



LAPIN YLIOPISTO
KASVATUSTIETEIDEN TIEDEKUNTA

Pro gradu -tutkielma

KOHTI MIELEKÄSTÄ, TEHOKASTA JA MONIPUOLISTA OPPIMISTA

Tutkimus opetuksen kehittämisestä

Timo Hirvonen
Pro gradu –tutkielma
Opettajankoulutus
Kevät 2003
URN:NBN:fi-fe20031356

Työn nimi: Kohti mielekästä, tehokasta ja monipuolista oppimista. Tutkimus opetuksen kehittämisestä.

Tekijä: Timo Hirvonen

Koulutusohjelma/oppiaine: Luokanopettajakoulutus

Työn laji: Pro gradu –työ X Laudaturtyö ____ Lisensiaatintyö ____

Sivumäärä: 200 + 9 liitettä

Vuosi: Kevät 2003

URN-tunnukset: URN:NBN:fi-fe20031356 (päätunnus),

URN:NBN:fi-fe20031358 (PDF-versio)

Tiivistelmä:

Tutkimuksessa on lähestytty opetuksen uusista tavoitteista lähteviä haasteellisia vaatimuksia, ja peilattu niitä oppilaiden toiveisiin mielekkään oppimisen suhteen. Tähän on liitetty teoreettinen tarkastelu niistä mahdollisuuksista, mitä voimme luoda käytännön opetukseen. Erityistä huomiota on osoitettu konstruktivismia kohtaan, ja pohdittu sen sopivuutta opetukseen.

Teoreettinen ja oppimistavoitteinen tarkastelu linkittyy alusta alkaen käytännön opetussovelluksen luomiseen, jolloin käytännön tasolla pyritään vastaamaan monipuoliseen tavoitekenttään. Tutkimis-, suunnittelu- ja rakennusprojektissa yhdistyy vastaukset teorian, opetussuunnitelmien ja oppilaiden vaatimuksiin opetuksen suhteen, huomioiden myös teknologiakasvatuksen erityistarpeet.

Koska tutkimus noudattaa triangulaation ja poikittaisvaliditeetin periaatteita, se yhdistää tutkimuksellisesti laadullisia ja määrällisiä mittareita. Tulosten pohjalta havaitaan, että oppilailla on visuaalisia, auditiivisia, kinesteettisiä ja tutkivia tapoja lähestyä ja hahmottaa tietoa. Oppimisessa tekemisen ja ongelmanratkaisun merkitys oppimistulosten synnyttäjänä on suuri. Konstruktivistisen oppimisteorian mukaiset opetusmenetelmät edesauttavat vuoden 2003 opetussuunnitelman moninaisiin tavoitteisiin pääsemistä, tukien jopa 18 oppimisen osa-aluetta. Myös teknologiakasvatuksen periaatteet innovatiivisesta keksimisestä ovat tulosten mukaan mahdollisia.

Avainsanat: konstruktivismi, opetusmateriaali, opetussuunnitelma, oppimiskäsitys, oppimisteoria, oppiminen, opetus, käsitekartta, teknologiakasvatus

Muita tietoja:

Suostun tutkielman luovuttamiseen kirjastossa käytettäväksi X

Suostun tiivistelmän tallentamiseen yliopiston WWW-palvelimelle X

Suostun tutkielman tallentamiseen yliopiston WWW-palvelimelle X

Suostun tutkielman luovuttamiseen Lapin maakuntakirjastossa käytettäväksi ____ (vain Lappia koskevat)

SISÄLTÖ

1. Tutkimuksen tarkoitus.....	1
2. Opetuksen tavoitteita ja muotoja suhteessa oppilaiden toiveisiin oppimisesta	4
3. Piilo-opetussuunnitelman rakentumisesta ja vaikutuksista	12
4. Käsitteitä oppimisesta	17
4.1 Paradigmojen perustaa.....	17
4.2 Historian kautta nykypäivään	19
4.3 Kokemuksellisuus oppimisessa	25
4.4 Tiedon rakenteita etsimässä.....	33
5. Konstruktivismi	40
5.1 Teoria.....	40
5.1.1 Muutakin kuin opetusoppia	40
5.1.2 Konstruktivismin suuntauksia	41
5.1.3 Perimmäinen idea oppimisen näkökulmasta	44
5.1.4 Kohti oppimisen synteesiä.....	48
5.2 Perusteita	52
5.2.1 Konstruktivismia opetuksessa	52
5.2.2 Toteutuksen ongelmia	55
5.2.3 Ylevä ideologia, mutta miten käytännössä	60
5.3 Sovelluksia	67
5.3.1 Induktiivinen ja deduktiivinen lähestymistapa	67
5.3.2 Suunnittelemalla oppiminen ja kognitiivinen oppipoikateoria	71
5.3.3 Ongelmalähtöinen tutkiva oppiminen	73
5.3.4 Yhteistoiminnallinen oppiminen	80
5.3.5 Luokkahuone vai oppimistila?	84
5.3.6 Verkko-opetus	88
5.3.7 Teknologiakasvatus	94
5.3.8 Evaluaatio	99
5.3.9 Uusi opettajakäsitys.....	103

