnografista tutkimussuuntausta edustaa lasten toiminta yksilönä ja ryhmänä keksimistoiminnassa. Tulkinnassa mukaan tulee fenomenografinen lähestyminen lasten keksimistapahtumaan.

4.2 Keksimisprojektin kuvaus ja aineiston hankinta

Tässä tutkimuksessa tutustuttiin lasten keksimistapahtumaan heidän omien keksimiskokemustensa kautta. Tutkimushenkilöinä oli 18 oppilasta peruskoulun 3-6 -luokalta, yhdysluokalta. Oppilaista viisi oli kolmas-, neljä neljäs-, viisi viides- ja neljä kuudesluokkalaista. Tyttöjä oli seitsemän ja poikia yksitoista. Kaikki oppilaat olivat luokkani oppilaita, joten tutkijana olin samalla opettajana tutkittaville. Keksimisprojekti tehtiin keväällä noin kuukauden aikana LEGO/Logo -oppimisympäristössä. Siinä oppilaat saivat vapaasti muodostaa työskentelyryhmät. Yksinkin sai toimia. Tässä vapaudella pyrin ennakoita toimintakykyisyyteen olettaen, että sosiaalisesti toisensa hyväksyvät muodostavat toimivamman ryhmän. Ryhmiin tuli joko poikia tai tyttöjä. Yhtään sekaryhmää ei muodostunut. Kaksi poikaa halusi työskennellä yksin.

Projekti aloitettiin tutustumalla LEGO/Logo -välineisiin. Legopalikat olivat oppilaille tutut. LEGO/Logoon kuuluvia elementtejä ja niiden toimintaa kokeiltiin yhdellä oppitunnilla opettajan johdolla. Toisella oppitunnilla opiskeltiin ohjelmoinnin tärkeimpiä englanninkielisiä käskyjä ja ohjelmoinnin rakennetta vain yksittäisillä tunnistimilla ja elementeillä. Tarkoitus oli jättää välineistön käytön oppiminen oman keksinnön tekemisen yhteyteen luonnollisella oppimisella. Oppilaat saivat vapaasti hankkia tietoja keksintöönsä varten. Opettaja ei antanut ideoita varsinaiseen keksintöön, mutta opetti pyydettyä LEGO/Logo -välineiden ominaisuuksia.

Tutkimusaineisto koostuu oppilaiden taustatiedoista, keksintöpäiväkirjoista, kirjoitelmista ja keksintöjen arvioinneista. Taustatiedoiksi analyysia silmälläpitäen kysyin ennen projektin alkua oppilailta vastauksia viiteen kysymykseen. Näillä kysymyksillä kartoitin

tietokoneen ja legojen tuntemusta, aikaisempaa käyttöä ja kokemuksia. Puhtaaksikirjoitettuna taustatietovastauksia kertyi viisi liuskaa.

Päiväkirjoissa kehotin kertomaan keksimiseen liittyvistä tapahtumista toimintahetkittäin suunnittelusta alkaen. Joitakin keksintöjä tehtiin niin intensiivisesti, että päiväkirjan pito jäi toissijaiseksi. Kuitenkin pisimmälle keksimiseen uppoutuneet ryhmät paneutuivat hyvin päiväkirjoihinsakin. Puhtaaksikirjoitettuna päiväkirjoja kertyi 11 liuskaa yhdeksästä keksinnöstä.

Kirjoitelmia kirjoitettiin kahdessa vaiheessa, keväällä heti projektin päättyessä ja syksyllä koulun alkaessa. Aiheena oli keväällä "Ajatuksia keksimisestä LEGO/Logoilla" ja syksyllä "Tein keksinnön". Syksyn kirjoitelmalla halusin saada selville muistiin jääneitä ja syventyneitä ajatuksia keksimistapauksesta. Puhtaaksikirjoitettuja kirjoitelmia kertyi kuusi liuskaa.

Oman keksinnön arvioinnin suorittivat kaikki oppilaat. Niitä koostui yhteensä kolme liuskaa. Jokainen antoi myös jokaisesta toisten keksinnöstä vähintään yhden myönteisen ja yhden kielteisen arvion. Näitä kertyi viiden liuskan verran.

Projektiin kuului keksintöjen esittelytilaisuus muille oppilaille. Siinä keksintöjä demonstroitiin toiminnassa ja toiset oppilaat haastattelivat keksijöitä. Esittelyt videoitiin ja katsottiin esityksiä arvioiden. Nauhoitin keksimistyöskentelyyn liittyvää äänimateriaalia oman tarkkailun tueksi analyysia varten.

Miten näillä tehdään?

Kenttätyö alkoi LEGO/Logo -oppimisympäristön esittelyllä ja sen toiminnan lyhyellä opetusjaksolla. LEGO/Logon esittelyssä käytiin erilaiset komponentit läpi kertauksenomaisesti ja varsin nopeasti, koska ne olivat enimmältään jo tuttuja. Anturit, laitteet ja tietokonekytkennät demonstroitiin tuulettimen malliohjelmoinnin yhteydessä. Samalla tutustuttiin myös alustavasti keskeisiin logokäskyihin ja ohjelmointiin Lego

Control Lab Perusteet -oppaan avulla. Tämä ohjekirja oli projektissa sitten käytettävissä omatoimisten lisätietojen lähteenä. Opetusjakso oli tarkoituksellisesti lyhyt ja demonstroiva, jotta oppilaan omatoimisuudelle olisi jäänyt paljon tilaa keksivän ja luonnollisen oppimisen periaatteen mukaisesti. Tavoitteena oli uteliaan motivaation herättäminen. Opetusjakso kesti yhden oppitunnin erikseen 3-4 -luokkalaisille ja 5-6 -luokkalaisille.

Saako aloittaa?

Keksimisprojektin alussa tiedotin oppilaille keskeiset toimintaohjeet ja -periaatteet. Ohjeissa korostin vapautta ja avointa ilmapiiriä. Työn piti tapahtua kuitenkin koulun atk-luokassa, jotta komponentit pysyisivät tallessa, olisivat vaivattomasti saatavissa ja toimintakokeilut kätevästi järjestettävissä. Ohjeisiin kuuluivat ehdotukset projektin vaiheiksi, aikatauluksi, ajankäytöksi ja toiminnan järjestelyiksi. Työskentelyn sujumiseksi kerrattiin ohjeet ja keskusteltiin järjestelmällisyyden, toisten huomioimisen ja vastuullisuuden merkityksestä yhteistoiminnassa.

Alatko sinä minun kanssa?

Vapaa ryhmien muodostuminen tapahtui nopeasti ja ryhmät näyttivät rakentuvan pääosin kaverisuhteiden perusteella. Yhtään tyttöjen ja poikien sekaryhmää ei syntynyt. Kaksi poikaa työskenteli yksin ja muut muodostivat kaksi kolmen ja viisi kahden oppilaan ryhmää. Kukaan 3-4 -vuosiluokkalaisista ei ollut 5-6 -vuosiluokkalaisten kanssa samassa ryhmässä, mikä helpotti ajankäyttöä muusta koulutyöstä. Yksin työskennelleistä toinen oli neljännellä ja toinen kuudennella vuosiluokalla.

Mitä tehtäisiin?

Oppilaat saivat vapaasti suunnitella keksintönsä ja päättää toteutuksesta. Ennak-

kosuunnitelmaa ei siis vaadittu. Tehdyt suunnitelmat pyydettiin kirjaamaan päiväkirjaan. Kirjaaminen koettiin kiusallisen hidastavaksi ja toteutettiin lyhyesti ja luettelomaisesti. Suunnittelua suoritettiin kyllä intensiivisesti pohtien ja keskustellen, mutta muistiinpanoja ei haluttu tehdä. Ohjelmoinnissa muutamat ryhmät tekivät väliaikaisia muistiinpanoja tietokoneelle työn jatkon sujumiseksi. Yleisesti suunnittelu yhdistyi ideointiin ja tapahtui varsinaisen keksimisen ja toteutuksen kanssa rinnakkain. Ennakkoasenne LEGO/Logo -välineistöön vaikutti selvästi projektin käynnistymiseen. Ne, joilla oli kokemusta ja ennalta kiinnostus Legoihin, aloittivat vauhdilla työskentelyn. Suunnitelmat syntyivät nopeasti ideaehdotuksiin. Muutamilla viidennen ja kuudennen luokan oppilaille lähinnä väheksyvä asenne opetusvälineeseen vaikeutti työn suunnittelua ja myöhemmin keksinnön tekemistäkin.

Tehdäänkin sellainen, että...

Keksinnön tekemiseen oppilaille ei annettu valmiita ongelmia. Tavoitteena oli luova ongelmanratkaisu ja luonnollinen oppiminen avoimessa oppimisympäristössä. Oppilaat loivat itse ongelmansa ja niiden ratkaisemiseksi saivat hakea avoimesti apua, tietoa ja keinoja kaikkialta. Opettaja toimi tukena ja opastajana tarvittaessa. Oppilaat joutuivat keksintöään tehdessään jatkuvasti analysoimaan ja arvioimaan työtään ja ratkaisujaan. Keksinnöt kehittyivät ideoinnin, rakentelun, kokeilujen ja korjauksien kautta.

Rakentelu alkoi innostuneesti. Jatkossa innostusta laimensi tuotosten hajoileminen, mikä kuitenkin johti kehittämään kestävämpiä rakenteita. Rakentelua rajoitti jonkin verran välineistön määrä, kun koko luokka toimi samanaikaisesti. Rajallisilla resursseilla toimiminen kuitenkin vaati sekin kekseliäisyyttä. Jotkut oppilaista olisivat tuoneet kotoaan lisää ja monipuolisempia komponentteja rakentelusarjoihin, mutta tähän opettaja suhtautui nihkeästi välineiden sekaantumisen takia. Työskentelyssä alun huudahtelujen sävyttämän päälle puhumisen vaiheen jälkeen puheäänit harventuivat ja tilalle tuli riemunpurkauksien säestämät laitekokeilujen äänet. Komponenttien omistuksesta syntyi muutamia riitatilanteita ryhmien välille.

Toimintakokeilut ja ohjelmointi nivoutuivat käytännössä samanaikaisiksi. Tietokoneelle pääsyä odotellessa monet ryhmät valmistelivat ohjelmointia. Muutamat tekivät sitä tietokoneellaan kotonakin ja levykkeellä siirsivät ohjelman koululla kokeiltavaksi. Tavoitteena oli, että jokaisessa keksinnössä olisi vähintään kaksi aliohjelmaa yhdistettynä pääohjelmaksi. Tämä varmisti Logoon tutustumista ja siitä oppimista. Kaikki oppivat tekemään aliohjelmia ja useimmat ryhmät toimimaan pääohjelmillakin. Luontaisesti edettiin helposta vaikeampaan. Vaikeustasoa kukin lisäsi omatoimisesti onnistumisien myötä huomaamattaan. Ohjelmointi koettiin alussa vaikeaksi lähinnä ennakkoasenteista johtuen. Kun ensimmäinen aliohjelma saatiin onnistumaan, jatko sujuikin paremmin. Tässä elämyksellinen oppiminen motivoi uuden etsimiseen.

Mutta valmiiksipa tuli!

Keksijäryhmät esittelivät valmiit tai tavoiteaikaan kehitellyt keksintönsä muille oppilaille. Esittelyt videoitiin ja niitä arvioitiin äidinkielen tunnilla. Esittelytavat sai valita vapaasti. Kaikki demonstroivat käyttäen apuna sekä tietokonetta että piirtoheitintä tai monisteita. Kuuntelijoiden kysymykset herättivät antoisaa keskustelua, mikä pohjusti keksintöjen arviointia. Keksintöjä valmistauduttiin esittelemään myös kevätjuhlan yhteydessä järjestetyssä kouluvuoden toiminnan näyttelyssä. Kaikki keksinnöt olivat esillä, mutta esittely toteutui kunnolla vain kahden osalta näyttelyajan puitteissa.

Plussaa ja miinusta

Kukin oppilas arvioi ensin oman keksintönsä vapaalla tavalla. Toisten keksintöjen arviointitavaksi opettaja esitti jakoa myönteisiin ja kielteisiin ominaisuuksiin. Arvioinneista tuli persoonallisia ja oppilaiden omia lähtökohtia kuvaavia. Omakohtaiset kokemukset keksimisestä lisäsivät tunnetta ammatillisesta asiantuntijuudesta arvioijina, mikä viritti spontaaneja arviointikeskusteluja ja oman keksinnön arvon tunnistamisen arvostuksen kautta suuntauduttiin itsearvioiviinkin mielipiteisiin rohkeammin.

4.3 Aineiston käsittelyn taustaa

4.3.1 Opettajan kehittämistutkimus lasten keksimisprojektissa

Kehittämisessä on kysymys muutoksesta. Toimintatutkimus avaa uusia mahdollisuuksia oppia ja saada yhdessä aikaan muutosta (Syrjälä 1994, 25). Pysin toimintatutkimuksella lasten keksimisestä hankkimaan itselleni paremmat valmiudet tutkia omaa työtäni ja samalla tutustua tutkimisen menetelmiin. Katson sen olevan tärkeä osa opettajan ammattitaitoa erityisesti nopeasti kehittyvän yhteiskunnan takia. Opettaja saa uusia ajatuksia, käsitteitä ja taitoja käsitelläkseen muutoksia hyödyllisellä tavalla sekä samalla opettaja selkeyttää työnsä tiedonkäsityksiä ja arvoja (Syrjälä 1994, 25-26).

Toimintatutkimuksen eteneminen on pohdinnan, keskustelun ja neuvottelun vaiheittaista prosessia. Tätä sovellan lasten keksimisprojektissa tavoitteena toimia lasten kanssa mahdollisimman tasavertaisesti ryhmässä, kuitenkin en keksijänä. Koska toimintatutkimus on tilanne- ja ympäristökeskeistä sekä usein ihmisten yhteistä ongelmanratkaisua, se sopii tähän tutkimusprojektiin, tässä tapauksessa kuitenkin enemmän oppilaitten tasolle. Tutkimus on praktinen. Siinä luotetaan osallistujien kykyyn tehdä omia päätöksiä ja kehittää toimintaa harkintansa mukaan. (Ks. Syrjälä 1994, 31-32.)

Tutkija on toimintatutkimuksessa osa tutkimuskohdetta ja koska hän aktivoi toimijia itse työnsä analyysiin ja kehittämiseen, on tutkimus osallistava tutkimus, päämääränä yhteinen oppimisprosessi. Muutos alkaa ja jatkuu osallistumalla yhteiseen toimintaan. Keskeinen tehtävä tämän muutoksen ohjaamisessa on reflektioivalla ajattelulla. Siinä omien ajatusten ja käsitteiden pohdinnalla jäsenetään uutta omaa todellisuutta ja kriittisellä tarkastelulla pyritään parempaan itseymmärrykseen. Arviointi ja itsearviointi ovat reflektion käyttövoimaa. Kriittisen reflektion tasolla kyseenalaistetaan. Oppilaiden kriittisyyden voi nähdä apuna opettajan omassa kehittämisprosessissa. (Syrjälä 1994, 35-39.) Opettajana ja tutkijana pyrin huomioimaan erityisesti reflektion tulkinnallisen tason, mitä yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisu auttaa.

Toimintatutkimuksessani yhdistyy opettaminen ja tutkiminen. Ongelmaksi voi tulla subjektiivisiin tarkasteluihin johtava opettaja - oppilassuhde. Triangulaatiolla, mm. erilaisilla oppilaiden palautteilla, lisääntyy luotettavuus ja mahdollistuu objektiivisempi analyysi ja pohdinta. Vahvuuksia opettajan kehittymiselle lasten keksimisprojektin tutkimuksessa ovat toimivat suhteet tutkittaviin, läheiset tunteet ja tunteminen erittelevät tarkemmin havaintoja, kun tilanteista on jo ennalta kokemusta.

4.3.2 Etnografinen tutkimussuuntaus lasten keksimisprojektissa

Etnografinen lähestyminen opetuksen tutkimisessa alkoi nousta vastaliikkeenä kvantitatiivisille menetelmille 1960-luvun lopulta. Usein yksipuolisiksi arvioitujen psykometriikan, survey -tekniikoiden ja systemaattisen havainnoinnin tilalle alkoi tulla symbolinen interaktionismi, fenomenologia, sosiaalinen ja kulttuurinen antropologia tutkimuksien näkökulmiksi. Tälle pohjalle perustuu etnografinen tutkimuskin, opetuksen tutkimuksessa kouluetnografia. (Syrjäläinen 1994, 71-73.)

Etnografisen tutkimuksen kenttätyövaiheessa kerätään aineistoa lähinnä observoinneilla ja haastatteluilla. Keskeistä on ilmiön sisältö, tutkittavien kokemukset ja kontekstit. Niiden avulla tutkija pyrkii löytämään ja ymmärtämään merkityksiä. Tämä ymmärryksen lisääminen, ajattelun ja keskustelun rikastuttaminen ovat etnografiassa tavoitteena. Omassa tutkimuksessani oppilaiden kirjoitelmissa ja päiväkirjoissa kertomat kokemukset keksimisprojektista antavat tietoa keksimisen sisällön käyttämisestä opetuksessa. Tutkijan on muistettava pureutua erityisesti konteksteihin löytääkseen näiden merkityksien avulla syvempää ymmärrystä lasten keksimisestä. Siinä tullaan jo lähelle fenomenografista tutkimusta. Tavoitteenani on lähestyä opetuksen tutkimista etnografisesti, mihin sisältyy myös fenomenologiaa ja symbolista interaktionismia. Viimeksi mainittuhan korostaa tutkittavien tulkintojen merkitystä tilanteissa. Tulkinnat ohjaavat ihmisten toimintaa ja päätöksentekoa. Näissä tulkinnoissa on kulttuurin vaikutus huomioitava, sillä ihmisen toiminnan tulostahan kulttuuri on ja se muovaa edelleen ihmistä erityisesti kielen

välityksellä. Kielen merkitys korostuu. (Ks. Syrjäläinen 1994, 74-76.)