6. Opetusmateriaalista – konstruktivismia käytännössä.....	108
7. Tutkimusmenetelmät	114
7.1 Yleistä.....	114
7.2 Osallistuva havainnointi	115
7.3 Miellekarttamittaus.....	116
7.4 Lomakekysely oppilaille	119
7.5 Teknisen laitteen selittäminen	120
8. Opetusmateriaalin soveltaminen ja toimivuus	122
8.1 Testiryhmää etsimässä.....	122
8.2 Projektin eteneminen	123
8.3 Muut tulokset.....	148
8.3.1 Oppimistyylien jäljillä.....	148
8.3.2 Tuki monipuolisille oppimistavoitteille	152
8.3.3 Oppilaiden ajatuksia	157
8.3.4 Käsitteiden konstruktiot.....	159
8.3.5 Oppimisen jäsentyminen ja tekninen ymmärrys	170
9. Päätelmät	174
9.1 Tutkimis-, suunnittelu- ja rakennusprojekti eli avoimen oppimisen toimivuudesta.....	174
9.2 Kehitys eteenpäin	179
10. Pohdintaa.....	181
10.1 Tutkimuksen luottavuudesta.....	181
10.2 Miten eteenpäin?	184
Lähteet.....	187

Liitteet

1. TUTKIMUKSEN TARKOITUS

Opettajantyö on ollut murroksessa jo 1980 luvulta lähtien, kun jälki empiristiset vaikutukset alkoivat hiipumaan. Tällöin kognitiivis-konstruktivistisia ajatuksia lähdettiin vähitellen kokeilemaan opetuskäytössä. Vuoden 1994 opetussuunnitelma ajoi läpi laajemmin opetuksen kehittämisen ideologiaa, ja tuleva, osin jo toteutunut opetussuunnitelmauudistus on kiinteästi kiinni tutkivassa sekä yksilöllisessä oppimisessa. Oppiainerajoja poistetaan aineintegraatiota painottaen ja ainekohtaiset tuntijaot, opetuksen määrärahat, oppimistulokset ja palkkakysymykset ovat herättäneet keskustelua ja ihmetystä. Yhteiskunnan postmoderni muutos luo paineita opetuksen taholla. Muuttuva opettajakuva ja opetustavat, yhdistyvät oppiaineet, kokonaisopetus ja kehittyvä tietotekniikka, joka tuo tiedon yhä lähemmäksi jokaista ihmistä, kohdistavat uusia vaatimuksia opetukseen. Kehityksen mukana on pysyttävä ja annettava oppilaille mahdollisuuksia selvitä tulevaisuuden yhteiskunnassa.

Itse aloin kiinnostua konstruktivistisen vallankumouksen tarjoamista mahdollisuuksista opetuksen reformissa heti kuullessani siitä. Opinnäytteessäni halusin pureutua juuri opetuksen uusista tavoitteista lähteviin haasteellisiin vaatimuksiin, ja perehtyä teoreettisen lähestymisen kautta niihin mahdollisuuksiin, mitä voimme luoda käytännön opetukseen. Vaikka viralliset suunnitelmat ovat hyvin selkeät ja teorioista niiden takana löytää helposti tietoa, ei käytännön toteutuminen ole itsestään selvää. Resurssipula on koulutuksen jatkuva ongelma, joka estää vaadittavan kehityksen. Se ei ole kuitenkaan ainoa haitta, sillä opettajien syvään uurtuneet käsitykset voivat kilpailla piilo-opetussuunnitelmana virallisen opetussuunnitelman rinnalla.

Jo tutkimuksen teoriaosuus on itsessään tärkeä, sillä sen tarkoitus on osaltaan kehittää opetusta, ja tarkastella kuinka opetussuunnitelmallisiin tavoitteisiin voidaan päästä. Teorian yhteydessä laadin menetelmällisiä ratkaisuja empiriaan liittyen, ja pyrin vastaamaan opetukseen kohdistettuihin haasteisiin. Tämän johdosta tutkimusongelman esittäminen on ajankohtaista jo tässä yhteydessä:

- Miten vastata käytännön opetustyössä opetussuunnitelmien (1994, 2003), oppilaiden ja opetusteorioiden mukaisiin vaatimuksiin opetuksen luonnetta ja sen moninaisia yleistavoitteita kohtaan?

Opinnäytteen aihe ei ole täysin yksiselitteinen, vaan opetuksen lähtökohdissa on luonnollisesti otettava huomioon valtakunnallinen opetussuunnitelma. Lähden pohtimaan sen luomia tavoitteita opetuksen kehittämiseksi suhteessa oppilaiden omiin käsityksiin mielekkästä oppimisesta. Näiden kaksitahoisten vaatimusten kautta pyrin selvittämään mitkä opetus- ja oppimisteoreettiset viitekehykset tarjoavat parhaimmat mahdollisuudet moninaisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Vaikka pohjateoria tuntuisi teoreettisesti toimivalta, niin sen käytännön toteutusarvo voi olla kyseenalainen. Tämän johdosta tutkimuksen päämääräksi nousee kysymys kuinka vastata suunnitelmallisiin tavoitteisiin käytännön opetustyössä erilaisten opetusmenetelmien avulla. Entä kuinka synnyttää opettajissa halua kehittää opetustyötä? Mitkä opetusteorialtarjoavat mahdollisuuden sekä opettajantyön kehittämiseen, että oppilaiden valmiuksien parantamiseen suhteessa nykyajan yhteiskunnan nopeaan muuttumiseen ja yksilölliseen oppimiseen? Erityistä huomiota tulen osoittamaan konstruktivismia kohtaan ja pohtimaan sen sopivuutta opetukseen.

Näin tutkimuksen jäsentyneiksi tavoitteiksi voisi asettaa:

1. Tutkia konstruktivismin ja muiden oppimistavoitteistoa tukevien teorioiden ja sovellusten toimivuutta ja toteutumista käytännössä.
2. Laatia sen pohjalta opetusmateriaali opetusjakson toteuttamista varten.
3. Toteuttaa opetussovellus käytännössä
4. Arvioida sen toimivuutta ja vaikutuksia.