Kvalitatiivinen tutkimus on yleensä taustaltaan monitieteistä. Näin käsitteistökin on helposti kirjavaa ja usein tulkinnallista. Etnografisen tutkimuksen yleistettävyyden ja luotettavuuden riippuu paljon siitä, miten selkeästi on tutkijan ihmis-, todellisuus- ja tietokäsitys ilmaistu. Lapsia tutkiessani otan ihmis- ja todellisuustaustaksi fenomenologisen käsityksen, että ihminen tietää maailmasta kokemuksen kautta ja on aktiivinen, tavoitteellinen, tunteellinen, suunnitteleva ja asioita arvottava. Todellisuus hahmottuu kuitenkin epäsuorasti ihmismielen prosessien kautta. Tähän liittyen epistemologisesti, tieto-opillisesti tieto perustuu tutkijan käsitykseen ja tavoittelee inhimillistä ymmärtämistä. Tieto on subjektiivista ja arvosidonnaista, samalla rajallista. Tutkimustapauksessani tieto on keksivien lasten subjektiivinen, heidän kulttuurinsa ja arvomaailmansa tieto. Tutkijan tiedon kanssa se ei pyrikään lisäämään ennustettavuutta, vaan herättämään uusia ajatuksia. Etnografia ei tarjoa yhtä totuutta, sillä jokaisella on oma totuutensa kokemuksiinsa perustuen. (Vrt. Syrjäläinen 1994, 74-78.)

4.3.3 Fenomenografinen tutkimussuuntaus lasten keksimisprojektissa

Fenomenografinen lähestymistapa sopii hyvin oppimisen tutkimiseen, koska se liittyy ajattelussa liikkuvien käsitysten laadullisuuteen. Fenomenografiassa kuvataan ilmiön rakentumista ihmisen tietoisuudessa. Tutkimukseni kuvailee keksimisilmiötä lapsen tietoisuudessa. Käsitykset vaihtelevat henkilöiden välillä. Sen katsotaan johtuvan erilaisesta kokemustaustasta. Opettajalle on tärkeää kyetä paneutumaan lapsen spontaanisti arkikokemuksista muodostuneiden esikäsitteiden kautta lapsen ajatusmaailmaan, jotta voisi sopeuttaa opetusta lapselle sopivaksi. Kun opettajana saan tietoa lapsen kokemuksista, esimerkiksi käsityksistä keksimistapahtumassa, voin todennäköisesti paremmin käyttää keksimistapahtumaa heidän oppimiskeinonaan. (Ks. Ahonen 1994, 114-115.)

Lapsi muodostaa keksimiskokemuksistaan ajattelullaan käsityksiä, jotka kuvaavat keksimistapahtumaa, ilmiötä. Keksiminen on käsite, ajattelukonstruktio, joka on rakentunut ajattelulla. Käsityksien avulla jäsentyy uutta asiaa koskeva informaatio. Oppilaat ilmaisevat keksimiseen liittyviä käsityksiä, joiden merkitykset tulkitsemalla saadaan tietoa esim. keksimisestä lapsen kokemana. Fenomenografinen tutkimus kuvaa laadullisesti näitä käsityksiä asettamatta niitä järjestykseen millään perusteella. Esikäsitteistä kehittyy koulittu käsitys ja tässä käsitysten kirjossa piilee lähtökohta ajattelun kehittämiseksi ja oppimiselle. (Ks. Ahonen 1994, 118-120.)

Fenomenografian laadullisuuteen kuuluu, että ihminen koetaan intentionaalisen olentona, jonka on tarkoitus jäsentellä itselleen kokemuksistaan toimintaansa ohjaava kartta. Laadullisuus tässä merkitsee myös sitä, että tutkittavan kanssa ryhdytään vuorovaikutukseen tarkoituksena selvittää hänen tietoisuuttansa.

Koska tiedonkäsitykseltään fenomenografinen tutkimus on empiiristä ja laadulliseen, humanistiseen tiedonmuodostukseen perustuvaa, siinä ei välttämättä pyritä osittelulla muuttujiin aineistosta, eikä kvantitatiivisilla menetelmillä johtopäätöksiin ja kausaalisiin selityksiin. Ihmisten ajattelu ja toiminta katsotaan olevan aivan liian monisäikeistä analyyttiselle tutkimiselle. Tutkijan oma subjektiivisuus on tunnustettava ja otettava huomioon. Tällä hallitulla subjektiivisuudella taataan tutkimuksen luotettavuutta. (Ahonen 1994, 122.)

Teoria on erottamaton osa fenomenografista tutkimista. Tutkija luo omaa teoriaa omalta aineistopohjalta muihin teorioihin vertaillen. Laadullisen tiedon saamiseksi täytyy selvittää tutkittavan ilmaisujen merkitykset. Ne ovat kontekstuaalisia eli paljastuvat vasta asia- ja tilanneyhteyksistä. Merkitykset ovat myös intersubjektiivisia eli riippuvat tutkijan ymmärryksestä. Ilmaisun tulkinta on siis tutkittavan intention rekonstruoimista. Tulkinnoista syntyneiden merkityssisältöjen luokittelulla saadaan käsitysten joukko hallintaan tavoitteena ymmärrettävyys. Teoriasta lähteneet merkityskategoriat tekevät tutkittavien ilmaisut merkityksineen ymmärrettäviksi. (Ahonen 1994, 122-128.)

4.3.4 Teorian asema tutkimuksessani

Teoria on erottamaton osa tutkimusprosessia. Se on läsnä tukemassa, rakentamassa tutkimuksen aineiston pohjalta tutkimukselle omaa teoriaa. Tutkijana tutustun ennakoita taustateorioihin voidakseni paremmin rakentaa tutkimustani. Tutkimuksessani lasten keksimiskäsitysten ja yleisen keksimisteorian vuorokeskustelulla haen lasten keksimistapahtumalle omaa teoriaa. Tämän teorian perusta muodostuu lasten käsityksistä keksimistapahtumassa niitä taustateoriaan verraten ja selkiyttäen. Kvalitatiivisen tutkimuksen luonteen mukaisesti eteneminen on induktiivista eli aineistossa edetään yksityisistä havainnoista yleiseen. Taustateorialtaan viitekehys pyörii luovan ongelmanratkaisun teorioissa, joista etsitään tukea lasten keksimistapahtuman teorialle.

Didaktisesti läheisiä tulkintateorioina ovat teoriat luonnollisesta oppimisesta ja avoimesta opetuksesta lähentyen tutkivaa oppimista. Näihin liittyvien diaktisten ja pedagogisten menetelmien kokeilemisella tavoittelen syvempää ymmärrystä ja tietoa mainittujen teorioiden käytännön toteuttamisesta ja käyttökelpoisuudesta työssäni.

Teorian tehtävä on toisaalta olla auttamiskeinona tutkimuksen tekemisessä, toisaalta sen päämääränä on kehittyä tutkimuksen avulla. Tutkimuksen onnistumiseksi olisi kummankin näkökulman toteuduttava.

5 ANALYYSI JA TULKINTA

Analyysillä pyritään luomaan aineistoon selkeyttä ja samalla tuottamaan uutta tietoa tutkittavasta asiasta. Se tiivistää aineistoa säilyttäen kuitenkin aineiston informaation. Analyysissa aineistosta erotellaan ja luokitellaan tietoa tulkintaa varten. (Eskola & Suoranta 1998, 138.)

Analyysi on jokaisessa tutkimuksessa kehiteltävä palvelemaan aineistonsa pohjalta omalla tavalla. Tämä analyysien vaihtelevaisuus kuuluu kvalitatiivisen tutkimuksen luonteeseen. Analyysi on mukana kehittelemässä tutkimusta jo aineistonkeruussa, tehtävän sekä käsitteiden valinnassa ja muokkaamisessa. Ongelman, käsitteiden ja menetelmienkin valinta on siis analyysia. Laadullisen aineiston analysointi sisältää sekä analyysin että synteesin. Aineisto hajotetaan osiin ja kootaan sitten johtopäätöksiksi. Grönfors nimittää tapahtumaa abstrahoinniksi, joka merkitsee kurinalaista tutkimustiedon järjestämistä johtopäätöksiä varten. (Grönfors 1982, 144-145.) On syytä tiedostaa analyysin tulkinnallinen ja selittävä mukanaolo koko tutkimuksen ajan. Tutkijan tiedostetut, perustellut valinnat ja johtopäätökset vievät analyysia eteenpäin ja varmistavat tieteellisyyttä.

Lasten keksimistutkimuksen analyysin lähtökohtana on teoria keksimisestä, viitekehykseltään luovaa ongelmanratkaisua. Tähän teoriataustaan tukeutuen etsin aineistostani teemoja ja kategorioita. Tavoitteena on päästä fenomenologiseen, ilmiön sisäiseen tulkintaan. Aineistosta löytyvien käsityskategorioiden ja niiden luokittelun kautta pyrin löytämään lasten keksimistapahtuman teoriaa.

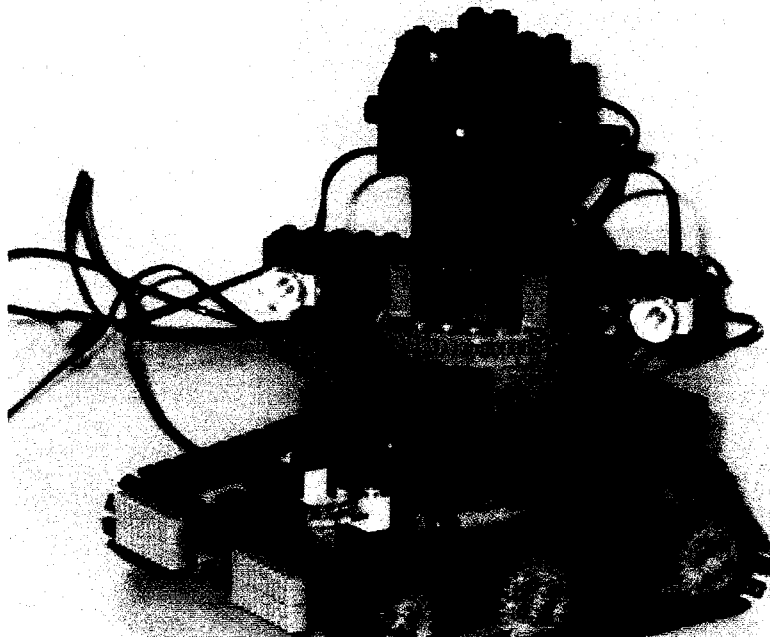
Aineistoviittauksia olen poiminut taustatietokyselystä (TT), päiväkirjoista (PK), kevään kirjoitelmista (KK), syksyn kirjoitelmista (SK), omista arvioinneista (OA) ja toisten arvioinneista (TA). Keksijäoppilaista erotan tytöt (T) ja pojat (P) sekä käytän numerointia anonyymiyden säilyttämiseksi.

5.1 Lapset keksijöinä

Analyysia ja tulkintaa selventääkseni kuvaan lasten keksinnöt heidän oman esittelyn alkujuonnon, oman arvioinnin ja toisten arviointien avulla. Tällä pyrin myös lisäämään luotettavuutta. Opettajana ja tutkijana kerron havaintoja taustaksi. Analyysi ja tulkinta lähtee kuitenkin eniten oppilaiden keksintöpäiväkirjoista, kirjoitelmista ja jonkin verran taustakyselyistä. Esittelytekstit ovat oppilaiden dokumentoimassa muodossa. Luettavuuden parantamiseksi olen arvioinneissa käyttänyt miinus -arvion paikalla mutta –ilmaisua vastakkaisuutta ilmentämään.

TUTKIJAROBOTTI

Keksintö tutkii paikkoja, joihin ihminen ei voi mennä esim. tulivuori. Liikkuu teloilla. Näkee tornissa olevalla kameralla. Torni liikkuu kulma-anturilla. Puskurin kosketuksesta robotti kääntyy toisen telaketjun pysähtyessä, toisen jatkaessa kunnes kosketusta ei enää ole. Tutkijassa on lämpömittari aistimaan kuumuutta ja vilkkuvat valot näkemistä sekä näkymistä varten.



Kuva 1. Tutkijarobotti.

Oma arviointi

P1: *Moottori on voimakas, paljon toimintoja ja ei paljo turhia osia, mutta rattaat joskus rätäjää ja telat luistaa. Se oli helppo rakentaa, mutta ohjelmoiminen oli vaikeampaa.*

P4: *Siinä on hyvä moottori ja se on vetävä, mutta telaketjuja pyörittävä ratas irtoaa joskus ja kone pysähtyy. Olisin vielä suurentanut ja lisännyt toimintoja. Minusta ohjelmointi oli aika hankalaa. 8½.*

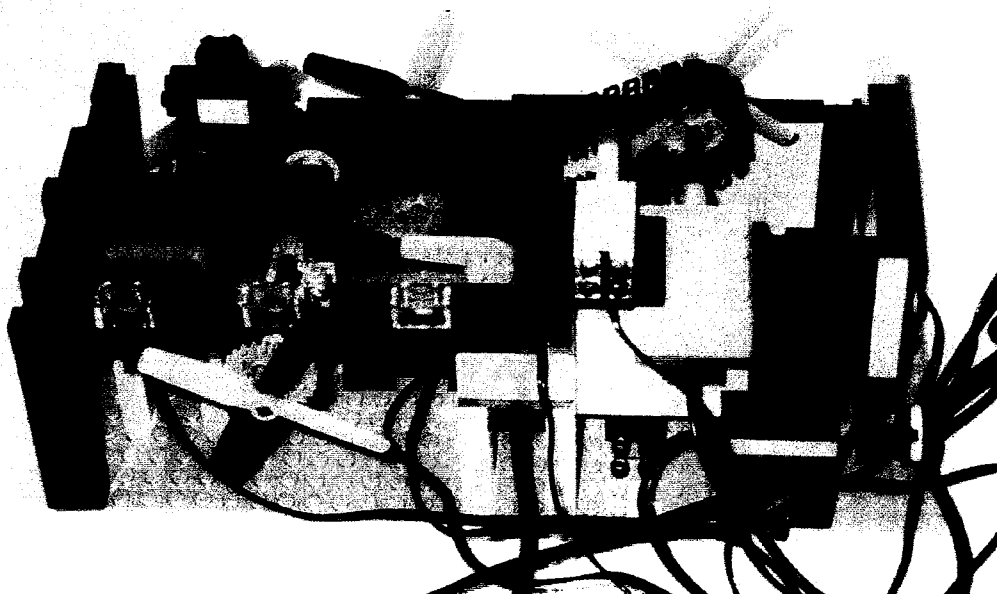
Toisten arvioinnit

Hyvin suunniteltu, hyvin ohjelmoitu, mutta vartalo heikko (P2). Paljon toimintoja, mutta monimutkainen (T3). Kone sammuu, jos törmää johonki, mutta miinusta en keksi (T5). Jaksava, sopivan kokoinen, mutta olisi voinut laittaa renkaat ketjujen sijasta ja lämpömittari on huonossa paikassa (P6). Kulkee hienosti, mutta vähän monimutkainen (T8). Siinä on paljon tekniikkaa, paras, mutta siinä on myös aika paljon turhaa esim. lämpömittari ja paljon valoja. Olisin vähentänyt joitain laitteita, kun piuhat tulee aivan tielle (T9). Hyvin soviteltu toiminnot, ihan hyvä keksintö, paras, mutta ehkä vähän liikaa paloja (P14). Liikkui hienosti, mutta on aika sekava, mutta ei paljon (T15). Jos se olisi oikea, olisi todella käytännöllinen, mutta se on herkkä (T17). Mahtava, mutta hutera (P18).

Molemmat oppilaat, P1 ja P4, olivat harrastaneet legorakentelua aika paljon. Työskentely oli hyvin suunnitelmallista ja loogisesti etenevää. Keksijäpariksi he sopivat loistavasti toisiaan täydentäen. Kummaltakin syntyi ideoita, mitkä he yhdessä analysoivat ja sopivat jatkosta. Keksinnön kehittäminen vei parin omatoimisesti syvälle LegoLogon ominaisuuksien käyttöön. Ohjelmointirakennetta pari käytti koko laajuudessa ja ohjelmointisanastoa haettiin oppaiden ulkopuoleltakin. Päiväkirjan ylläpito jäi toissijaiseksi.

KEKSIJÄNLELU

Alunperin joksikin laitokseksi suunnitellusta keksinnöstä tuli huvilelu, jossa on irrallisesti toimivia laitteita. Laitteita voi yhdistellä toimimaan eri järjestykseen ja eri tavoin keksimällä ohjelmia ja kokeilemalla, leikkimällä. Keksijänlelulla ei ole varsinaista toimintatarkoitusta.