Opinnäytteen kohdasta kaksi alkaen lähden purkamaan opetuksen tavoitteistoa ja peilaamaan niitä oppilaiden opetukseen kohdistamiin vaatimuksiin. Tässä yhteydessä aloitetaan opetusmateriaalin laatiminen kyseisistä näkökulmista lähtien, jolloin käytännön tasolla pyritään vastaamaan monipuoliseen tavoitekenttään. Tarkoituksena on laatia tutkimis-, suunnittelu- ja rakennusprojekti, opetussovellus, jossa yhdistyy vastaukset teorian, opetussuunnitelmien ja oppilaiden vaatimuksiin opetuksen suhteen. Koska kehityksen esteenä voi olla opettajien piilo-opetussuunnitelmalliset käsitykset, on välttämätöntä tarkastella myös niitä, ja siten oppimisteorioiden paradigmaattista kehitystä.

Teoreettisen tarkastelun edetessä hahmotellaan synteisiä opetussuunnitelmaan sopivien opetusteorioiden kautta, pitäen mielessä myös oppilaiden vaatimukset. Koska konstruktivistinen malli kattaa hyvin tavoitekentän, on se jaoteltu opetusmetodologisiin osiin, joiden puolia käytetään hyväksi menetelmällisen opetusmateriaalin rakentamisessa. Materiaalin toimivuutta

tarkastellaan oppilasryhmän soveltaessa sitä käytännössä, mitaten edistymistä ja tavoitteisiin pääsemistä niin laadullisin, kuin määrällisinkin mittarein.

Menetelmällisen opetuspaketin idea on yhdistää toimintamuotoja monipuolisesti, ja integroida oppiaineita, jolloin on mahdollista saavuttaa monikanavaisuutta erilaisten oppijoiden tueksi. Näin sen on tarkoitus vastata ja palvella oppimisen tavoitteita, moninaisia vaatimuksia ja hyväksikäyttää tarkasteltuja teoriakenttiä opetuksen kehittämiseksi oppilasnäkökulmasta. Esimerkkinä tulen käyttämään teknologiakasvatuksen ja luonnontieteiden periaatteita, mutta opetuspaketin merkitys on siinä, että sitä voi varioiden hyödyntää missä tahansa oppiaineessa. Menetelmälliset lähestymistavat sopivat hyvin eri tyyppisiin aihesisältöihin. Toimivuuden testaamisen kautta tarkastelen opetusmateriaalin ongelma- ja kehityskohtia paremman lopputuloksen saavuttamiseksi. Näin pyrin vastaamaan tavoite- ja teoriatarkastelun kautta käytännön opetustyön kehittämisen vaatimukseen laatimalla toimivaa opetusratkaisua. Kyseessä on siten konstruktivismin mukainen tutkivan oppimisen projekti joka mukautuu huomioimaan myös teknologiakasvatuksen erityistarpeita ja vaatimuksia.

Tutkimusongelma ja tutkimuksen päämäärät vaativat laajaa tarkastelua, sillä ideana on pureutua syvälle oppimisen luoteeseen ja tavoitteisiin. Suppeampi teoreettis-empiirinen lähestyminen ei kykenisi vastaamaan yhtä kattavasti asetettuihin vaatimuksiin, sillä opetussuunnitelmallinen kehitystyö oppimisen näkökulmasta on perustavaa laatua olevaa kokonaistutkimusta. Tavoite ei ole aivan yksinkertainen, sillä opettajan toiminnassa on suuria haasteita hänen tasapainoillessaan opetussuunnitelmallisten oppimistavoitteiden, mielekkyyden, yksilöllisyyden ja ajattelun kehittämisen keskellä. Opettaminen nykypäivänä vaatii erityisen suuria ammatillisia valmiuksia, hyvää tieto- ja taitopohjaa opetuksen ja psykologian teorioista ja monipuolista aineenhallintaa, jotta kaikkiin tavoitteisiin olisi mahdollista päästä. Tutkielma saakin lievän koulutuspoliittisen luonteen, siinä mielessä että se liittyy postmoderniin kritiikkiin opetusta kohtaan.

Laadittu opetusmateriaali on nähtävissä liitteenä (liite 1) ja sen laatimisen vaiheet nähdään opinnäytteen edetessä teoriakohtaisesti. Materiaalin alussa selostetaan sen yleinen idea, sovellettavuus, taustatietoa opettajalle sekä käytettävän suunnittelu- ja tutkimusmateriaalin vaihtoehtoja. Tämän jälkeen edetään projektin vaiheittaiseen prosessin kuvaukseen ideatasolla aina työn taustoituksesta työnantoon, suunnittelutyöskentelyyn, tutkimistoimintaan ja edelleen tuotteen rakentamiseen, loppuarviointiin ja koonteihin. Koska tutkimusmenetelmiä oli triangulaation periaatteiden mukaisesti useita, tuloksiakin tuli siten varsin kattavasti. Tämän johdosta tulosten laajempi käsittely on erotettu selkeästi omaksi osakseen.

2. OPETUKSEN TAVOITTEITA JA MUOTOJA SUHTEESSA OPPILAIDEN TOIVEISIIN OPPIMISESTA

Kun tarkastelemme peruskoulun opetussuunnitelman perusteita (1994), havaitsemme, että sen mainitsemiin tavoitteisiin on haasteellista päästä. Merkille pantavaa on, että tiedolliset tavoitteet ovat vain yksi osaa laajaa kokonaisuutta. Kaikkia vaatimuksia ei olekaan mahdollista saavuttaa, ellei opetus ole monipuolista, vaihtelevaa ja monikanavaista sekä yksilölliset tarpeet huomioon ottavaa. Jos tarkoituksena ei ole ylläpitää vain kaunista kuvaa opetuksen tavoitteista, tulee koulutukseen kohdistaa muutospaineita. Lisäksi vuoden 2002 opetussuunnitelmauudistus esittää vieläkin laajempia ja jäsennetympiä tavoitteita opetukselle. Tällä hetkellä muutos koskee vain luokkia 1-2, mutta vastaava uudistus on tulossa ylemmillekin luokka-asteille. Kasvatus- ja opetustyön päämääräksi on jo vanhempaan peruskoulun opetussuunnitelman perusteisiin (1994, 11-14) kirjattu:

- | | |
|--------------------------------|--|
| - persoonallinen kasvu | - aktiivisuus |
| - sosiaalinen kasvu | - tiedonhankinnan ja -käsittelyn oppiminen |
| - yhteistyökyvyt | - itsenäisyys |
| - elämönhallinnan taidot | - opiskelun suuntaaminen oppilaan |
| - tiedolliset valmiudet | kiinnostuksen kohteisiin |
| - työnteon perustaidot | - maailmankuvan kehittäminen |
| - havainnoinnin taidot | - kestävä kehitys |
| - kommunikoinnin taidot | - suvaitsevaisuus |
| - vastuullisuus | - avoimuus |
| - teknologinen osaaminen | - vuorovaikutus |
| - ilmaisutaidot | - kannustaminen |
| - aihekokonaisuuksien opiskelu | - ihmisarvojen kunnioittaminen |
| - opiskelunvalmiudet | - tasa-arvo |
| - kriittisyys | |

Tekstistä poimitut tavoitteet näyttävät irrallisina hätkähdyttävänä listana, eikä niihin pääseminen ole aivan yksinkertaista. Oppilas nähdään aktiivisena toimijana, jonka laaja-alainen kehittäminen on opetuksen merkittävä tavoite. Kuten Takala (1991) toteaa, tulee koulutuksella olla valmiudet vastata tulevaisuuden yhteiskunnan haasteisiin. Tulevat työtehtävät edellyttävät kansalaisilta vähintäänkin kriittisen ajattelun, ongelmanratkaisutaitojen, päätöksenteon, oppimisen

kehittämisen ja monipuolisen kommunikaation valmiuksia. Nämä tavoitteet edellyttävät opetusjärjestelyihin paneutumista, jolloin totutut ratkaisut on kyseenalaistettava. (Takala 1991, 233-234.) Nykyaikaisessa yhteiskunnassamme informaation tulva on erittäin suuri ja nopeasti muuttuvaa. Tämän takia opettajan tulee edistää toiminta- ja oppimisvalmiuksien kehittymistä. Oppilaiden on kyettävä sopeutumaan muutokseen, ajastamaan tietonsa ja ennen kaikkea hakemaan tietoa ja oppia oppimaan. Nämä tulevat olemaan elämänhallinnan perusedellytyksiä. Lähtökohtana opetuksessa tulisi olla oppijan henkilökohtainen tapa jäsentää maailmaa sekä mielekkäät haasteet, jotka liittyvät oppilaan omaan elämään. (Rauste – von Wright 1997.)

Tavoitekirjoa täsmentää 1-2 vuosiluokkien osalta opetusta velvoittava perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2002. Se kumoaa vanhemman, vuoden 1994 suunnitelman, sekä siihen tehdyt vuosien 1997 ja 1999 muutokset. Opetuksen yleiseksi arvoperustaksi on määrätty ihmisoikeuksien kunnioitus, kestävä kehitys ja monikulttuurisuuden hyväksyminen. Ohjauksen tulee tähdätä elinikäiseen oppimiseen ja synnyttää oppimisen halu sekä taidot oppia. Elintapojen osalta opetuksen pitää johtaa vastuullisuuteen, kestävään elintapaan ja kulttuurin kehittämiseen. Itsenäisyys ja itsearviointi ovat niin ikään tärkeä osa kasvamista. Erityisen merkittäväksi opetuksen muotojen kannalta nousevat oppilaan itsenäisen opiskelun, yksilö- ja ryhmätyötaitojen oppimisen, kriittisen tiedonhankinnan, viestintävälineiden hallinnan opettaminen. Myös hyvät tavat, eettisten ratkaisujen perusteleminen, ahkeruus ja vastuuntuntoisuus ovat tavoitekentässä. (Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2002, 2-7.)

Opetuksen ja kasvatuksen yleiset tavoitteet ovat esimerkkinä myös ylempien vuosiluokkien tulevasta suunnitelmamuutoksesta. Vuosiluokille 3-9 tarkoitettua opetussuunnitelmaa valmistuu vuoteen 2003 mennessä ja otetaan käyttöön viimeistenkin vuosiluokkien osalta vuonna 2006 (Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden valmistelu 2002). Myöhempiä vuosiluokkia koskevasta suunnitelmasta on nähtävissä testikäytössä oleva luonnos, jossa ilmoitetut yleiset opetusperiaatteelliset tavoitteet ovat hyvin lähellä vuosiluokkien 1-2 yleisiä tavoitteita. Tämän johdosta opetustavoitelähtöinen tarkastelu muutenkin kuin luokkien 1-2 osalta on mahdollinen. (ks. Opetussuunnitelman perusteet vuosiluokille 3-9 ja perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet vuosiluokille 1-2 2003.)

Opetuksen ja oppimisen vaativat tavoitteet edellyttävät myös moninaista opetuksen toteuttamista. Opetussuunnitelman perusteet vuosiluokille 3-9 ja perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet vuosiluokille 1-2 (2003, 11-12) kuvaa selkeästi oppimiskäsityksen luonnetta, jonka avulla tavoitteita lähdetään rakentamaan. Oppimisen tulee kehittyä

tavoitteelliseksi vuorovaikutukselliseksi opiskeluksi opettajan ohjauksessa vertaisryhmän kanssa. Oppiminen perustuu aiemman tiedon ja opittavan aineksen vuorovaikutukselle ja tietorakenteiden rakentamiseen. Oppiminen on aktiivista, päämääräsuuntautunutta ja ongelmanratkaisua sisältävä prosessi, johon voidaan vaikuttaa oppimisympäristöä kehittämällä. Oppimisympäristö käsittää paitsi fyysisen ympäristön, myös psyykkiset ja sosiaaliset rakenteet. On myös huomioitava erilaiset oppimis-, työskentely- ja arviointitavat.