Kuva 2. Keksijänlelu

Oma arviointi

P6: Vähistä osista rakennettu, vähän ja paljon toimintoja, mutta vähän heikkorakenteinen ja olisi voinut olla vähän suurempi. Oli helppo rakentaa, koska se ei ollut paljonkaan monimutkainen, mutta huonoa oli täysääliö rakennuspari, joka ei tehnyt työn eteen mitään. Istuskeli vain.

P7: (ei arvioinut)

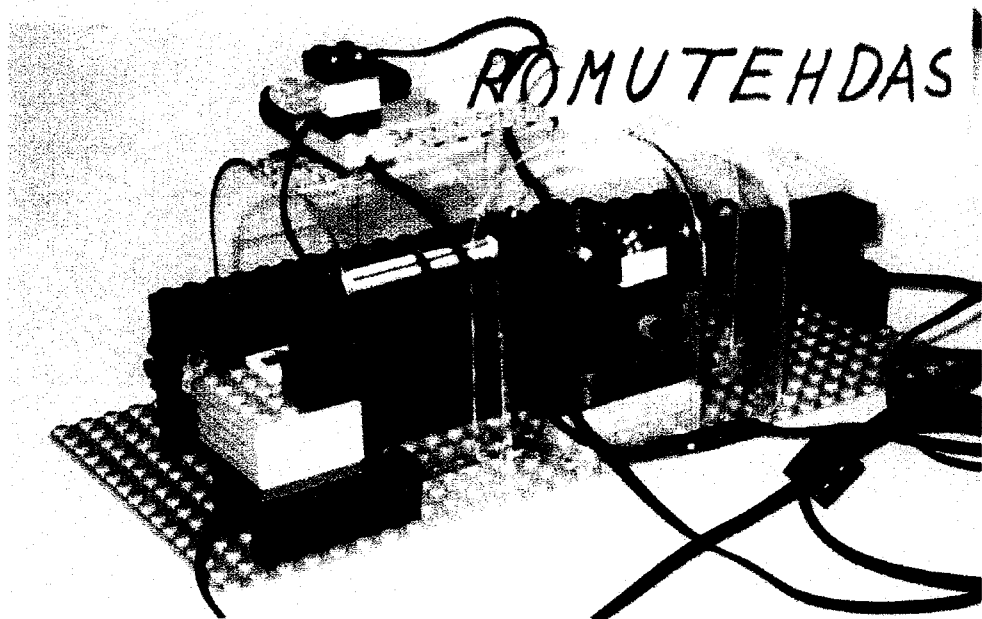
Toisten arvioinnit

Oppii leikkimään, mutta heikkorakenteinen (P2). Paljon toimintoja ja hyvin keksitty, mutta näyttää heikolta (jotku kohdat) (T5). Paljon toimintoja, mutta ei paljon mitään erityistä tarkoitusta (T8). Olisin keksinyt sille tarkoituksen (T9). Paljon toimintoja ja tehty vähillä osilla, mutta heikko (P12). Kun liukuhihna liikkui, tuulettimet liikkuvat samalla, mutta liikaa tuulettimia (T15). Tuulettaa, mutta on paljon moottoreita (17).

P6 aloitti yksin. P7 tuli kaveriksi yhden toimintakerran jälkeen, kun yhteistyö P7:n ja P2:n välillä ei onnistunut ja P7 ei yksinkään osannut toimia. P6:n ja P7:n yhteistyö rakoili myös pahasti. Käytännössä P6 teki keksinnön P7 seuraillessa. Toiminta käynnistyi erittäin innostuneesti. Keksinnön suunnittelu jäi hataraksi, mikä vaikeutti jatkossa keksinnön kehittelyä. Keksiminen alkoi summittaisesti Lego -komponenttien toiminnoista. Niitä P6 kokeili ja keräili alustalle. Suunnitelmaksi kehittyi *jonkinmoinen tuulivoimalan pienoismalli (SK/P6)*. Keksinnön tarkoitus jäi jo alussa epäselväksi. Tyytymättömyys keksinnön järkevän toimintatarkoituksen puuttumiseen johti keksijänlelu -nimitykseen. Keksinnössä on käytetty kattavasti LEGO/Logo -oppimisympäristöä, mutta toiminnallinen yhdistely on vähäistä. Ohjelmointi jäi aliohjelmien tasolle. P6 yritti kovasti koko työskentelyajan aivan loppuun saakka huolimatta tuskaantumista lisänneestä työtoverin osallistumattomuudesta. P7 osallistui jonkin verran päiväkirjan kirjoittamiseen. Muuta osallistumista esti ulkopuolisuuden tunne P6:n aloittamaan keksintöön.

ROMUTEHDAS

Keksinnön ideana on jätteen lajittelu ja käsittely. Siinä lajittelijaa kuvaa valotunnistimet, jotka erottelevat käyttökelpoiset tavarat kiertoon, huonot tavarat ja roskat kaatopaikalle ja romut lastausiltaa pitkin rekkaan, joka vie ne toiseen tehtaaseen materiaaliksi.



Kuva 3. Romutehdas

Oma arviointi

P16: Minun mielestä meidän työ on ihan hyvä. Meidän työ onnistui hyvin. Siitä tuli ihan hieno.

P18: Romutehdas on hyvä keksintö, sillä se ei saastuta. Se lajittelee roskat siten, että käyttökelpoiset tavarat pannaan uudelleen kiertoon ja huonot tavarat ja roskat kaatopaikalle. Romutehtaassa on neljä valoa ja yksi telaketju. Romut menevät lastaussiltaa pitkin rekkaan.

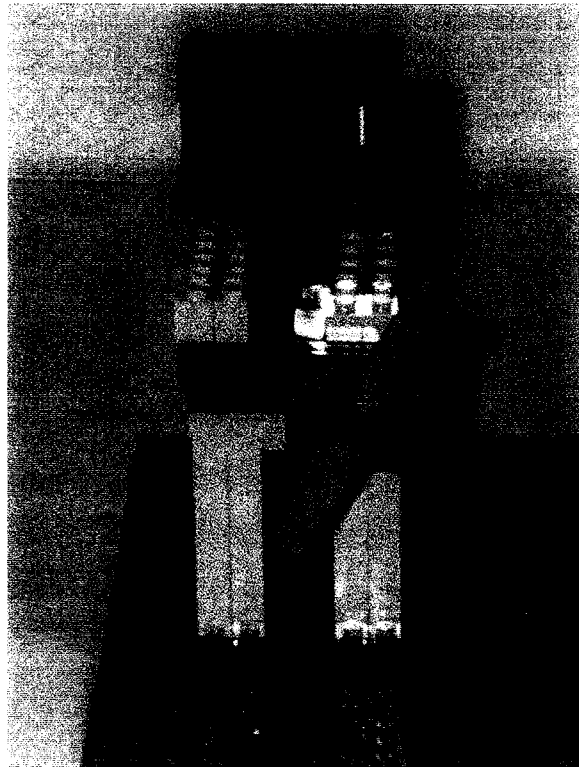
Toisten arvioinnit

Kuljettaa hyvin, mutta liian nopea (P2). Hyvät toiminnot, mutta vähän sekava (T3). Paljon toimintoja, mutta aika hyödytön (T5). Hyvä rakenne, hyvä idea työssä, mutta yhdet valoparit kyllä riittäisi (P6). Hyvin todenomainen, mutta missä niitä romuja on? (T8). Toimii kuulemma hyvin, mutta vähä sekava ja olisin ottanut nuo lasit pois (T9). Kestävä, mutta sound on huonos paikas (P10). Hyvää telaketju, mutta turhia osia (P12). Kuljettaa "aika" hienosti tavaroita, mutta valot ei sopinu kaikkiin paikkoihin (T15). Valot vilkkuu, mutta hyödytön (T17).

Kolmasluokkalaisten P16:n ja P18:n keksintö kehittyi ilmeisesti tiilitehtaasta romutehtaaksi samanaikaisesti koulussa käsiteltyjen luonnonsuojeluun liittyvien aiheiden vaikutuksesta. Keksintöä työpari kehitteli pitkään tiilitehtaana, jonka sitten sovelsivat romutehtaaksi. Keksinnössä keskityttiin kuljetushihnan rakentamiseen ja sen toiminnan ohjelmoimiseen. Siinä työpari onnistuikin. Muu keksintöön liittyvä jäi enemmän mielikuvituksen ja suunnittelun asteelle. Onnistuneen keksinnön takana oli hienosti toiminut innostunut parityöskentely ja aktiivinen virikehankinta ympäristöstä.

TERVEHTIJÄ

Tervehtijä on robotti, joka vilkuttaa silmiään ja tervehtii tuuletinkädellään.



Kuva 4. Tervehtijä

Oma arviointi

T13: Siinä oli ehkä turhan vähän toimintoja ja liian tönkkö siis kun se oli koko ajan vain paikalla ja toinen käsistä piti tuuletinta ja silmät vilkkui. Mielestäni se oli aika hyvä kumminkin, aika hyvä ensimmäiseksi työksi. Minä antaisin sille numeroksi 6.

T15: *Robotti oli aika hyvä. Mutta ehkä liian yksinkertainen. Siinä oli tuuletin ja vilkkuvat silmät. Aika hyvin rakennettu. Silmät ja tuuletin toimivat samaan aikaan ja eri aikaankin. Ehkä liian yksinkertaisesti rakennettu. Robottia olisi voitu parantaa sillä lailla, että siinä olisi enemmän toimintoja. Robotti oli ihan hyvä, ainakin minun mielestä 8-.*

T17: *Robottimme oli aika kovatöinen, koska oli vaikea saada silmät vilkkumaan ja tuuletin pyörimään samaan aikaan. Siinä on vilkkuvat silmät ja käsi on tuuletin. Robotti on aika tyhmännäköinen, koska emme tehneet sitä mihinkään hienompaan asentoon, eikä samanvärisiä palojakaan ollut niin paljon tai hyvänmuotoisia, että olisi saanut sen hienoksi. Robotti onnistui hyvin! Saimme sen lopuksi toimimaan. Plussaa, että silmät vilkkuu ja tuuletin pyörii samaan aikaan, mutta tyhmän näköinen.*

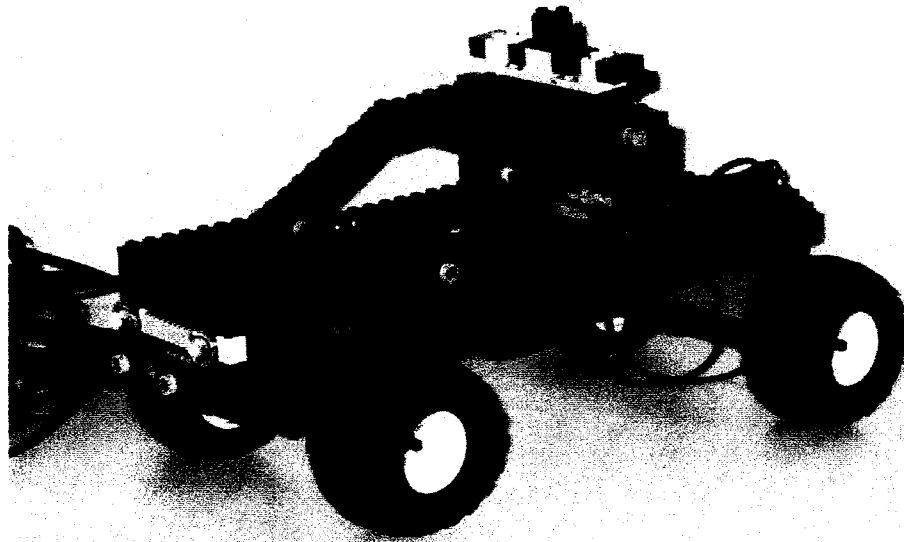
Toisten arvioinnit

Kivan näköinen, mutta vähän toimintoja (T3). Ihan hyvä keksintö, mutta yksinkertainen ja tönkkö (P4). Silmät vilkkuu, mutta eix robotin pitäis kävellä? (T5). Aika hyvin suunniteltu, mutta vähän toimintoja ja tönkkö (P6). Hauskan näköinen ja silmäänpistävä, mutta vähän toimintoja (T8). Siinä on tukeva rakenne, mutta olisin itse tehnyt sen liikkuvaksi (T9). Aika "hyvin" rakennettu, mutta liika yksinkertainen (T15). Tuulettaa hyvin, mutta silmä ei vilku (P18).

Iloinen tyttökolmikko, T13 (4.lk), T15 (3.lk) ja T17 (3.lk), keksivät Terveittäjä - robotin. Sen rakentelussa tytöt kiinnittivät paljon huomiota väreihin ja näyttävyyteen. Vilkkuvat, eriväriset valot silminä ja tuuletin kädessä vilkuttamassa ohjelmoitiin toimimaan samanaikaisesti, mutta eri tahteihin. Tytöt löysivät omatoimisesti ratkaisut ohjelmointiin. Paljon kokeiluja ja hieman tuskastumistakin se vaati, mutta onnistui lopulta. Robotin ihmismuoto jäsenineen harkittiin osa osalta. Keksijäryhmä toimi positiivisen iloisesti ja hyvin yhteistoiminnallisesti. Alussa ryhmä suhtautui LEGO/Logo -oppimisympäristöön varovaisesti ja arkaillen, kunnes rohkeampi toiminnallisuus virittyi toisten tiimien työskentelymalleista.

PELASTUSAUTO

Pelastusautossa on valot, välkkyvät varoitusvalot, liiketunnistin etsintään, puskurissa tunnistin sammuttamaan moottori törmättäessä ja hälytyssummeri. Se tehtiin aluksi liikkumaan telaketjuilla, mutta vaihdettiin pyörävetoiseksi.



Kuva 5. Pelastusauto

Oma arviointi

P12: Kun aloitimme automme tekemisen, meillä oli mielenkiinto korkealla, mutta nyt alkaa tympimään. Minä antaisin tälle numeroksi 9-. Siinä on paljon toimintoja, mutta moottorit eivät jaksaa pyörittää.

P14: Keksintöjä riittää. Ylimääräisiä paloja paljon. Puskurissa onnistuimme hyvin. Valot olivat vaikeita asentaa koneelle. Ihan hyvä.

Toisten arvioinnit

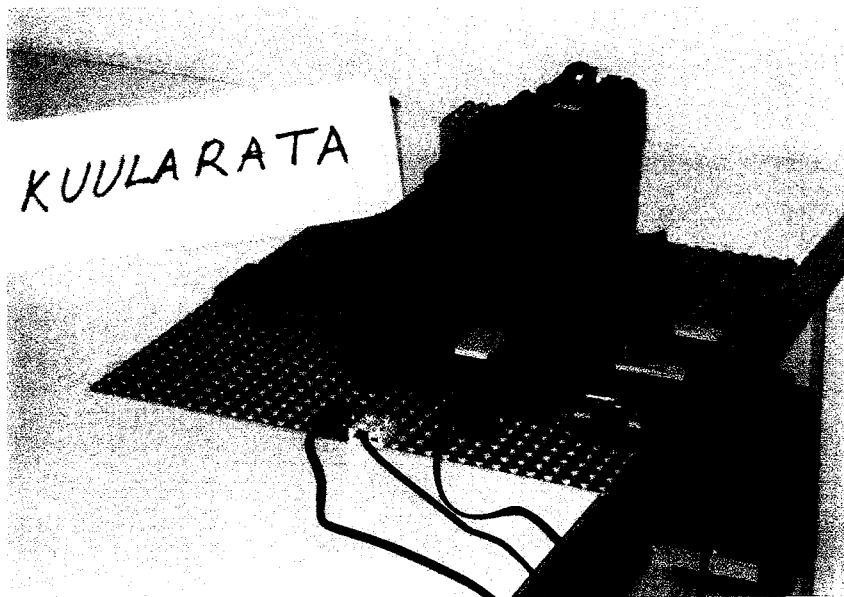
Siisti, mutta heikko (ei kokonaan) (P2). Siinä on paljon toimintoja, mutta moottorit ei jaksaa pyörittää (P4). Hyvin suunniteltu, paljon toimintoja ja kattovalot hyvin tehty, mutta huonosti tehty runko ja heikko rakenteesta (P6). Siistin näköinen ja paljon toimintoja, mutta niin monella on auto (T8). Piuhat ei tuu tielle yhtään ja summeri hyväks paikas, mutta olisin rakentanut sen vähä eri lailla (T9). Hyvää isot renkaat ja

työ on toiseksi paras, mutta liian heikko (P10). Paras, oli hienosti rakennettu ja näyttikin ihan oikealta. Renkaat oli hyvät (T15). Se toimii hyvin ja on aidon näköinen, mutta laiska (T17).

Kolmas- ja neljäsluokkalaisten poikien (P11, P12 ja P14) Pelastusauto -keksinnön tarkoitus oli toimiminen vaikeiden olosuhteiden pelastustehtävissä. Ryhmän toiminta ei ollut ristiriidatonta. Neljäsluokkalaiset pääasiassa rakensivat ja ohjelmoimisen suoritti kolmasluokkalainen, joka hallitsi parhaiten tietokoneen kotitietokonetaustansa ansiosta. Neljäsluokkalaiset kokivat kolmasluokkalaisen tietäväisyyden määräileväksi. Innokkaasti alkanut työskentely laimeni hieman lopussa, mutta oli tuloksellista. Pelastusauton keksimisessä merkittävin saavutus oli toiminnan ohjelmointi, jossa lukuisia aliohjelmia oli loogisesti yhdistelty toimivaksi pääohjelmaksi. Pelastusauton toiminnan jatkokehittelyä tiimi olisi halunnut ehdottomasti jatkaa muutamilla viime hetken oivalluksilla.

KUULARATA

Keksinnössä on rata, jota pitkin esine kulkee. Valotunnistin katkaisee esineen kulun. Varakatkaisija toimii esineen painosta, jos valotunnistin päästää esineen läpi.



Kuva 6. Kuularata

Oma arviointi

T8: *Sitä oli tosi ärsyttävä rakentaa, koska se hajosi tosi monta kertaa. Nytkin se on vielä melko heikko, mutta silti pysyy pystyssä. Se "valopysäytys" oli vaikea säätää, koska valon määrä vaihtui koko ajan. Lopuksi me laitettiin siihen legoista suoja päälle, mutta kun ne palat oli reikäisiä, niin me laitettiin kangas päälle. Se kangas olikin hyvä idea. Siihen olis kyllä varmaan saanu laittaa enempi monimutkaisempia juttuja. Koulunumeroksi sille voisi antaa 8½.*

T9: *Minusta työ oli hyvä idea eikä se enää olekaan niin heikkokaan, paitsi alusta. Alusta aina hajoaa kahtia. Joskus hätäkatkaisin ei toimi. Olisin tehnyt radasta vielä monimutkaisemman ja pitemmän, jos olisi ollut kaikki siihen tarvittavat osat ja isompi alusta. Jos sille olisi pitänyt antaa numero olisin kai antanut 8-.*

Toisten arvioinnit

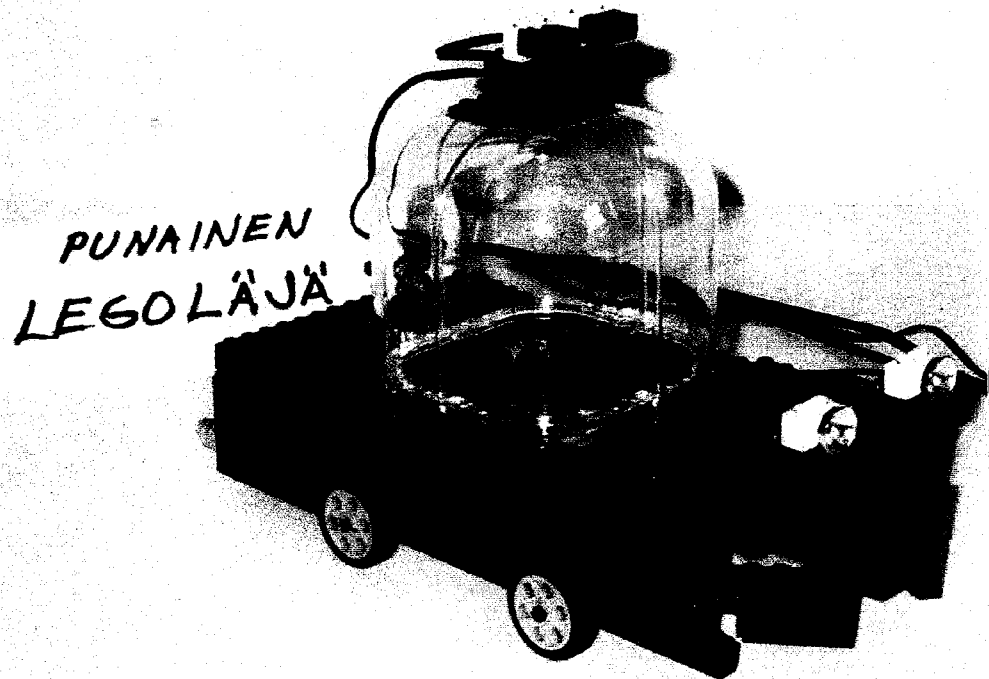
Hienosti tehty, mutta liian nopea ja ei tee mitään erikoista (P2). Hyvin suunniteltu, mutta moottori turha (T3). Sillä olisi kiva kikkailla. Se on iso, mutta vähä toimintoja. Olisi vaikka laittanut valoja, kun kuula tulee perille. (P4.) Hyvin rakennettu ja hyvin keksityt toiminnot, mutta kangas ei sovi legoihin (T5). Hyvä idea työssä, katkaisin ja liikkeen tunnistin hyvin asennettu, mutta vähän silti ehkä huonossa paikassa katkaisin. Työ saattaa hajota keskeltä. No, sanotaan, että ehkä vähän heikkorakenteinen. (P6.) Oli toiseksi paras. Se oli rakennettu tosi siististi ja se toimi hienosti. Kankaat olivat hyvät reunoihin. Kuula kulki hyvin. (T15.) Hieno keksintö, mutta touch on huonossa paikassa (P18).

Viidesluokkalaiset tytöt (T8 ja T9) keksivät radan, jota pitkin esine kulkee. Valatunnistin katkaisee esineen kulun. Varakatkaisija toimii esineen painosta, jos valotunnistin päästää esineen läpi. Suurin ongelma tuntui olevan valotunnistimen rakentamisessa ja toiminnan ohjelmoimisessa. Toimintavarmuutta lisättiin kekseliäästi pimentämällä rataa. Työparina toiminta oli erinomaista keksijäryhmän tutkivaa toimintaa. Ideoita syntyi ja niitä puntaroitiin avoimella keskustelulla nokkelasti. Työparin vahvuutena oli myönteisyys. Esitettyjä ajatuksia ei tyrmätty,

vaan ne hyväksyttiin tai hylättiin vasta kokeilujen ja pohtivan keskustelun perusteella. Työparin toiminta sopii hyvin malliksi kaikille keksijäryhmille.

PUNAINEN LEGOLÄJÄ

Alunperin keksinnöstä piti tulla Jeparikaara, mutta lopuksi sille tuli nimeksi Punainen legoläjä.



Kuva 7. Punainen legoläjä

Oma arviointi

T3: Legoläjäs ei oo mitää järkee. Tekis mieli nakata se tiiliseinään, mutta opettaja ei anna. Ensin pitää kärsiä monta kuukautta niitä legoja ja nyt vielä pitää kirjottaa täläsiä tyhmiä lappuja. Ylihuisaa. No niin: Hyvä puoli on se, että toiminnot toimii. Huonoja puolia loput. Koko kone meni ihan pilalle. Se ei muistuta yhtään autoa. Six sen nykyinen nimi onkin Punainen legoläjä, eikä Jeparikaara. Arvosana: 4 .

T5: *Tuos autos ei oo mitää onnistunutta. Se on aivan typerä ja huono. Ikkunat pitäis olla pienemmät ja renkaat isommat. Ainut mikä toimii on, että valot, summeri ja moottori toimii yhtä aikaa. Kaikki muu on aivan pilalla. Ei se näytä enää ees autolta vaa joltain kasvihuoneelta tai romuläjältä. Joskus mä oisin halunnu tiputtaa sen kaaran pöydältä tai viskata johonki mihinä pippuri kasvaa. Arvosana: 4 .*

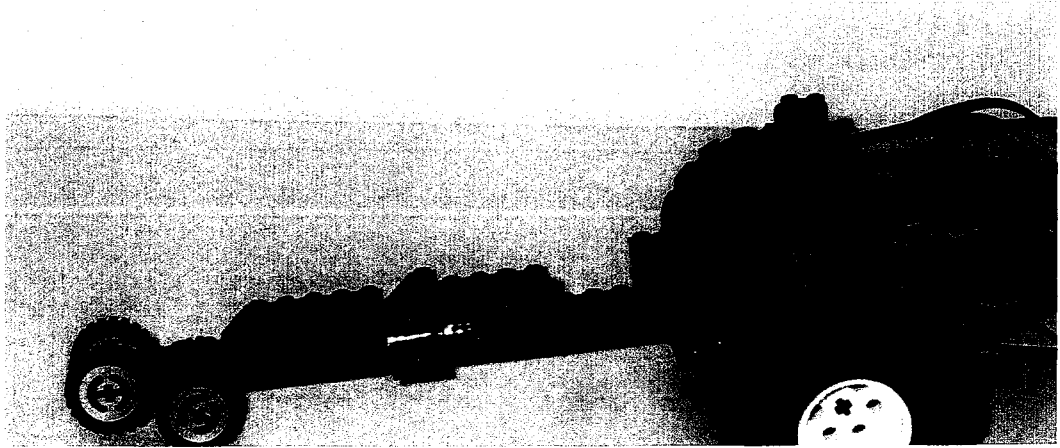
Toisten arvioinnit

Kestävä, ei mitää turhaa, mutta ei jaksa liikkua hyvin (P1). Iso ja kestävä, ei epämääräisiä osia, mutta ei kulje (P4). Hyvä rakenne, lasikupu moottorin yllä, mutta ei jaksa, heikko (P6). Kiva peräloosteri ja aukeneva etu, "jutska", kivan näköinen, mutta sillai samanlainen ku useimmilla: auto (T8). Kestävä, siinä ei ole mitään turhaa, toiseksi paras, mutta kulkee vähän huonosti ja summeri vähän huonossa paikassa. Itse olisin laittanut sen katolle (T9). Pyöri hyvin, mutta renkaat olisivat saanee olla isommat (T15). Sillä on kivat taka- ja etuloodat ja muutenkin kiva, mutta se näyttää edestä päin koiralta (T17).

T3 (6. lk) ja T5 (5. lk) olivat tyttötyöparina. He mallinsivat poliisiauton. Lähdöltään tutun aiheen toteutukseen sisältyi osakeksintöjä. Mallintaminen on myös ideoivaa kehittelyä. Työparin työskentely oli hyvin itsekriittistä. Omiin ideoihin ja välineisiin suhtauduttiin paljolti väheksyen, mikä haittasi mallin keksivää kehittelyä. Mallin esteettisyys oli tytöille tärkeää. Vaikka työpari ei tyytyväinen tässä oppimisympäristössä työskentelyynsä ollutkaan, Punainen legoläjä, (aluksi Jeparikaara) sisälsi monia keksimistä edellyttäviä toteutuksia, eniten laitteiden toimintaohjelmoinnissa.

AUTO

Keksintö on auto, joka on puoleksi vetokisatraktori ja siinä on vilkkuvat valot.



Kuva 8. Auto

Oma arviointi

P10: Aika kestävä ja vetävä. Menee kynnyksen yli ja valot toimii. Ei saanu ohjelmootua kunnolla. Siinä ei toimi kummakki moottorit yhtä aikaa.

Toisten arvioinnit

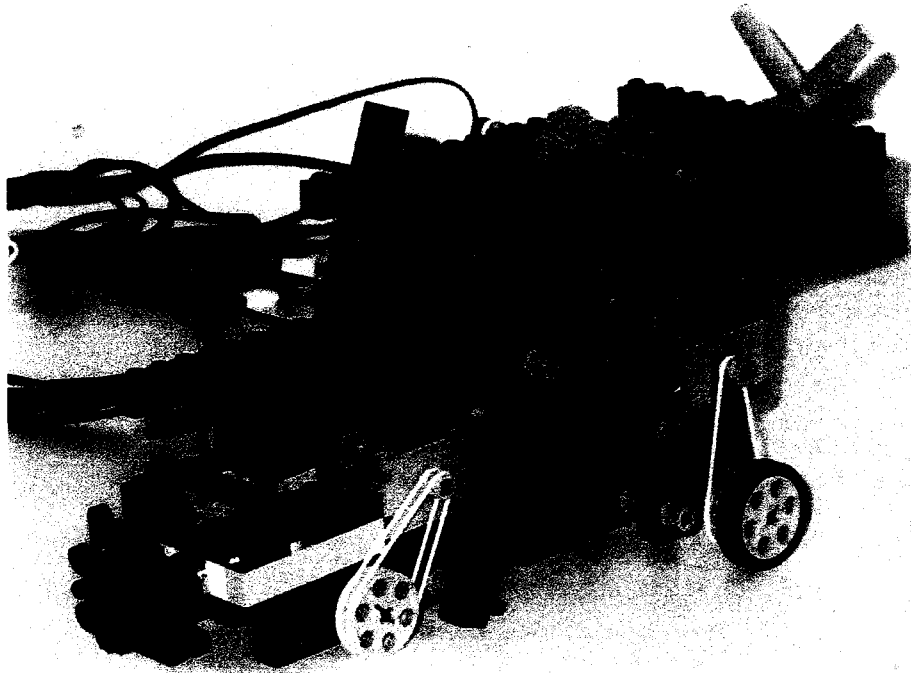
Kestävä, mutta ei jaksu kovin hyvin (P1). Rankka eli siisti, mutta vähän toimintoja (P2). Erikoinen, mutta turhia renkaita (T3). Pääsee kynnyksen yli eturenkaiden avulla, mutta ei jaksu ja on liika leveä (P4). Hyvin suunniteltu, vähän osia, mutta vähän toimintoja (P6). Jännän näköinen, mutta yksinkertainen (T8). Kestävä rakenne, mutta vähä enemmän toimintoja olis voinu olla (T9). Hyvä keksintö, mutta liika vähän toimintoja (P12). Liikkui hyvin, mutta edessä liika pienet pyörät (T15).

P10 (4.lk) suunnitteli ja aloittikin autokorjaamon tunkin keksimisellä. Toteutuneeksi keksinnöksi syntyi sitten auto, joka muistutti vetokisatraktoria. Poika halusi työskennellä yksin, kun kukaan muu ei innostunut hänen ideastaan. Rakentelun

kehittäely onnistui hyvin ja omaperäisesti. Toiminnan ohjelmointi tuntui yksin vaikealta. P10 sai kuitenkin keksittyä aliohjelmilla valot ja moottorit toimimaan erikseen.

UFOKAARA

Ufokaaran tarkoitus on toimia avaruusautona eri planeetoita tutkittaessa.



Kuva 9. Ufokaara

Oma arviointi

P2: Renkaat pitävät hyvin, tukeva, näkee pimeässä, mittaa moottorin lämmön, mutta kääntyy huonosti, heikko käytössä, liikaa johtoja ja heikko puskuri.

Toisten arvioinnit

Kestävä, siisti, voimakas, paljon toimintoja, mutta ropelli ei pyöri (P1). Siisti ja tukeva ja vetävä, mutta kumilangat ei pakosti jaksaa pyörittää (P4). Hyvin suunniteltu, tukeva, ropelli perässä ja automaatti kääntyminen, mutta ei toimi kunnolla ja etuvalot huonossa kunnossa (P6). Hieno keksintö, erittäin monipuolinen, mutta sekavan näköinen (T8). Kestävä rakenne, ei voi kaatua, kolmanneksi paras, mutta liikkuu vähän huonosti. Olisin tehnyt sen liikkumaan paremmin. (T9.) Tukeva, hieno ja monitoiminen, paras, mutta joskus ei toimi kunnolla (P12). Ehkä kolmanneksi paras työ, "tukeva", pyöri hyvin, mutta pyörät olisi saanut olla isommat, sekava (T15). On toiseksi paras, koska se kääntyy ja on hieno (P16). Hieno keksintö, mutta vähän hidas (P18).

P2 (6.lk) aloitti P7:n kanssa, mutta erosivat ensimmäisen työskentelykerran jälkeen lähinnä työskentelytapojen erilaisuudesta johtuen. P2 halusi itse toteuttaa suunnitelmansa vapaasti. Hänellä olikin mielessä ideoita jopa fantasioihin saakka. Kirjalliseen asuun saakka hänellä oli vaikea saada ajatuksiaan. Legorakentelu sujui hienosti ja kekseliäästi. Toimintaohjelmiakin syntyi hissukseen. Tuloksena oli Ufokaara, joka virittelee mielikuvitusta jo ulkonäölläänkin. Ufokaara eteni pyörillä. Se ohjautui moottorien eriaikaisella pyörimisellä. Moottorin lämmön kohoaminen pysäytti tarvittaessa moottorin. Propellit oli rakennettu laitteen liikuttamiseksi ja valot asennettu pimeässä toimimiseen. Ohjelmoinnin kokoaminen yhtenäiseksi pääohjelmaksi jäi kesken.

5.2 Keksimisprosessin analyysi

5.2.1 *Keksimisen keksiminen* - keksintöjen aiheet ja suunnittelu

Yhdeksästä keksinnöstä viiden aiheet lähtivät ajoneuvoista, lähinnä autosta. Toteutukset erosivat kuitenkin paljon toisistaan, Kuularadan ja Romutehtaan aiheet ideoitiin tehtaiden toiminnasta. Kahden keksinnön, Keksijän lelun ja Tervehtijän, aihepiiri liittyi leikkimiseen. Aihevalinnoista voi päätellä oppilaiden mielikuvien liikkuvan tuntemattomuutta, seikkailua ja jännitystä sisältävissä ympäristöissä. Tehdasaiheet ilmentävät kiinnostusta teknisten laitteitten toimintaan, mihin luonnollisesti LEGO/Logo -oppimisympäristö sinällään jo ohjasi. Leikki -mielikuvat tulivat projektissa usein esille. Ideoita ja aiheita löydettiin usein leikinomaisesti, jopa leikkimisen kautta.