Vaikka tavoitteisiin ei ole kirjattu suoraan varsinaista oppimiskäsitystä, paljastavat tiedon vaiheittaisen rakentamisen, aktiivisuuden ja ongelmanratkaisun prosessiluonteiset oppimisperiaatteet kognitiivisen psykologian ja konstruktivistisen oppimisen perusideat. Niissä korostetaan yksilön tiedon konstruointia vastapainona ulkopuolelta tulevalle tiedon suoralle siirtämiselle. Tutkimista ja tiedon rakentamista tuetaan avoimin oppimistehtävin. (esim. Fosnot 1996; Vadeboncoeur 1997; Applefield ym. 2000-2001.)

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet (2002, 8-10) sekä opetussuunnitelman perusteet vuosiluokille 3-9 ja perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet vuosiluokille 1-2 (2003, 12) jatkavat tarkastellen oppimisympäristöä. Ympäristön on ohjattava uteliaisuuteen, mielenkiintoon, luovuuteen, motivaatioon ja monipuolisuuteen. Oppilas voi myös itse osallistua ympäristön suunnitteluun ja erilaisia työvälineitä ja materiaaleja tulee olla aktiivisesti saatavilla, ja hänen pitää pystyä kasvamaan tietoyhteiskunnan jäseneksi. Opettaja on kokeilemisen, tutkimisen, luovan toiminnan ja aktiivisen osallistumisen ohjaaja, siten että sosiaalinen toiminta yhdistyy itsenäiseen työskentelyyn. Oppilaasta tulee tiedonhankkija, -käsittelijä ja omaa ymmärrystä rakentava itsenäinen toimija. Tällöin työskentelytapojen tulee olla moninaiset ja yksilöllisyys on huomioitava mahdollisesti eriyttämällä. Opetusta voi antaa ainejakoisena tai eheyttynä, jolloin perustaidot nousevat sisältöalueita tärkeimmiksi. Opetus tulee rakentaa siten, että jokainen oppilas saa oman kehitystasonsa ja tarpeidensa mukaista ohjausta ja tukea.

Näissä oppimisympäristöä ja työtapoja kuvaavissa yleisissä tavoitteissa selkeytyy edelleen opetuksen tausta-ajatus. Esimerkiksi humanistinen psykologia on puhunut avoimen oppimisympäristön puolesta jo pitkään ja korostanut oppilaiden yksilöllisyyttä. Oppilaat voivat toimia oppimisryhminä, jossa he jakavat ideoitaan keskenään toimiessaan avoimemmassa oppimisympäristössä perinteisen luokkahuoneen sijasta. (ks. Gage & Berliner 1988, Lunenberg 1998). Lisäksi sosiaalinen konstruktivismi sekä konstruktivismi yleisenä oppimissuuntauksena korostavat tutkimista, aktiivisuutta ja sosiaalisen toiminnan kautta luotavaa ymmärrystä.

Tiedonhankkimisen ja –käsittelyn itsenäiset periaatteet ovat myös näkyvissä. (esim. Moshman 1982; von Wright 1993; Kaasila 1997; Berryman 2002.)

Toimimisen, ongelmanratkaisun ja tekemisen periaatteet näkyvät jo Deweyn (1957) ajatuksissa. Lisäksi opetussuunnitelmauudistuksen mainitsema eheyttäminen eli aineintegraatio palvelee perustaitojen oppimista, kuten Brunellkin (1993) esittää. Hänen mukaansa koulutuksen joustavuus ja valinnanmahdollisuudet vaativat aineintegraatiota ja luovia työskentelytapoja. Eheyttävässä opetuksessa yleiset tavoitteet korostuvat. On kuitenkin huomioitava, että oppimisen avoimuus on tutkimuksissa (esim. Giaconia & Hedges 1982) tuottanut lievästi heikompia tiedollisia oppimistuloksia kuin perinteinen luokkahuonemalli. Vastaavasti itsenäisyys, luovuus ja yhteistyökyvyt korostuivat avoimen oppimisen kautta.

Näkisin tiedollisten tavoitteiden ongelman poistuvan ohjaajan toiminnan tehostamisen kautta. Avoimuus kun ei tarkoita päämäärättömyyttä, vaan mielenkiinnon ohjaamista tutkivassa oppimisympäristössä. Lisäksi tutkimiseen ja avoimeen oppimiseen voi liittää deduktiivis-induktiivisen lähestymisen (esim. Seinela 1987; Sahlberg 1991), jolloin saavutetaan alun johdannon kautta innokkuutta, motivaatiota ja oppimishalua, sekä selvitetään olemassa olevia käsitteitä ja käsityksiä. Tutkimisen jälkeen lopun kiteytykseen kasataan kerättyä ja saavutettua tieto-taitoa kaikkien nähtäväksi ja kuultavaksi. Avoimen oppimisen muutkin käytännön sovellukset tarjoavat tarkempia kiinnekohtia opetuksen järjestämiseksi (luku 5.3).