Keksinnöt lähtivät siis tutusta aihetaustasta. Uutta ja tuntematonta luotiin tutulle pohjalle. Kehittelyssä liitettiin perusaiheeseen uusia aiheita ja ideoita omien mielikuvien ja oivallusten mukaan. Mielikuvat kertovat kunkin lapsen persoonallisesta suhteesta ympäristöönsä, harrastuksiinsa ja muihin itseään kiinnostaviin asioihin. Keskeisiä mielikuvaympäristöjä näiden keksintöjen mukaan olivat avaruus ja siihen liittyvänä kysymyksenä elämä muualla maailmankaikkeudessa. Tässä näkyi selvät yhteydet tietokonepelien ja videoiden sci-fi -aiheisiin. *Teimme ropotin yhden elokuvan perusteella tai saimme siitä idean* (KK/P4), selventää Tutkijarobotin tekijä. Lasten keksimisessä fiktiolla muutenkin näyttää olevan tärkeä asema. Sehän vapauttaa ideoimaan ilman toden vaatimia rajoituksia.

Leikkimisteema näkyi aihevalinnoissa parhaiten Keksijän lelussa ja Tervehtijässä, mutta sisältyi muihinkin keksintöihin. Yksi vaikutin tähän oli varmastikin keksimisvälineistön, LEGO/Logon, mielleysteys leikkimiseen. Etenkin projektin alussa tiedostamattaan monet keksivät leikkikalua. Työskentelyn jatkuessa suhtautuminen vakavoitui lähemmäs opiskelemista ja työntekoa. Valmiiden keksintöjen arviointikommentit *Jos se olisi oikea, olisi todella käytännöllinen* (TA/T17) Tutkijarobotista ja *Sillä ei ole tavallaan mitään tarkoitusta* (TA/T9)

Keksijän lelusta sekä *Sillä olisi kiva kikkailla* (TA/P4) Kuularadasta kertovat leikin teeman mukanaolosta, mutta myös leikkimisen ja keksinnön tekemisen erottamisesta.

Se, että varsin monella keksinnön aihe liittyi autoon, herätti kritiikkiä. T8 kommentoi Pelastusautoa ja Legoläjää: *Sillai samanlainen ku useimmilla: auto*. Hänen kritiikkinsä kohdistuu suppeaan aihevalintaan ja sisältää epäilyn plagioimisesta. Kuitenkin, vaikka sama aihe esiintyi useassa keksinnössä, sitä kehiteltiin ja keksittiin varsin eri tavoilla. Plagiointia alettiin tietoisesti varoa, mikä tehosti uuden ja omaperäisen etsimistä omaan keksintöön. Pyrittiin erilaisuuteen ja näin toteutui samalla itsestään ”patenttien” kunnioitus.

Aluksi siitä ei meinannut tulla mitään, mutta sitten kun pääsimme alkuun, niin se alkoi onnistua (SK/P12). Keksinnön aihe löytyi useimmilla spontaanisti ja vaivattomasti lyhyen neuvottelun vahvistamana. Kirjalliset suunnitelmat tehtiin sitten kiireellä ja nopeasti. Pyrkimyksenä näytti olevan päästä äkkiä rakentamaan, tekemään käsillä.

Tutkijarobotin, Tiilitehtaan ja Robotin suunnitelmat johtivat tehokkaaseen, yhtenäiseen ja kehittävään tiimityöskentelyyn. Niissä suunnittelussa käytettiin eniten aikaa pohtimiseen ja keskusteluun. Näin opittiin ja harjaannuttiin samalla sujuvaan jatkotyöskentelyyn.

Tutkijarobotin suunnitelma:

- tarkoitus: *Tutkija, paikkoihin joihin ihminen ei voi mennä esim. Tulivuori*
- rakenne: *Teloilla liikkuva, näkö kameralla*
- toimintaperiaate: *moottori liikuttaa teloja* (PK/P1 ja P4.)

Loogisesti pohtien kootun Tiilitehtaan, sittemmin Romutehtaan, suunnitelma:

Hihna vie tiiliä lastaussillalle ja sieltä kärryyn. -- Toinen auto tuo kiviä tehtaalle, joista tehdään tiiliä. Tiilet viedään tiilikauppoihin.-- Ajattelimme tehdä kannen telaketjun päälle. Katkaisijasta saa tiilitehtaan käyntiin. -- Moottori pyörittää telaketjua, jossa tiilet liikkuvat. Jos tiili on huono, niin lastaussilta kääntyy vasempaan. Moottori käynnistetään ja siitä se lähtee. (PK/P16 ja 18.)

Robotin suunnitelmasta tuli ytimekäs ja pelkistetty:

Silmät: vilkkuvat värilamput
Silmien väri: vasen on sin, oikea on vih.

Vasempaan käteen tuuletin. (PK/T13, 15 ja 17.)

Punaisen legoläjän ja Keksijän lelun suunnitelma sisälsi tarvikeluettelon, johon liitettiin muistiinpanoja. Jepariauton, sittemmin Punaisen legoläjän suunnitelma:

Tarvitaan: 4 x pyörä, 1 x moottori, Legoja, 4 x valo (6 valoa), 1 x summeri, 1 x pakoputki = liitospala, 1 x ratti
- katolle sin ja pun valo vilkkumaan
- eteen 2 kirkasta valoa
- taakse 2 punaista valoa
- autossa 2 penkkiä
- summeri piiloon
- ratti (su)
- pakoputki = liitospala (PK/T3 ja T5)

Keksijän lelun (alkuun jonkinmoisen tuulivoimalan) suunnitelma:

Osat: kulma-anturi, pari kolme moottoria, valo, sireeni, ketjua, ropelleja, lämpömittari, kierrosilmaisin, rattaita, renkaita.
Toiminta: Tuuletin alkaa pyöriä, jolloin lämpötilan pitäisi nousta +30. Sitten sen jälkeen pitäisi ruveta nousemaan palikka kippain. Sitten laitetaan tela pyörimään, jolloi kuljettaa palikat laatikkoon. Kippaimen pitäisi olla kenossa noin 10 sek. (PK/P6 ja P7.)

Molemmissa osaluettelosta lähteneillä suunnitelmilla keksinnön kehittelystä tuli sekavasti poukkoilevaa ja työskentely oli usein tuskaantunutta. Selkeän päämäärän puuttuminen näkyi myös motivaation vähenemisenä.

Pelastusauton ja Auton suunnitelmat muuttuivat jo alkuvaiheessa. Se ei kuitenkaan vaikuttanut työskentelyyn heikentävästi, koska uusi suunnitelma perustui tehtyihin välineistön kokeiluihin sekä ympäristöstä poimittuihin vihjeisiin. Pelastusauton suunnitelma:

Liukuhihna kuljettaa. Astemitta sammuttaa moottorin kun liukuhihna on pyörinyt tarpeeksi. (aika rakentamiseen)

Rakennelma muuttuu. Teemme telaketjuauton. Autossa on vilkut ja summeri eli summeri soi kun vilkut välkkyvät. Autoon tulee ehkä isot renkaat. Tela-auto on melkein umpinainen. Telaketju hylätty, renkaat valittu. (PK/P11,12 ja 14.)

P10 vaihtoi kokonaan keksintönsä ideaa Autokorjaamon tunkista Autoon. Kokeilun jälkeen hän havaitsi ideansa tunkista vaikeaksi toteuttaa ja valitsi sitten traktorien vetokisoista tutun aiheen. Hänen suunnitelmansa oli ytimekkäästi:

Autokorjaamon tunkki. Kun moottorin käynnistää, tunkki nousee.

Juttu hylätty.

Auto joka puoleksi vetokisaraktori. Siinä on vilkkuvat valot. (PK/P10.)

Kuularadan suunnitelma syntyi rakennepiirroksiksi. Siinä keksintö kuvattiin loogisesti ja selkeästi. Rakennepiirustuksen tekeminen edellytti pitkälle valmiiksi pohdittua keksintöä. Sen rakentaminen ja kehittäminen sujuikin sitten jouhevasti. Kokeiluihin ja ohjelmointiin jäi tiimillä keskimääräistä enemmän aikaa, mikä näkyi varsin kehittyneenä ohjelmointina. P2 ei tehnyt Ufokaarasta kirjallista suunnitelmaa. Hän suunnitteli rakennellessaan.

Keksimisen keksimisessä on oltava kärsivällinen, että sen saa onnistumaan. Käytän nyt esimerkkinä meidän robottia, jonka suunnittelu vei aikaa --. Suunnittelimme sitä mitä kummallisimmalla tavalla. (KS/T17.) Keksimisen keksiminen on käsitteenä suunnittelua, jossa etsitään keksinnölle aiheita, pääongelmaa. Se on ongelmien ja niihin liittyvien asioiden etsimistä ja havaitsemista. Kärsivällisyyden vaatimus kertoo tilanteen kaaoksellisesta sekavuudesta, mutta on samalla kokemusperäinen, myönteinen lupaus aikanaan seuraavasta onnistumisesta.

Luovan ongelmanratkaisun prosessin vaiheet (esim. Heikkilä 1981, 32-60) pyörivät oppilaiden suunnitellessa keksintöään. Oppilaat kartoittivat tosiasioita eli tekivät havaintoja, keräsivät, valitsivat, tulkitsivat ja yhdistelivät tietoa. Tässä ajaututtiin usein ahdistavaan epävarmuuden tilaan jäsentymättömän ja suuren tietomäärän kanssa. Kun jatkettiin *mitä kummallisimmalla tavalla* (T17), merkitykseltään analysoiden ja arvioiden havaintoja, niin ongelmat selkiintyivät. *Keksimisen keksimisellä* löydettiin pääongelma eli tuleva keksintö, jonka ratkaisemiseksi, keksinnön kehittämiseksi, etsittiin ja seulottiin alaongelmia. Tuotettiin monia vaihtoehtoisia ideoita divergentin ajattelun tapaan. Analysoiden ja arvioiden konvergentin ajattelun suuntaisesti päädyttiin tiettyyn uuteen valintaan. Ajateltiin analyttisesti, arvioivasti ja luovasti, mikä on luovalle prosessille ominaista. Käytännössä tämä tapahtui ryhmäprosessina, jossa kyseltiin, vastattiin, arvioitiin, ehdotettiin, perusteltiin ja kokeiltiin.

Suunnitellessaankin lapset mielellään kokeilivat käytännön rakentelulla. Abstraktisesti ei ongelmaa ollut helppo löytää saatikka käsitellä. Tarvittiin toimintaa

sopivan tiedon ja kokemusten hankkimiseksi. Sitten löydettiin ja paremmin ymmärrettiin aiheeseen liittyviä uusia käsitteitä, joilla virittäydettiin sujuvampaan luovaan ajatteluun. Aebli (1991, 269-285) jakaa käsitteenmuodostuksen teorian kahteen ryhmään, abstraktiteorioihin sekä yhdistämis- ja konstruointiteorioihin. Hänen mukaan ne täydentävät toisiaan. Tätä käsitystä vahvistaa lasten keksimisessäkin tapahtunut käsitteenmuodostus. Kun oppilas ei löydä tietovarastostaan ongelmaan sopivasti määriteltyjä käsitteitä tai ne ovat laajoja ja sisällöltään vaikeita, hän konstruoi, verkottaa uuden käsitteisisällön uusista kokemuksista saadulla tiedolla (Aebli 1991, 276). Aebli painottaa myös pragmatistisesti, että toiminta on tapa hankkia kokemuksia ja tietoa. Toiminnalla hankitut kokemukset ja tiedot ovat kyseiselle ihmiselle alkuperäisiä. (Aebli, 420.) Tällaisella uuden käsitteen muodostumisella näyttäisi olevan samankaltaisuutta luovuuden uuden syntymisen kanssa.

Keksimisen keksimisestä eli suunnittelusta löytyy Kivikon (1977) ehdottaman keksintöprosessin mallin (SRI:n prosessimallin) vaiheita. Edeltäviä vaiheita edustavat projektin aloittaneet opettajajohtoiset LEGO/Logo -oppimisympäristöön tutustuminen ja aloitusinformaatio. Tarveryhmän ilmaisi suunnitelmassaan selvästi Tutkijarobotin keksijät: ”*Tutkija, paikkoihin joihin ihminen ei voi mennä esim. tulivuori.*” Vaikka tarveryhmää ei päiväkirjoihin tullut merkittävää lähinnä rakentelukiireitten takia, se käytännössä tiedostettiin ja ilmaistiin lopullisesti valmiiden keksintöjen esittelyssä. Käytännössä tiedostetut, mutta ei kirjatut vaiheet, ongelman määrittely ja varsinkin valmistautuminen ratkaisuun nivoutuivat toteutuksessa muihin rinnakkain tapahtuviin vaiheisiin ja toimivat joustavasti osana kypsytelyä ja oivaltamista. Tarvikeluettelot ilmentävät valmistautumista ja samalla edellyttävät ongelman tiedostettua määrittelyä.

5.2.2 Toteutus - *se oli kova työ*

Toteutus tarkoittaa tässä keksintöjen alkusuunnittelun ja -ideoinnin jälkeistä työskentelyä, joka oli pääasiassa rakentelua ja ohjelmointia Lego/Logo -välineistöllä. Keksintöä lähdettiin työstämään leikinomaisesti ja hyvin motivoituneina. Toiminta oli

varsinkin alussa iloisen vapautunutta leikkiä, jossa jopa suunnitelmat ja päämäärät näyttivät unohtuvan. Myöhemmin toteutuksen aikanakin tuli samankaltaisia vaiheita. Kun keksinnön kehittäessä kohdattiin vaikeuksia, toiminta alkoi väsyttää tai muusta syystä tuli ahdistusta, siirryttiin leikittelemään. Leikittelyvaiheista annettiin vähätteleviä lausuntoja: *Ei edistytty (PK/P2). Me vain suunnittelimme ei muuta (PK/P1 ja P4). Ei tule mitään aikaan tällä tunnilla (PK/P14).* Myös onnistuneilla keksinnön osaratkaisuuilla leikiteltiin. Ahdistustunteen tilalla oli tällöin onnistumisen iloa: *Tunti oli hauska. Jippii! Saimme silmät vilkkumaan samaan tahtiin! --- Meni todella hyvin, kyllä me osataan!!! (PK/T13, T15 ja T17.)* Leikittelyyn johtaneista syistä riippumatta leikittelyvaiheesta löytyi spontaanisti keksinnön kehittelyn jatkolle ideoita ja uusia vaihtoehtoja.

Leikkiä vai työtä?

Bergströmin (1997b) mukaan leikki on kaaoksen tuomista järjestyneisiin rakenteisiin, aivoihin ja ympäristöön. Leikki avaa näin suljettuja järjestelmiä ja kehittää niitä uusille ennalta arvaamattomille kehitystasoille. (Bergström 1997b, 201.) Kaaosperäinen ”musta” leikki tuhoaa ja sekoittaa, järjestyksellinen ”valkea” leikki järjestää ja selkeyttää. Leikissä ja luovuudessa on yhtäläisyyksiä:

”Molemmat tuovat kaaoksen järjestykseen, synnyttävät odottamattomia ideoita, tuhoavat ja tuovat muassaan katastrofeja, kehittävät avaamalla suljettuja järjestelmiä, molemmat ovat logiikan ulottumattomissa, molemmat tukahtuvat ylenpalttisessa järjestyspaineessa ja molemmilla on suuri hintansa: siksi suunnitellut ohjelmat eivät ole kestäviä.” (Bergström 1997b, 208.)

Tässä keksimistapahtumassa lasten vapaassa, avoimessa toiminnassa leikkimisen luovuus auttoi ja tuki keksinnön kehittelyä. ”Mustalla” leikillä luodut mielikuvat kehiteltävän keksinnön toimintaympäristöstä antoivat keksinnön kokeiluihin toden tuntua ja virittivät ideoimaan.

Toiminnan edetessä leikeistä tuli konstruktivisempia. Piagetin (1962) mukaan konstruktiiiset leikit ovat sensomotorista ja symbolista toimintaa. Leikin symbolinen

toiminta on luonteeltaan adaptoituvaa ja konstruktiiivisella leikillä voidaan lähestyä työn käsitettä. Kun leikki ja työ määritellään vastakkaisiksi, niin konstruktiiivinen leikki liikkuu leikeistä lähellä työtä. (Piaget 1962, 109-113.)

Lasten keksimistoiminta muuttui vähitellen totisemmaksi ponnisteluksi ja sitä mukaa se koettiin lopussa enemmän työnteoksi. Toiminnan ohjelmointiosa koettiin vaikeaksi ja työskentely alkoi tuntua opiskelulta, koululaisten työltä. Toisaalta keksinnön valmistumisen aikataulu aiheutti stressaavaa kiirettä. Kun toiminnan alussa kommentoitiin, että tuntui *mukavalta ku sai rakentaa leegoja* (KK/P1), niin työskentelyn lopussa päiväkirjoissa ja kirjoitelmissa käytettiin kattavasti työ -käsitettä kuten:

Parini teki suurimmaksi osaksi tietokonetyöt ja minä rakennustyöt (KK/T9).

Se oli kova työ (KK/P18).

Tässä työssä oppii kyllä parityötä, kärsivällisyyttä., -- ja työssä pitää olla hyvä pinna ainakin jos on yhtä käsiin hajoava työ kuin meillä (KK/T9).

Tiimit yhteistyössä

Oppilaat suhtautuivat työilmapiiriin persoonallisesti omasta taustasta riippuen. Suomala (1992) jakaa tutkimuksessaan Logo-oppimisympäristössä ongelmanratkaisijat kolmeen ryhmään: passiivisiin, itsenäisiin ja impulsiivisiin (Suomala 1992, 94-98). Keksintöjen alkusuunnittelun, yhteistyön ja opettajariippuvuuden perusteella arvioiden keksijäoppilaatkin profiloituivat helposti mainittuihin ryhmiin. Passiiviset ja osa impulsiivisista pysyivät opettajalta ohjausapua erityisesti ohjelmointivaiheessa. Avun tarve lisääntyi työn tunteen ja stressin lisääntyessä. Näillä oppilailla alkoi ilmetä tyytymättömyyttä ja ärtyisyyttä kohdistuen välineisiin, ohjauksen saatavuuteen ja jonkin verran tiimikavereihinkin.

Tutkijarobotin, Kuularadan ja Ufokaaran kaikki keksijät olivat selkeästi itsenäisiä. He toimivat yhteistyössä itseohjautuvasti, keskustellen määrittivät ongelmat ja ratkaisivat ne itsenäisesti tasavertaisella, toisensa hyväksyvällä asenteella:

Meidän yhteistyö sujui ihan hyvin. Yleensä T9 rakensi ja mä tein tietsikalla. Meidän tiimi toimi tasavertaisesti (mun mielestä). Joskus palat loppu kesken ja

siitä tuli pientä riitaa muiden ryhmien kanssa. Mun ja T9:n välillä ei mitään riitaa tullut, koska kumpikin perusteli oman mielipiteensä asiasta ja siitä aina jompikumpi tajusi, että kaverin idea oli parempi. -- Opin myös ottamaan enempi toistenkin mielipiteitä vastaan. (KK/T8.)

Romutehtaan tiimissä oli itsenäinen ja impulsiivinen ongelmanratkaisija. Tämä tiimi toimi myös itseohjautuvasti ja kekseliäästi. P18 ja P16 kehuivat yhteistoimintaa:

P16 oli hyvä toveri, koska hän keksi sen tehtaan ja auttoi minua (KK/P18). Meille ei tullut mitään riitaa ja me tehtiin mitä toinenkin halusi. -- P18 oli hyvä pari. (KK/P16.)

Pelastusauton tiimissä oli itsenäinen, impulsiivinen ja passiivinen ongelmanratkaisija. Tässä itsenäisen tuella passiivinen ohjautui mukaan työskentelyyn. Impulsiivinen ei aina ollut tyytyväinen itsenäisen persoonaan eikä passiivisen osallistumiseen, mutta passiivinen tunsii viihtyvänsä ja oli tyytyväinen tiimiin kuulumisesta:

Minusta P14 määräili meitä liikaa ja P11 ei tehnyt mitään järkevää. Minä tein melkein kaikki toiminnot, mutta P11 ei tehnyt paljon muuta kuin omia virityksiä. (KK/P12.)

Oli hauskaa, koska olin P14 ja P12 kanssa samassa ryhmässä (KK/P11).

Tervehtijän keksijät olivat kaikki impulsiivisia ja heidän työskentelyssä oli eniten iloista leikkimistä, mikä ei aina kyllä suuntautunut keksinnön tekemiseen. Ideoita ja oivalluksia syntyi hyvin, mutta suunnitelmalliseen kehittelyyn tiimi tarvitsi ohjausta. Punaisen legoläjän tiimissä kumpikin oli impulsiivinen. Toiminta oli alussa erittäin innostunutta. Kokonaissuunnitelman jäätyä hataraksi työskentelyyn tuli vaikeuksia, mikä vähensi motivaatiota. Väheksyvästi kielteinen *Legot ovat kersojen leluja* (KK/T5) -asenne LEGO/Logo -oppimisympäristöön haittasi työskentelyä etenkin loppupuolella. Kummassakin impulsiivisten tiimissä ei toisiin ryhmän jäseniin oltu kovin tyytyväisiä:

Piti sanoa välillä, että voisitteko tekin ajatella tätä työtä!?! -- Mielestäni ryhmät saisivat olla ehkä vähän erilaisia. (KK/T15.)

Ei ryhmässäkään ollut kehumista, koska kaikki kolme olivat niin äreitä ja hermostuivat äkkiä. Itsekin olin kerran vähällä polttaa päreeni! Viimeisellä kerralla yksi leikki, yksi kyseli: "No mitä tähän pitää laittaa?" ja kolmas yritti auttaa tietokoneella olevaa ja samalla yritti pyytää yhtä lopettamaan leikkijään. Joka kerralla tuntui vähän hermostuneelta. (KK/T17.)

Keksijän lelun tiimissä toinen oli impulsiivinen ja toinen passiivinen. Tällaisen työparin yhteistoiminta sujui huonosti ja opettajan ohjausta tarvittiin usein, kun selkeä

suunnitelmallisuus puuttui. Keväällä työn valmistuttua impulsiivisen mielestä kaveri oli *täys ääliö*. Syksyllä lauhtuneena mielipide oli, että kaveri *ei tehnyt paljoakaan työn eteen ja niinpä tein sitä yksin, kun kaveri teki jotain muuta*. Tässä *muuta* merkitsi leikkimistä.

Lasten keksimisprojektissa itsenäisen ongelmanratkaisijan kuuluminen tiimiin varmisti sen omatoimisuutta. Passiivinenkin toimi mukana tiimin sisäisen ohjauksen turvin. Impulsiivisen ja passiivisen yhteistyö oli vaikeaa. Kokonaan impulsiivisten ryhmät tuhlasivat luovuutensa tuloksia lyhytjännitteisyydellään ja liialla kriittisyydellään, mikä ilmeni joskus toiminnassa jopa toisten häiritsemisenä. Motivoituneet itsenäiset keksijät arvostelivat heitä. P4 toteaa: *”Opin kumminkin ohjelmoitaessa, että kaikki ei heti onnistu ja siihen tarvitaan kärsivällisyyttä (mitä kaikilla ei valitettavasti ei ole).”* (KK/P4.)

Tiimien välinen yhteistyö oli useimmiten neuvottelua välineistä ja vuoroista. *Joskus palat loppu kesken ja siitä tuli pientä riitaa muiden ryhmien kanssa* (KK/T8). Vihjeitä, arviointeja ja parannusehdotuksiakin tarjottiin naapuriryhmille. Positiivisinta oli osaamisen jakaminen toisille luonnollisena oppimisena. Toiminnan ilmapiiriin myönteisyys syntyi onnistumisten jakamisesta ja opitun avoimista esittelyistä. Se vähensi huomaamatta tarvetta kilpailemiseen keksimisen paremmuudesta. Toisten tiimien ideoita kunnioitettiin ja tietoisesti niitä vältettiin käyttämästä omassa keksinnössä. Sille keksittiin toisenlainen sovellus. Kirjoittamaton patenttioikeus oli ikään kuin hiljaisena voimassa. Muutama kohtelias neuvottelukin käytiin toisen tiimin idean soveltamisesta ja käyttöoikeudesta.

Kaiken kaikkiaan tiimien sisäisestä yhteistyöstä oppilaat saivat kokemuksen kautta viisautta, minkä T8 kiteytti kirjoitelmaansa: *”Opin myös ottamaan enempi toisten mielipiteitä vastaan”* (KK/T8). Toiminnan edetessä tämä toisten huomioiminen kehittyi yhä tärkeämmäksi periaatteeksi. Oli huomattu, että toisten ideoita kannatti kunnioittaa ja samalla saatu rohkeutta omien ideoiden esittämiseen. Kritiikkiä kestettiin paremmin, kun sitä opittiin keskustellen perustelemaan. Kritiikki sulautui huomaamatta idean kehittelyyn. Kun keksinnön valmiiksi saamisen paineet lisääntyivät, vastuuta oli opittu kantamaan yhdessä ja oppilaat huomasivat

selvittävänsä ylivoimaisiltakin tuntuvia ongelmakohtia, mikä koettiin lopussa helpotuksena, onnistumisen ja työn ilona:

Se otti välillä pahasti hermoille. Mutta sitten kun se viimein tuli valmiiksi, tuli hyvä ja helpottunut olo. Oikein onnistumisen ilo. (SK/T8.)

Keksiminen on aika mukavaa. Me rakennettiin kuljetushihna. Sen rakentaminen oli helppoa, mutta ohjelmoiminen aika vaikeaa. Mutta kyllä se tuli ohjelmoitua. Minun mielestä me saimme ihan hyvin tehtyä. Eikä se niin kauhean vaikeaa ollut, vaikka se vähän vaikeaa alus oli. (SK/P16)

5.2.3 Keksintöjen arviointi

Heikkilän (1981) mukaan lapsi odottaa välitöntä palautetta ja tuotteittensa testausta, mikä tapahtuu yleensä toisten subjektiivisella arvioinnilla. Kysymyksessä on interaktioprosessi, jossa lapsi kommunikoi tuotteellaan ja peilaa itseään ympäristöön myös vaikuttajana. Tätä Heikkilä pitää luovan ongelmanratkaisun prosessin yhtenä olennaisena osana. Arviointiin sisältyy ratkaisun testausfunktion lisäksi mm. modifiointia, kommunikointia, korjauskierroksia, ideoiden kokeiluja ja valintoja. (Heikkilä 1981, 30-31.)

Keksijälapset arvioivat keksimisprojektia päiväkirjoissaan ja kirjoitelmissaan, sekä valmiita keksintöjä eräänlaisena laaduntarkkailuna vielä yhtenä projektin vaiheena. Keksintöjen tekemisessä hankitusta tiedosta ja kokemuksesta rakentui lapsille asiantuntijuutta, joka tuki arvioinnin onnistumista. Asiantuntija pystyy arvioimaan syvällisemmin, monipuolisemmin ja todemmin. Haapasalon (1997) mukaan ekspertin (kokeneen) tietorakenne on kytkennöiltään rikas ja noviisin (aloittelijan) köyhä (Haapasalo 1997, 60). Arviointi kuvailee kutakin keksintöä enemmän tai vähemmän ekspertin lapsikeksijän näkökulmasta. Keksinnön arvioinnin analyysi ja sen tulkinta täydentävät osaltaan keksintöprojektin kuvausta.

Arvioinnin lähtökohtana oli löytää jokaisesta keksinnöstä vähintään yksi hyvä ja yksi huono ominaisuus. Tällä ohjeella pyrin vahvistamaan keksijän itsetuntoa ja oppimista uusien näkemysten kautta, mutta myös sietämään kritiikkiäkin. Arvioinnin

keskeisimpiä kategorioita olivat toiminnot, toiminta, rakenne, näyttävyys, hyöty, omaperäisyys ja korjausehdotukset.

Toimintojen, ohjelmoitavien komponenttien, määrä koettiin yhdeksi keksinnön laatuksiteeriksi. *Työ on paras, koska siinä on paljon juttuja* (P10). Pelkkää lukumäärää ei ainoastaan arvostettu, vaan että laitteessa oli *hyvin soviteltu toiminnot* (P14) tai se oli *monimutkainen* (T13). Toisaalta monimutkaisuus saattoi vähentää keksinnön arvoa, jos *siinä on myös aika paljon turhaa --* (T9). Monet arvelivat hyvän keksinnön olevan pelkistetyn eli *siinä on paljon toimintoja ja tehty vähillä osilla* (P12). Yksinkertainen idean toteuttaminen nähtiin keksinnön vahvuudeksi.

Toimintakykyä ja toimintavarmuutta arvioitiin keksinnön perusfunktiona. Kun keksintö toimi varmasti, sai se varauksetonta kiitosta ja keksijät kunnioitusta. Toimintakykyä määriteltiin *hienolla liikkumisella* (T15), *käytännöllisyydellä* (T17), *herkkyydellä* (T17), *nopeudella* (P4) ja *automaattisuudella* (P6). Toimintavarmuutta kommentoitiin myönteisesti *kestävyydellä* (P10) ja *jaksamisella* (P1), mutta epäilevästi *monimutkaisuudella* (T3) tai *toimii kuulemma hyvin* –arvelulla (T9). Rakennetta tarkasteltiin omista legojen rakentamiskokemuksista viisaina. Legorakenteiden kestäviksi saaminen muodostui jokaisessa tiimissä merkittäväksi ongelmaksi. Huomattiin, että tässäkin tarvittiin kekseliäisyyttä. Alettiin arvostaa keksinnössä tukevuutta ja koossapysymistä. Toistuvat rakenteiden hajoamiset koettelivat kärsivällisyyttä ja pitkäjännitteisyyttä ja nämä ominaisuudet yhdistettiin yhä selvemmin keksimiseen.

Näyttävyys ja esteettisyys oli erityisesti tyttöjen arviointiteema. *Tönkkö* (P1, P4 ja P6), *jäykkä* (P10) ja *mahtava* (P18) olivat poikien näyttävyysarvioita, kun taas *siisti, sekava* (T15 ja T9), *hauskan näköinen, jännän näköinen* (T3), *kivan näköinen* (T8) ja *aidon näköinen* (T17) ilmaisuja käyttivät tytöt. Ufokaaraa arvioitiin eniten *hienoksi keksinnöksi*. Ilmaisua toki saattoi yleisilmauksena merkitä muidenkin kategorioiden arvioimista. T17 arvioi omaa keksintöään varsin esteettisperäisesti: ”*Robotti on aika tyhmännäköinen, koska emme tehneet sitä mihinkään hienompaan asentoon, eikä samanvärisiä palojakaan ollut niin paljon tai hyvänmuotoisia, että olisi saanut hienoksi*”. Arvioinnin perusteella keksintöjen näyttävyys oli tiimien toiminnassa yksi

tärkeä tavoite. Silläkin haettiin keksinnölle hyväksyntää eli keksintöä “myytiin” ympäristöön (vrt. Kivikko 1977, 31-32).

Keksintöjen hyödyntämistä ja tarkoitusta pidettiin itsestään selvänä. Keksintö käsitteenä katsottiin merkitsevän myös hyödyn ja tarkoituksen. Arvioinnissa tämä ilmenee siitä, että hyödyn puuttumista arvioitiin aina ja ankarasti, mutta vain pari arviota tuli hyödyn myönteisestä huomioimisesta. Kielteisesti hyödyttömyys todettiin suorasukaisesti, että *ei tee mitään erokoista* (P2) tai *hyödytön* (T17). Arvioitsijoiden erilainen kriteeritausta saattoi aiheutti joskus vastakkaisia mielipiteitä. Keksijän lellulla P2:n mielestä *oppii leikkimään*, mutta T8:n ja T9:n mielestä *sillä ei tavallaan ole mitään erityistä tarkoitusta*. Eriävät mielipiteet leikin hyödyllisyydestä vaikuttivat tässä erilaiseen arvioon keksinnöstä.

Omaperäisyyden, luovan tuotteen keskeisen ominaisuuden, arvostus näkyi myös keksintöjä arvioitaessa. Kirjoitelmissa tähän puututtiin selvemmin. Omaperäisyyden puutetta T18 arvioi huomauttamalla Pelastusautosta, että *niin monella on auto* ja Punaisesta legoläjästä, että *sillai samanlainen ku useimmilla: auto*. Omaperäisyyttä ja erikoisuutta tarkasteltiin suunnittelua, ideointia ja kekseliästä toteutusta arvioiden myönteisesti. Varsin lukuisat ilmaisu, kuten *hyvin keksitty, hyvin suunniteltu, hyvin ohjelmoitu ja hyvin soviteltu toiminnot*, voidaan tulkita keksintöjen ainutkertaisuuden arvioiksi ja vahvistukseksi lasten mielestä keksintöjen olleen luovia tuotteita. Selkeät omaperäisyysarviot olivat *silmään pistävä* (T8) Tervehtijästä ja *erikoinen* (T3) Autosta. Korjausehdotuksien esittäminen osoittaa kriittistä tutkivaa kiinnostusta keksintöihin. Keksintöjen arvioiva tutkiminen viritti oppilaiden ideointia ja avasi tietä ideavuolaudelle. Keksintöprojektissa saatua keksimisen asiantuntijuutta haluttiin osoittaa ja jakaa. Asiantuntijuus rohkaisi itsetunnon arempia. Asiantuntijuuden jakaminen merkitsee kritikointia, mutta toisaalta myös tiimityöskentelyssä kehittyntä ja vallinnutta sosiaalisuutta. Haluttiin kehittää toistenkin keksintöjä, mikä oli koettu omaa keksimistä auttavaksi ja palkitsevaksi. Kritiikkiä korjausehdotuksissa pyrittiin pehmentämään. Käyttämällä ”olis in tehnyt toisin” -sanamuotoa ei arvioitavassa keksinnössä käytettyä ratkaisua tyrmätty täysin vääräksi. Ehdotusten perustelut lisäsivät myös arvioinnin rakentavuutta ja vähensivät väärinymmärtämisen

mahdollisuutta. Keksintöjen kehittälykeskustelut osaltaan olivat harjaannuttaneet tätä kritiikin jyrkkyyden välttämistä:

Olisin vähentänyt joitain laitteita, kun piuhat tulee aivan tielle (T9).

Olisi voinut laittaa renkaat ketjujen sijasta (P6).