Opetussuunnitelmien yleiset tavoitteet vaikuttavat ulkopuolelta arvioiden ajanmukaisilta ja oppilaita hienosti kehittävilä yksilöllisiltä menetelmiltä. Sekä vuoden 1994, 2002 että 2003 (opetussuunnitelmakokeilu) suunnitelmat liittyvät kognitiivisen psykologiaan, konstruktivismiin, tekemällä oppimiseen, ongelmanratkaisuun, suunnitteluun ja humanistisen psykologian avoimiin lähtökohtiin. Tavoitteista ja oppimiskäsityksistä johdetaan käytännön opetusmenetelmät ja koulun toimintatavat. Opetussuunnitelmien vaatimuksista johtuen, onkin ajankohtaista, ja tutkimuksen kannalta oleellista lähteä tarkastelemaan opetussuunnitelmien taustalle kietoutuvia oppimisteorioita. Näin ollen niin kokemuksellisen oppimisen (luku 4.3), kuin kognitiivisen psykologiankin (luku 4.4) teorioita ja opetusmetodeita tullaan käsittelemään ja hyödyntämään konstruktivismin lisäksi.

Kuten opetussuunnitelmassa korostettiin, niin oppilaiden yksilöllisten valmiuksien, motivaation, uteliaisuuden ja mielenkiinnon tukeminen ovat oleellisia perusteita. Tällöin meidän on tiedostettava myös oppilaiden omat käsitykset hyvästä oppimisesta, mukavasta tunnista ja

opiskelutyytyväisyydestä Ei ole mielekäästä rakentaa opetussuunnitelma ylhäältä alas, huomioimatta oppilaiden tarpeita, sillä juuri oppilaidenhan opetus kohdistetaan.

Uusikylän ja Kansasen (1988, 16-24) selvityksestä havaitaan, että koulutyytyväisyys ei ole kovin korkealla. Tutkimus ja sen käyttämä muu aineisto sijoittuu kuitenkin opetussuunnitelmauudistusta edeltävälle ajalle, joten tuloksien suhteuttamisessa on oltava tarkkana. Selvityksessä esitetään useiden oppiainetyytyväisyyttä mitanneiden tutkimusten tuloksia, joissa havaitaan selkeästi tekemiseen liittyvien (kuvaamataito, liikunta ja käsityöt) oppiaineiden suurempi suosio muihin verrattuna. Oppilaat siis pitävät käytännön toiminnan kautta tapahtuvasta oppimisesta, mikä puoltaa uusia menetelmällisiä tavoitteita. Uusikylän ja Kansasen (1988) tutkimuksessa 1-6 luokilla toiminnalliset oppiaineet olivat säilyttäneet suosionsa, joskin ylemmillä luokka-asteille tyytyväisyys kaikkea kohtaan laski. Lisäksi oppilaat pitivät oppiaineiden opetusmuodoista parhaimpina yhteistoiminnallisuutta ja keskustelua. Ryhmätyö oli suosiotuin työskentelytapa, mutta opettajien taholta vähän käytetty. Työkirjatyöskentelystä oppilaat eivät pitäneet. Oppilaat halusivat myös osallistua oppimisen ja opetuksen suunnitteluun yhdessä opettajan kanssa ja halukkuus lisääntyi iän myötä.

Sama tilanne jatkuu nykyäänkin. Olkinuoran ja Mattilan (2001, 20-21) koonnista nähdään, että vielä 1990-lopulla kouluviihtyvyys Suomessa on muihin Pohjoismaihin ja Yhdysvaltoihin verrattuna alhainen ja koulukielteisyys puolestaan yleistä. Syinä esimerkiksi oppilaan vähäiset vaikutusmahdollisuudet mielipiteenilmaisuun ja yksilölliseen toimintaan. Alhainen viihtyvyys puolestaan ennustaa vähäistä jatkokouluttautumista ja huonompaa opintomenestystä. Olkinuoran ja Mattilan (2001, 22-31) varsinaiset tutkimustulokset tukevat koontia, tosin selvästi lievempinä. Viihtyminen koulussa oli kohtalaista ja se väheni yläasteen aikana edelleen, mutta oppilaat kokivat opetuksen kiinnostavaksi ja hyödylliseksi varsinkin ala-asteella, joskin oppikirjasidonaisuus koettiin melko suureksi. Se osaltaan vähentää ongelmanratkaisun ja itsenäisen ajattelun mahdollisuuksia. Muilta osin oppimisen arvostus oli keskitasoista, kun tavoitteena olivat konstruktivismin periaatteet.

Näyttääkin siltä, että muutos aktivoivampaan opetukseen on käynnissä, joskaan se ei vielä vastaa opetussuunnitelmien tavoitteita ja oppilaiden toiveita täydellisesti. Käynnistynyt muutos on silti varsin positiivinen, ja kehitys näyttää miellyttävän oppilaita heidän oppimistaan tukien. Tosin oppilaat haluaisivat tukea opettajilta vielä enemmän, mutta Pirttiniemen (2000) tutkimuksessa noin puolet yläasteen yhdeksännen luokan oppilaista toteavat, ettei heidän mielipiteitään huomioida. Jopa 40 prosenttia sanoo, etteivät opettajat huomioi heitä tarpeeksi. Myös opiskelun

mielekkääksi kokemisessa näkyy samantyylinen trendi. Tutkimuksessa näkyy tekemiseen liittyvien oppiaineiden arvostus edelleen suurena. 55 prosenttia pojista pitivät liikuntaa ja teknistä työtä mieluisimpina aineina. Tyttöillä vastaava prosentti muodostuu liikunnasta, käsitöistä, kotitaloudesta ja kuvaamataidosta. Oppilaiden kommentit viittaavat nimenomaan opetuksen toteuttamiseen, joten sisällöt eivät ole ongelma mielekkyyden kokemuksissa. Koulua pidettiin hyödyllisenä oppimisen ja tulevaisuuden kannalta, mutta mielekkyys oli kyseenalaista. Kielteisimmin kouluun suhtautuneet olivat myös todennäköisimpiä jatkokoulutuksen ulkopuolelle jääviä oppilaita. Näyttääkin siltä, ettei koulu huomioi ja aktivoi oppilaita tarpeeksi. Oppilailta ei kysytä mielipiteitä, ja epäoikeudenmukaisuuden kokemukset ovat verrattain yleisiä. Opettajien kyky toimia oppilaiden kanssa nähdään puutteellisena, mikä vaikuttaa opettaja-oppilassuhteiden kautta koulukokemuksiin.

Myönteisempänä ja kannustavampana oppilaat ovat kokeneet opetuksen ja opettajan toiminnan ala-asteella. Neljännen luokan oppilaat mielsivät opetuksen ja oppimisen olevan enemmän elämää varten tapahtuvaa, kun taas ylä-asteella ja lukiossa se koettiin kirjatiedon pönttäämiseksi ja arvosanojen metsästykseksi. Oppilaiden mielestä opettajat muuttavat vain harvoin tunnin kulkua heidän ehdotustensa perusteella. Myös rohkaisua, kiinnostuksen kohteisiin syventymistä ja opiskeluneuvoja tarjotaan vähän. Opetus kiinnittyy ulkoa oppimiseen, josta ei käytännön elämän kannalta ole riittävästi hyötyä. Vaikuttaa siltä, että kyseinen opettajien toiminta tuottaa oppilaiden taipumukseksi pintatasoista prosessointia ja serialistista oppimistyyliä. (Meri 1992.) Näyttää siltä, että erityisesti yläasteella on syytä huomioida opetuksen kehittämisen ideat, koska tulokset tyytyväisyyden osalta ovat siellä alempia kuin ala-astella. Tähän voi osaltaan vaikuttaa oppilaiden murrosikä, vaihtuvat opettajat, mutta kenties myös aineenopettajien suppeampi kasvatustieteellinen koulutus ja vähäisemmät opetusharjoittelut. Luonnollisesti kehittämistarpeet koskevat kaikkia koulutustasoja alaluokilta korkeakoulutukseen saakka.

Mikä sitten tekee tunnista mielenkiintoisen ja opettajasta hyvän? Tutkimuksissa on noussut kaksi osaa pinnalle: opettajien persoona ja heidän kyvykkyytensä. 7-11 vuotiaat arvostivat enemmän opettajia kouluttajana, joka jakaa tietoa ja taitoja. Vanhempien eli 12-17 vuotiaiden ryhmä piti tärkeänä persoonallisia suhteita ja vuorovaikutusta. Lisäksi he arvostivat itsenäisyyttä ja autonomisuutta, mutta kuitenkin tiettyä järjestystä ja tehtävä suuntautunutta asiantuntijuutta. Tiedon arvostaminen laski tasaisesti mitä vanhemmaksi oppilaat tulivat. Tutkimusryhmä esittää, että opettajien pitäisi huomioida oppilaiden ja opettajien arvostusten erot, jotta opetustavat vastaisivat paremmin oppilaiden odotuksia. Tämä voisi parantaa koulutyötä ja sen mielekkyyttä.

He kuitenkin korostavat tutkimuksen kontekstuaalisuutta maiden erityyppisistä kulttuureista johtuen. Tutkimus on tehty Alankomaissa. (Beishuizen ym. 2001.)

Beishuizen ym. (2001) tuloksia tukee osittain Jussilan (1975) selvitys opettajan asenteiden ja koulutustaustan merkityksestä oppimistuloksiin. Pienemmät oppilaat saavuttivat tiukemmalla järjestyksellä parempia oppimistuloksia, kun taas vanhempien kanssa liberaalisuus toimi paremmin. Liberaalisuuden merkitys korostui tosin selvästi aikaisemmin, kuin Beishuizen tutkimuksessa. Ensimmäisellä luokalla autoritaarisuus vaikutti positiivisesti oppimistuloksiin, kun taas jo toisella luokalla vähäinen autoritäärisyys ja suurempi liberaalisuus paransivat menestymistä. Beishuizen ym. (2001) tulokset eivät siis näytä täysin sopivan Suomeen, sillä kuten esitetty, niin täällä avoimempi oppiminen nousee varhaisemmin suosioon, ja myös ryhmätöitä arvostettiin jatkuvasti. Silti, tuloksia linkitettäessä yhteen havaitaan, että oppilaiden käsitykset mielekkäästä ja tehokkaasta oppimisesta sopivat sekä vuoden 1994 että erityisesti vuoden 2002 opetussuunnitelman ideologiaan. Tätä tukee myös Laineen (1999) tulokset, joissa 7 – 9 -luokkien oppilaiden sosiodraamakirjoituksissa henkilökohtaiseksi oppimiskokemukseksi kuvattiin vapaavalintaista, yksilön autonomisuutta tukevaa, onnistumisen elämyksiä tarjoavaa ja ilman pakkoa toimivaa oppituntia. Tähän liittyi oman itsen toteuttaminen ja osaamattomuuden voittaminen. Oppimiseen liittyvä jakaminen edellyttävät lisäksi sosiaalisuutta. Kirjoitusten mukaan oppiminen nähtiin vastakohtana perinteiselle rutiininomaiselle toistamiselle. Oppilaat odottavat elämyksiä, kommunikointia ja reflektiivisyyttä.

Eikö ole selvää, että jos opettajien menetelmät ja suhtautuminen ei kohtaa oppilaiden odotuksia, vaikuttaa se koulussa viihtymiseen, vuorovaikutukseen ja oppimistuloksiin? Opettajien tuleekin huomioda nuorten tarpeet ja ajatukset ihanne-opettajasta, jotta koulunkäynti olisi mielekkäämpää, tällöin kuitenkin oppimistuloksista tinkimättä. Tämä ei tarkoita oppilaiden mielistelyä, vaan niiden opetuksellisten menetelmien korostamista, joita oppilaat arvostavat. Näin voidaan aihepiirejä säätelemällä saavuttaa tiedollisia oppimistavoitteita, ja menetelmällisellä muutoksella päästä tutkivaan, mielekkääseen toimintaan.