Olisin vaikka laittanut valoja, kun kuula tulee perille (P4).

Pyörät olisi saanut olla isommat (T15).

5.2.4 Didaktiset tulkinnat

Tässä didaktiset tulkinnat sijoittuvat lähelle luovan ongelmanratkaisun didaktiikkaa. Etukäteen varsinaisia didaktisia luovan ongelmanratkaisun työtapoja ei opetettu, koska arvelin niiden vaikuttavan hämmentävästi lasten keksimiseen. Opettajana annoin kyllä kysyttäessä didaktisia ohjeita ongelmien ratkaisuvaiheissa, elleivät oppilaat spontaanisti niitä keksineet tai havainneet.

Keksinnön tekemisessä ongelmia ratkaistiin avoimessa järjestelmässä eli keksijä itse keksi ongelmat ja sitä kautta uudet mahdollisuudet ratkaisemiseksi (ks. Heikkilä 1981, 20; Sahlberg ym. 1993, 16-18). Ongelman löytäminen ja tunnistaminen on usein vaikein vaihe luovassa ongelmanratkaisussa. *Alku oli kaikkein vaikein (KK/P4)* myös P4:n mielestä. Oppilaat tulivat huomaamattaan ongelmaherkiksi itse löytämästään ongelmasta ja divergoiva ideointi vapautui alkuun päästyään. Motivoitumista ja virittäytymistä luovuuteen lisäsi LEGO/Logo -oppimisympäristö sekä avoimuudesta lähtenyt vapaus. Samalla virittäytyi myös joustava, monenkeskinen sosiaalinen vuorovaikutus. Kaikki tämä rohkaisi ja lisäsi itseluottamusta omiin mahdollisuuksiin. (Vrt. Sahlberg ym. 1993, 19-24; Heikkilä 1981, 24-31.)

Keksimisprojektissa toteutui luonnollisella ja spontaanilla tavalla keskeisimmät perinteisistä ja yleisistä didaktisista periaatteista. Havainnollisuus, aktiivisuus ja motivoituneisuus lähti jo LEGO/Logo -oppimisympäristöstä. Paras motivaatio syntyi kuitenkin spontaanisti ideoista ja onnistumisista. Elämänläheisyys ilmeni esim. keksintöjen aiheissa, jotka itse valittuina liittyivät oppilaan omaan ajatusmaailmaan. Yhteistoiminnallisuutta opittiin kokemuksien kautta ja se huomattiin kauttaaltaan tiimeissä tärkeäksi, jopa välttämättömäksi keksinnön onnistumiselle. Yhdessä oppimisessa ja tiimityöskentelyssä oppilaat havaitsivat myös yksilöllisyyden

merkityksen etenkin ideoinnissa ja luovaan prosessiin liittyvässä arvioinnissa. Samalla metakognitiivisuuteen viittaavaa itsearviointia suoritettiin uudella, avoimemmalla tavalla omasta työskentelystä usein konkreettisten tuotosten avulla. Didaktiikan tavoitteellisuuden periaate oli koko ajan läsnä päätavoitteena eli keksinnön valmistumisena, mutta oppilaat suunnittelivat jatkuvasti spontaanisti välitavoitteita organisoiden samalla myös omatoimisesti työskentelyään oppimisympäristön resurssien mukaisesti.

Oppimista ei mitattu erityisin mittarein. Keksimisprojektin oppimistavoitteet olivat kovin monitahoiset ja oppiminen ei kaikilta osin edes mitattavissakaan. Yhtenä opetuksellisena tai enemmänkin kasvatuksellisena tavoitteena oli kehittää oppilaitten yhteistoiminnan osaamista tiimityöskentelyllä. Keksimisprojektissa lapset huomasivat entistä tärkeämmäksi yhteistyökyvyn. Yhteistyö huomattiin ehdoksi keksinnön kehittelyn etenemisessä toimi sitten yksin tai pieninä tiimeinä. Yhteistoiminnasta kehittyi kehittäjäverkosto, jossa kiinnostuttiin toisten keksimisestä huolestumiseen saakka. Kun jonkin keksijäryhmän luomistuska nousi liian korkealle, apua löytyi naapureilta arviointina, kysymyksinä jopa ehdotuksina.

Keksintöprojekti sisälsi opetussuunnitelman mukaisia oppisisältöjä ja kattavasti eri aiheita oppiaineista. Keskeisimmin integroituvia oppiaineita olivat äidinkieli (esim. kirjoitelmat, päiväkirja, arvoinnit, keskustelut, esittelyt ja keksintöön liittyvä kirjallisuus), matematiikka (esim. ohjelmointiin liittyvät määrittelyt), englannin kieli (logo -ohjelmointi) ja luonnontieto (esim. erilaiset keksintöihin liittyvät fysikaaliset ilmiöt ja visiot toimintaympäristöistä). Oppisisällöistä luonnollisesti keskeisimpiä olivat teknologia ja tietotekniikka LEGO/Logo -oppiympäristönkin takia. Alkujaan oppilaitten keksintöprojektin idea lähti teknologiakasvatustavoitteista ja erityisesti tutustumisesta teknisiin laitteisiin. Ote tietotekniikkaan syventyi oppilaidenkin mielestä. Rohkeus tietokoneiden käyttöön lisääntyi merkittävästi luonnollisella tavalla vastavuoroisesti toisiaan neuvoen. Tietokoneeseen suhtauduttiin inhimillisemmin ja läheisemmin. Logo-ohjelmoinnista kiteytti T8: *"Musta opin enempi ajattelemaan niin kuin tietokone ajattelee"* (KK/T8).

Opettajana keksintöprojektissa oli jatkuvasti tiedostettava ohjaajan asema. Siihen asemaan kuului mahdollisimman vähäinen puuttuminen oppilaitten toimintaan. Tässä varsinkin opettajariippuvaiset, ongelmanratkaisijoina passiiviset ja joskus myös impulsiiviset kokivat opettajan suhtautumisen kielteisesti tai olivat tyytymättömiä ohjaukseen kuten: ”-- ja joskus opeki tuli siihen sekaan ja teki joitain asioita aivan just niinku ei pitäny.” (KK/T5). Ohjaajana pyrin havainnoimaan oppilaantuntemukseni pohjalta eniten juuri näitä tiimejä ja olemaan ajan tasalla toimintaongelmista. Silloin oli paremmin mahdollista esittää oppilaan omaan arvioivaan pohdintaan opastavia huomioita. Tällaisten metakognitiivisten kysymysten seurauksena oppilaan selonteko tilanteesta auttoi ratkaisun löytymistä. (Vrt. Hakkarainen ym. 2000, 218.)

Oppilaiden keksimisongelmista lähtenyt oppiminen näytti tapahtuvan toistuvasti tapahtumaketjulla, jossa ensiksi oppilaan aikaisemman tiedon pohjalta syntyi idea. Sitä kehiteltiin keskustellen, selittäen ja arvioiden. Tietoaukkoja paikattiin oppaista ja toisilta haetulla lisätiedolla. Tässä oppimisketjussa opittiin keskustelun ja kehittyvän itsearvioinnin kautta havaitsemaan omat tietoaukot ja sen pohjalta muodostamaan omia tavoitteita ja keinoja tiedonhankintaan. Keskustelussa oppilaat ikään kuin opettivat toisiaan vastavuoroisesti. Näin oppilaat oppivat käsittelemään ongelmia toisiaan opettaen, analysoiden ja omaa toimintaa arvioimalla. Harjoiteltiin metakognitiivisia taitoja. (Vrt. Hakkarainen ym. 2000, 170-171.)

6 POHDINTA

6.1 Tulosten anti

Keksintöjen tekeminen LEGO/Logo –oppimisympäristöllä oli lähes kaikista oppilaista mukavaa ja mielenkiintoista. Rakenteluvaihe koettiin leikiksi, vaikka rakennelmien hajoamiset sitä häiritsivät. Oppilaat toimivat koko projektin ajan tehtävään sitoutuneesti. Motivaatio väheni selvästi vain parilla oppilaalla, jotka havainnoista ja oppilastaustoista päätellen eivät pystyneet tarpeeksi hyvin irrottautumaan tutusta suljettujen, valmiina annettujen ongelmien ratkaisemisesta ja siirtymään avoimeen systeemiin, jossa ongelmat on itse löydettävä ja valittava ratkaistavakseen. He kokivat keksimisessä kaaosmaista, hallitsematonta sekavuutta. Heidän mielestä perinteinen oppikirjojen kautta työskentely olisi ollut tärkeämpää. *Monta koulukirjaakin jäi kesken niiden (legojen) takia* (KK/T3). Näiden kahden viides- ja kuudesluokkalaisen tytön äänekkäästikin esittämät kielteiset mielipiteet vaikuttivat projektin loppupuolella nuorempien tyttöjen työskentelyyn ja mielenilmaisuihin. Haluttiin samaistua isompiin tyttöihin. Tyytymättömyyteen ja motivaation vähenemiseen tytöillä vaikutti varmaan myös heidän vähäinen harrastuneisuus rakenteluun. Projektin jälkeen arvioiden tyttöjen olisi ollut sopivampaa ensin harjaantua enemmän etenemällä keksintöprojektiin LEGO/Logo -oppimisympäristön ohjekirjojen antamien mallintamisharjoitusten kautta.

Yksi oppilas ei pystynyt yksin eikä tiimeissäkään tavoitteelliseen toimintaan keksinnön aikaansaamiseksi. Hänen kykynsä eivät olleet riittävät yksin LEGO/Logoilla keksimiseen ja passiivinen asenteensa yhdessä toimimiseen vaikeutti sosiaalista tiimityöskentelyä ja seurauksena oli tietynlainen syrjäytyminen työskentelystä. Opettajan ohjauksella ja tiimin velvollisuuteen vetoavilla ehdotuksilla oppilas kuitenkin työllistyi. Ulkopuolisuuden tunnetta oppilas ilmensi tiimin valmistamaan keksintöön kohdistetulla välinpitämättömyydellään ja vähättelemisellään. Taitavalla keksimistiimien muodostumisen ohjaamisella edellä todetun kaltaista oppilaan syrjäytymistä olisi voinut ehkäistä. Tässä lasten keksimisprojektissa oli kuitenkin tavoitteena vapaan ryhmämuodostumisen avulla luoda mahdollisimman saumattomasti toimivat tiimit.

Kokemukset kokeilun yhdestä kohteesta, LEGO/Logo –oppimisympäristöstä, olivat myönteisiä. LEGO/Logo tarjoaa mielenkiintoisen ja helppokäyttöisen konkreettiseen lopputulokseen johtavan ohjelmoinnin harjoittelukeinon ja helpottaa teknologian ymmärtämistä. Saatu välitön palaute rohkaisee oppijaa erilaisiin kokeiluihin ja hän alkaa käyttää erilaisia ajattelun strategioita. LEGO/Logo tukee älyllistä sosiaalista vuorovaikutusta ja lisää metakognitiota, oman älyllisen toiminnan tiedostamista, ohjaamista ja säätelyä. Oppilaat oppivat työskentelemään paremmin yhdessä ja kuuntelemaan kriittisesti toisten mielipiteitä oman ajattelun kehittyessä.

Metakognitiivinen ajattelu näytti lisääntyvän selvästi etenkin onnistuneissa tiimityöskentelyissä. Tämä ilmeni omien töiden ja toimintojen lisääntyneenä arviointina ja seuranneena itseohjautuvuutena omassa ja sitä kautta myös tiiminsä toiminnassa. Metakognitiivisia taitoja opittiin lisää tiimeissä yhteistoiminnallisesti luonnollisella tavalla, vaikkakin usein mallioppimisen viitoittamana. Saatiin toisilta itsearvioinnin malleja. Toisten antama myönteinen arviointi kasvatti itsetuntoa ja myönteisiä arvioita opittiin vastavuoroisesti antamaan herkemmin, ikään kuin hyvä palkittiin hyvällä. Arvioinnit opittiin antamaan perusteltuina ja ellei, niin perusteluja kysyttiin, jopa vaadittiin. Tämäkin harjaannutti metakognitiivisuutta eli toisten perustellut mielipiteet avasivat tietä itsearvioinnille.

Tiimityöskentelyn aikana opittiin paremmin sietämään kriittistä arviointia, koska huomattiin sen edistävän oman keksinnön kehittelyä. Epäonnistumisiin suhtautuminen muuttui maltillisemmaksi, kun koettiin sen kautta syntyvän uusia mahdollisuuksia. Hyväksyttiin luovuuden ominaisuus, että uusi tuhoaa aina jotain vanhaa (ks. Bergström 1997a, 31 ja 1997b, 157). Keksintöjen tekeminen kehitti näin oppilaan itsehillintää, jota edesauttoi osaltaan voimakkaaseen motivaatioon yhdistynyt keskittymiskyvyn kohentuminen.

Motivaatiota, päämäärään suuntautuvaa käyttäytymistä (Hirsjärvi 1982, 119), piti yllä tavoite tulevasta keksinnöstä. Projekti kesti noin kuukauden ja lasten pitkäjännitteisyys joutui kovalle koetukselle. Leikinomainen innokkuus muuttui keksintöprojektin kuluessa lähemmäs opiskelulta tuntuvaa työntekoa. Motivaation vaihtelua oli selvimmin impulsiivisilla ongelmanratkaisijoilla. Rakenteluun liittyvä leikkiminen tuki passiivisten ongelmanratkaisijoiden työskentelymotivaatiota, joka

heillä väheni selvimmin. Itsenäiset ongelmanratkaisijat olivat hyvin motivoituneita koko projektin ajan, mikä heijastui myönteisesti tiimityöskentelyssä impulsiivisiin, jopa passiivisiin ongelmanratkaisijoihin.

Oivalluksista ja onnistumisista lähteneet myönteiset tunnepurkaukset ylläpitivät lapsikeksijöiden motivaatiota. Etenkin projektin loppupuolella, kun sinnikkyyttä eniten tarvittiin, oli nähtävissä reflektiivisyyteen viittaavaa omakohtaista vastuunottamista työskentelystään ja oppimisestaan (ks. Eteläpelto 1992, 40). Tunnetilat ikään kuin kantoivat tahtotilaa ponnistella keksinnön valmistumiseksi työläiden vaiheiden yli. Huomattavaa tukea tähän tuli toisilta keksijöiltä ja avoimen oppimisympäristön keksimiskulttuurista.

Avoimuutta lasten keksintöprojektissa oli monessa mielessä. Keksimiseen lähdettiin avointen ongelmien vaatimuksesta eli keksijä itse etsi ongelman, johon liittyi monia ratkaisumahdollisuuksia. Tästä oppilas eteni divergentisti vaihtoehtoisia ratkaisuja keräten. Tässä harjaannuttiin ideavuolauteen, mikä on luovuudelle tunnusomaista. Valittuaan ongelman oppilas saattoi käyttää vaihdellen tarpeen mukaan divergenttiä tai konvergenttiä ratkaisutapaa. Molemmat ajattelutavat ja ongelmien ratkaisutavat harjaantuivat.

Muu avoimuus näkyi keksimisprojektissa konkreettisemmin. Vapaa avoimen oppimisympäristön käyttö ohjasi avoimempaan toimintaan. Tiimeissä ja tiimien välillä tapahtui avointa opetusta. Oppilaat itse olivat toistensa opettajina arvonannon ja kunnioituksen lisääntyessä oppilaiden välillä. Seurasi avoin ilmapiiri, jossa ei piiloteltu omia oivalluksia, vaan avoimemmasta keskustelusta hyötyivät kaikki keksijät. Tässä lapsikeksijät erottuvat mielestäni aikuiskeksijöistä. Aikuiskeksijöiden keksintöihin liittyy taloudellisen menestymisen tavoite, jota turvataan salassapidolla. Avoimuuden puutteen kielteistä vaikutusta voidaan vähentää tiimityöskentelyllä, jossa tiimin sisällä toteutuva avoimuus on edesauttamassa keksimistä.

Jos Kivikon (1977, 31-32) ehdottamaa keksintöprosessin mallia pidetään aikuiskeksijän prosessina, niin lapsikeksijän keksintöprosessista löytyvät samat vaiheet. Prosessin eri vaiheet kylläkin eriytyvät tarkoitussisällöltään lapsinäkökulman ja aikuisnäkökulman eroilla. Aikuisten keksimiselle toivoisi enemmän lasten luovan

leikin sisältämää kykyä synnyttää ideavuolautta tutkimalla ”mahdollisuuslaseilla mahdollisuuspilveä” (Bergström 1997a, 46-53).

6.2 Tutkimuksen arviointi

Lasten keksintöprojektin onnistumisen keskeisimpiä edellytyksiä olivat vapaus ja avoimuus. Jonkin verran työskentelyvapautta rajoittivat LEGO/Logo –välineiden riittämätön määrä ja toimintapaikan ahtaus, mikä vaati osaltaan kekseliäitä sopeutumiskäsitteitä ja harjoitutti näin keksimistä. Vapaus ja yhdessä toimimisen sosiaalisuusaspekti kehittivät vastuuta toistenkin työskentelystä ja jos sitä joku oppilaista ei heti oivaltanut, sen hänelle kaverit osoittivat.

Kvalitatiivisen tutkimuksen uskottavuuden osoittaminen ei ole ainoastaan tutkijan vaan myös lukijan ongelma. Laadullinen tieto voi olla symbolista, yhteyksiin kätkeytyntä, jopa arvoituksellista. Näin tekstikään ei ole aukotonta. Laadullisen tutkimuksen ratkaisut ovat avoimia ja eläviä. Ne avautuvat eri lukijoille erilaisina uusina elämyksinä ja oivalluksina. Ilmiö todellisesti kuvattuna ja ainutkertaisena on uskottavampi, kun sitä vertaillaan eri yhteyksissä. Uskottava teksti välittää toimijoiden oivallukset ja kokemukset uusina haasteina lukijoille. Uskottavuutta lisää analyysin sisältämä reflektiivinen selostus tutkijan tulkinnasta. Analyysin osoittamat aineiston jännitteet, vastakkaisuudet, ristiriitaisuudet sekä selvyys aineiston valinnasta, koonnasta ja analyysistä lisäävät luotettavuutta. (Syrjälä 1994, 50.)

Tutkijan asemaan liittyviä uskottavuusuhkia väistetään raportoinnin kriittisellä ja avoimella informaatiolla. Tutkimuksessani aineiston kirjallinen muoto, oppilaiden tuottamat dokumentit ovat todellisia ja näin luotettavia. Itse aineiston uskottavuutta ei tutkijan omaopettajuus ole välttämättä vähentämässä, sillä opettajan ja oppilaan välinen luottava ja yhteisymmärtävä suhde vahvistaa aineiston aitoutta. Aineiston relevanttiutta teoriaan olen pyrkinyt toteuttamaan kriittisellä aineistoa vastaavan teorian valinnalla ja arvioinnilla. Relevanttiutta olen lisännyt myös rajaamalla teorian koskemaan lapsia. Intersubjektiivisuutta luotettavuuden riskitekijänä pyrin vähentämään omien merkityksien kriittisellä arvioinnilla tulkinnoissa. Validiteetin kriteerit täyttyvät, kun aitous ja relevanttius toteutuvat aineistossa ja kategorioissa.

(Ks. Ahonen 1994, 129-130.) Toisaalta kvalitatiivisessa tutkimuksessa tutkijan subjektiivisuus voi lisätä luotettavaa selitysvoimaa. Mitä läheisemmin ja monipuolisemmin tutkija on mukana tutkittavien tilanteissa, sitä paremmin hän ymmärtää tutkittavien kielen merkitykset ja saa todellista, merkittävää tietoa tutkittavien ajatuksista ja ymmärryksestä. Tämä subjektiivinen adekvaattisuus toteutuu varsin hyvin, kun tutkija on tutkittavien lasten opettaja. (Vrt. Grönfors 1982, 177.)

Validiteetin osoitan kertomalla mahdollisimman tarkasti tutkimusprosessista, jotta lukija voi itsenäisesti arvioiden todeta luotettavuuden. Tähän kannustaa tieto, että mitä lähempänä tutkimusraportti on kenttätöön tilannetta, sitä uskottavampaa tutkimus on. Tässä uskottavuudessa yhdistyy tutkittavien ja tutkijan arvomaailmat ja käyttäytyminen tutkimusraportin tarkasti kertomana synteessä. (Ks. Grönfors 1982, 178.)

Triangulaatio lisää tutkimuksen luotettavuutta, mutta saattaa vähentää selkeyttä. Tutkimukseni aineistotriangulaatio syntyy taustakuvauksesta, päiväkirjoista, kirjoitelmista ja arvioinneista. Lasten keksintöihin liittyvät merkitykset tulkintoineen täydentävät myös triangulaatiota. Tutkimukseni totuusarvoa, vastaavuutta, olen varmistanut monipuolisella aineistolla. Aineistoa analysoidessani ja tulkitessani olen pyrkinyt rekonstruktioissani yhdistämään ja vertaamaan teoriaa lasten konstruktioita vastaavasti tiukasti aineistossa pysyen.

Lasten keksimisprojektin olen toteuttanut tässä kuvatun kokeilun jälkeen vuosittain lähes samanlaisena kuin tässä tutkimuksessa. Nämä myöhemmät projektit ovat syventäneet kokemuksiani ja näkemyksiäni. Näin olen tavallaan kokeillut tutkimukseni siirrettävyyttä, tulosten käyttöarvoa ja soveltuvuutta. Vahvistettavuus, laadullisen tutkimuksen objektiivisuus, toteutuu tulkinnoissa neutraalimpana myöhempien keksintöprojektien etäisemmän taustakokemuksen ansiosta. (Ks. Tynjälä 1991, 390-392 ja Syrjäläinen 1994, 100-103.)

6.3 Pedagogiset loppusanat

LEGO/Logo –oppimisympäristössä opettajan roolia oli sujuvaa muuttaa ulkoa ohjaavasta oppimaan oppimisen tukijaksi. Tässä pyrin käyttämään metakognitiivisuuteen ohjaavaa pohdiskelevaa kyselemistapaa. Oppilaan ajattelua ja itsearviointia suuntaavat kysymykset osoittautuivat käyttökelpoisimmaksi ohjaustavaksi. Opettajana lasten keksintöprojektissa, varsinkin alussa, täytyi joskus oikein itseään pakottaen pidättäytyä opettamisesta ja liiasta auttamisesta. Kun maltoi hieman viivyttää ohjausta, tarve ohjaukseen poistui oppilaan luonnollisella oppimisella ja huomioinneilla tiimitoiminnan auttamana. Ohjauksen todellinen tarve selvisi taustaseurannalla huomatuista oppilaan toimintaongelmista. LEGO/Logo –toiminta, jossa oppilas itseohjautuen rakentaa ja ohjelmoi, mahdollistaa opettajan laadullista arviointia oppilaan oppimisprosessista, sillä oppilaan työskentelystä peilautuu hänen ajatteluprosessinsa ja oppilas myös itse pystyy oppimisvälineen konkreettisuuden avulla ajatteluaan kuvaamaan. Näin opettaja pystyy paremmin tukemaan oppilaan ajattelun kehittymistä ja oppimaan oppimista eli ohjaamaan hyvien ajattelumallien ja suunnitelmallisen työskentelyn kehittymistä.

Papertin korostama luonnollinen oppiminen ei toteudu pelkästään aktiivisuuteen innostavan oppimisympäristön vaikutuksesta luovaa ongelmanratkaisua edellyttävässä keksimisessäkään. Se tarvitsee tuekseen oppilaan ominaisuuksista riippuen luovaan ongelmanratkaisuun pohjautuvaa ohjausta. Ohjatessani totesin suureksi avuksi tutkimuksen yhteydessä itselleni lisääntyneen ja syventyneen tietouden luovuudesta, luovasta ongelmanratkaisusta sekä siihen liittyvästä didaktiikasta. Avoimeen opetukseen ja tutkivaan oppimiseen pyrkiminen lisäsi oppilaiden spontaania toiminnallisuutta ja motivaatiota.

Lasten keksimisprojektista on tullut yksi keskeinen osa koulumme opetussuunnitelmaan otetusta teknologiakasvatuksen aihekokonaisuudesta. Sitä on tarkoitus käyttää jatkossakin keksimällä siihen oppilaiden kanssa uutta ja erilaista toteutusta kulloisenkin tilanteen mukaan tavoitteena avoin oppimisympäristö sekä luonnollinen ja tutkiva oppiminen. Jatkotutkimuksilla voisi lisätä kokemuksellista tietoa erityisesti avoimeen oppimisympäristöön liittyvästä opetusteknologiasta, joka luonnollisella tavalla joustavasti ohjaisi oppijia teknistyvään tulevaisuuteen.

LÄHTEET

- Anon. 1979. Kodin suuri tietosanakirja, osa 6. Espoo: Weilin+Göös.
- Anon. 1986. Tietotekniikan integroiminen kouluopetukseen. Helsinki: Ammattikasvatushallitus ja kouluhallitus.
- Aebli, H. 1991. Opetuksen perustiedot. Suomentanut Unto Sinkkonen. Juva: WSOY. (Alkuteos Zwölf Grundformen des Lehrens –3.Aufl. 1963.)
- Ahonen, S. 1994. Fenomenografinen tutkimus. Teoksessa Syrjälä L., Ahonen S., Syrjäläinen E. ja Saari S. Laadullisen tutkimuksen työtapoja. Helsinki: Kirjayhtymä, 113-160.
- Bach, E. 1973. Luova ihminen. Suomentanut Paavo Löppönen. Helsinki: Otava
- Bergström, M. 1997a. Lapsi - viimeinen orjamme. Suomentanut Ritva Liljamo. Juva: WSOY.
- Bergström, M. 1997b. Mustat ja valkeat leikit. Suomentanut Ritva Liljamo. Juva: WSOY.
- Bruhn, K. 1985. Kasvatusopin historian kehityslinjoja. Suomentanut Raili Malmberg. 1.-6.p. Keuruu: Otava.
- Comenius, J. A. 1928. Suuri opetusoppi. Suomentanut E. J. Tammio. Porvoo: WSOY. (Alkuteos 1657.)
- Eskola, J. ja Suoranta, J. 1998. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Tampere: Vastapaino.
- Eteläpelto, A. 1992. Tulevaisuuden asiantuntijuuden kehittämiseen. Teoksessa J. Ekola (toim.) Johdatusta ammattikorkeakoulupedagogiikkaan. Helsinki: WSOY.
- Fuchs, W. R. 1969. Oppia uudella tavalla. Suomentanut Aarne Valpola. Helsinki: Kirjayhtymä.
- Geisler, G. 1963. Das Problem der Unterrichtsmethode (3 Aufl.). Weinheim: Beltz.
- Grue-Sörensen, K. 1961a. Kasvatuksen historia I. Muinaisuudesta valistukseen. Suomentanut Kai Kaila. Porvoo: WSOY (alkuteos julk. 1956-59).
- Grue-Sörensen, K. 1961b. Kasvatuksen historia II. Pestalozzista nykyaikaan. Suomentanut Kai Kaila. Porvoo: WSOY (alkuteos julk. 1956-59).
- Grönfors, M. 1982. Kvalitatiiviset kenttätutkimusmenetelmät. Juva: WSOY.
- Haapasalo, L. 1997. Oppiminen, tieto ja ongelmanratkaisu. Vaajakoski: Medusa – Software.

- Haavisto, S. 1990. Keksintöopas: keksinnön kehittäminen ja hyödyntäminen. Juva: Tietosanoma.
- Hakkarainen, K., Lonka, K. & Lipponen, L. 2000. Tutkiva oppiminen. Älykkään toiminnan rajat ja niiden ylittäminen. Porvoo: WSOY.
- Heikkilä, J. 1981. Luovan ongelmanratkaisun didaktiikka. Porvoo: WSOY.
- Heikkilä, J. 1983. Luovan kirjoittamisen teoriaa. Teoksessa J. Heikkilä & K. Kantola Luova kirjoittaminen. Juva: WSOY.
- Hill, B. V. 1975. What Is "Open" About Open Education? In: Nyberg, D. (ed.) The Philosophy of Open Education, 3-13. London: Routledge & Kegan, Paul.
- Hirsjärvi, S. & Remes, P. 1988. Suomalaisen koulutuksen tulevaisuudenkuvat. Helsinki: Otava.
- Hirsjärvi, S. (toim.) 1983. Kasvatustieteen käsitteistö. Helsinki: Otava.
- Häyrynen, Y.-P. & Hautamäki, J. 1973. Ihmisen koulutettavuus ja koulutuspolitiikka. 2.painos. Tapiola: Weilin+Göös.
- Kilpatrick, W. H. 1926. Foundations of Method. Informal Talks on Teaching. New York: Macmillan.
- Kivikko, L. 1977. Luovan toiminnan kehittämisen mahdollisuudet. Helsingin teknillisen korkeakoulun tieteellisiä julkaisuja 61.
- Kohonen V. & Leppilampi A. 1994. Toimiva koulu: yhdessä kehittäen. Opetus 2000. Juva: WSOY.
- Koppinen, M.-L. & Pollari, J. 1993. Yhteistoiminnallinen oppiminen. Tie tuloksiin. Juva: WSOY.
- Koro, J. 1992. Itseohjautuvuuteen perustuva oppiminen. Teoksessa J. Ekola (toim.) Johdasta ammattikorkeakoulupedagogiikkaan. Helsinki: WSOY.
- Kuitunen, H. 1996. Luovan ongelmanratkaisun prosessi ja sen menetelmiä. Helsinki: Fin-Educa.
- Köhler, E. 1932. Entwicklungsgemässer Schaffensunterricht als Hauptproblem der schulpädagogik. Wien: Jugend und Volk.
- Köhler, E. 1936. Aktivitetspedagogik. Stockholm: Natur och Kultur.

- Liikanen, P. 1974. Ihmisen luovuudesta ja sen kehittymisestä. Teoksessa Suomen kulttuurirahaston taidekasvatustyöryhmä Vaihtoehtona luovuus. Tietolipas 75. Helsinki: Suomalaisen Kirjallisuuden Seura, 110-121.
- Meisalo, V., Sutinen, E. & Tarhio, J. 2000. Modernit oppimisympäristöt. Tietotekniikan käyttö opetuksen ja oppimisen tukena. Juva: Tietosanoma.
- Merikallio-Nyberg, A. 1974. Luovan toiminnan luonne. Teoksessa Suomen kulttuurirahaston taidekasvatustyöryhmä. Vaihtoehtona luovuus. Tietolipas 75. Helsinki: Suomalaisen Kirjallisuuden Seura, 98-109.
- Opetushallitus. 1994. Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994. Helsinki: Edita (3. Korjattu painos, 1996).
- Papert, S. 1985. Lapset, tietokoneet ja ajattelemisen taito. Suomentanut J. Lehtinen. Jyväskylä: Gummerus.
- Peltonen, M. 1987. Koulutus 2000. Perustietoja ja suuntaviivoja koulutuksen kehittämiseksi. Aavaranta-sarja 5. Helsinki: Otava.
- Petersen, P. 1950. Führungslehre des Unterrichts. (6. Aufl.). Weinheim: Westermann.
- Piaget, J. 1962. Play, dreams and imitation in childhood. New York: Norton (alkuteos julk. 1951).
- Pluckrose, H. 1975. Open School, Open Society. Hampshire: BAS Printers Limited.
- Ruth, J.-E. 1984. Luova persoona, prosessi ja tuote. Teoksessa Haavikko, R. ja Ruth, J.-E. (toim.) Luovuuden ulottuvuudet. Espoo: Weilin + Göös. 13-60.
- Saarinen, P., Ruoppila, I. & Korkiakangas, M. 1989. Kasvatuspsykologian kysymyksiä. Helsinki: Helsingin yliopisto, Lahden tutkimus- ja koulutuskeskus.
- Sahlberg, P. 1998. Opettajana koulun muutoksessa. Opetus 2000. Juva: WSOY.
- Sahlberg, P. & Leppilampi, A. 1994. Yksinään vai yhteistoimin? Yhdessä oppimisen mahdollisuuksia etsimässä. Vantaa: Helsingin yliopisto, Vantaan täydennyskoulutuslaitos.
- Sahlberg, P., Meisalo, V., Lavonen, J. & Kolari, M. (toim.) 1993. Luova ongelmanratkaisu koulussa. Helsinki: Painatuskeskus.
- Silberman, C.E. 1973. The Open Classroom Reader. New York: Vintage Books.
- Stephens, L. S. 1974. The Teacher's Guide to Open Education. New York: Holt, Rinehart & Winston, Inc.

- Suomala, J. 1992. Kahdeksanvuotiaiden ongelmanratkaisuprosessi Logo -oppimisympäristössä. Kasvatustieteen laitos. Lisensiaatintyö. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto.
- Suomala, J. 1999. Students' problem solving in the LEGO/Logo learning environment.- Oppilaiden ongelmanratkaisu LEGO/Logo -oppimisympäristössä. Jyväskylän yliopisto. Jyväskylä Studies in Education, Psychology and Social Research 152.
- Syrjälä, L. 1994. Tapaustutkimus opettajan ja tutkijan työvälineenä. Teoksessa Syrjälä, L., Ahonen, S., Syrjäläinen, E. ja Saari, S. Laadullisen tutkimuksen työtapoja. Helsinki: Kirjayhtymä, 9-66.
- Syrjäläinen, E. 1994. Etnografinen opetuksen tutkimus; kouluetnografia. Teoksessa Syrjälä, L., Ahonen, S., Syrjäläinen, E. ja Saari, S. Laadullisen tutkimuksen työ-tapoja. Helsinki: Kirjayhtymä, 67-112.
- Torrance, E. P. 1966. Torrance tests of creative thinking. Research edition. Princeton, N.J.: Personnel Press.
- Tunnell, D. 1975. Open Education: An Expression in Search of a Definition. In: Nyberg, D. (ed.) The Philosophy of Open Education. London: Routledge & Kegan, Paul.
- Tynjälä, P. 1991. Kvalitatiivisten tutkimusmenetelmien luotettavuudesta. Kasvatus 22 (5-6), 387-398.
- Uusikylä, K. 1994. Lahjakkaiden kasvatus. Juva: WSOY.
- Virkkala, V. 1988. Luova ongelmanratkaisu. Tiedon hankinta ja yhdistely toimiviksi kokonaisuuksiksi ammateissa, harrasteissa ja kotielämässä. Helsinki: Kone. 1994. 3. täyd. p. omakustanne.