Vuoden 1994 opetussuunnitelmauudistusta tarkasteltiin sen käyttöönoton jälkeen useiden toimielinten taholta. Arviointiraportti peruskoulun opetussuunnitelmauudistuksesta (1996, 21, 74-89) perehtyy vuoden 1994 uudistuksen haasteisiin ja käytännön mahdollisuuksiin. Muutoksen laajuus ja hyvin perustavanlaatuinen muoto vaatii valtakunnallisten ja paikallisten voimavarojen kohdentamista muutoksen tukemiseen, sillä käytettävissä olevat henkilöstö- ja aineelliset resurssit eivät ole riittäviä. Raportilla haetaan muun muassa kehittämisrahoitusta, joka

käytettäisiin opetuskokeiluihin, opettajien koulutukseen ja lisätyökustannuksiin sekä muuhun kehitystyöhön. Vaatimukset ovat samoja kaikille kouluille, mutta erityisesti köyhät kunnat ja pienet koulut ovat todellisissa vaikeuksissa, sillä monella kunnalla ei ole varaa kuin äärimmäisen niukkaan kouluhallintoon. Dynaamisen ympäristön ja opetussuunnitelman vaatimusten toteuttaminen vaatii yhteistyötä, opettajien kehityksen tukemista ja koulujen muutoksen turvaamista. Jos resurssit jäävät samalle tasolle, tai niitä jopa vähennetään, jää myös opetuksen kehittäminen vain kauniiksi tavoitekuvaksi.

Raportti lähestyy uudistuksia järkevästi huomioiden kehityksen tarpeet ja yhteiskunnalliset vaatimukset, mutta se nostaa esille myös käytännön mahdollisuudet suhteessa resursseihin. Jotta vieläkin tarkemmin jäsennetyt vuoden 2002 muutokset luokille 1-2, ja ylempien vuosiluokkien tulevat muutokset saataisiin asianmukaisesti toteutettua, vaatii se raportin mukaista aineellista interventiota kehityksen tukemiseksi. Lisäksi opetuksen teoreettisia lähtökohtia tulee tarkastella, ja pohtia kuinka niiden ideat saadaan käytännössä toteutumaan. Haapasalon (2001, 151-153) mukaan uudistusten ongelmana on ollut poliittisista tai yhteiskunnallisista lähtökohdista tehty muutokset, sen sijaan, että muutoksia olisi pohjattu oppimispsykologiaan oppimisen asiantuntijoiden toimesta. Opetussuunnitelman perusteet vuosiluokille 3-9 ja perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet vuosiluokille 1-2 (2003) näyttää olevan laajemmin mietitty, nykytietoon pohjautuva ja kokeiltakin suunnitelma, joka pohjaa kognitiivis-konstruktivistiseen oppimisen psykologiaan, huomioiden siten myös yhteiskunnalliset vaatimukset itsenäisestä ja tehokkaasti ajattelevasta ihmisestä.

Nämä vaatimukset olen huomionut laatiessani opetusmateriaalia, joka vastaisi sekä oppilaiden, opetussuunnitelmien ja opetusteorian tavoitteisiin. Opetussovellus on nähtävissä liitteenä (liite 1), ja sen yleinen asetelma on esitetty materiaalin taustoituksen kohdassa 1, Suunnittelu- ja tutkimisprojekti – konstruktivismia käytännössä. Projekti huomioi niin Kansasen ja Uusikylän (1988), Meren (1992), Laineen (1999) kuin Pirttiniemen (2000) ja muidenkin yllä esitettyjen tutkimusten tuloksia oppilaiden toiveista opetusta kohtaan. Näin ollen projekti liittyy selvästi tekemiseen, yhteistoiminnallisuuteen, keskustelemiseen, oman oppimisen suunnitteluun, aktiivisuuteen, valinnanvapauteen ja autonomisuuteen, jolloin tiukkaa normitettua pakkoasetelmaa ei pääse syntymään. Opettaja toimii oppimisen ohjaajana, eikä tiedon ylimpänä tai suorana lähteenä. Tällöin myös opetussuunnitelman perusteet vuosiluokille 3-9 sekä perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet vuosiluokille 1-2 (2003) huomioidaan, kuten perusteiden uusimmassa versiossa on esitetty lukuvuodelle 2003-2004 sijoitetun opetuskokeilun mukaisesti.

3. PIILO-OPETUSSUUNNITELMAN RAKENTUMISESTA JA VAIKUTUKSISTA

Ei ole itsestään selvää, että kirjoitettu, virallinen opetussuunnitelma aikaansa tavoitteidensa mukaisia tuloksia. Onkin helppo hyväksyä Goodsonin (2001) huomio, että dikotomia virallisen ja toteutuneen opetussuunnitelman välillä on väistämätöntä. Hän korostaa opetussuunnitelmien kulttuuripoliittista rakennetta, pakollisuutta ja valtiohallinnon tuomaa resurssipulaa, jolloin tietyt luokkahuonekäytännöt ovat välttämättömiä. Tämän lisäksi opettajan elämänhistoria, ura ja kokemukset muotoilevat hänen näkemyksiään ja vaikuttavat työhön opettajana. Opettajan elämänintressit ja sitoumukset näkyvät tämän toiminnassa. Koulutuksen historiallinen tutkimus ja opettajien elämänhistorian tarkkailu puolestaan edesauttavat opetuksen kehittämistä ja uudistusten mahdollisuuksia. Koska opettaja on historiansa luomus, on taustan ja elämänhistorian ymmärtäminen oleellista.

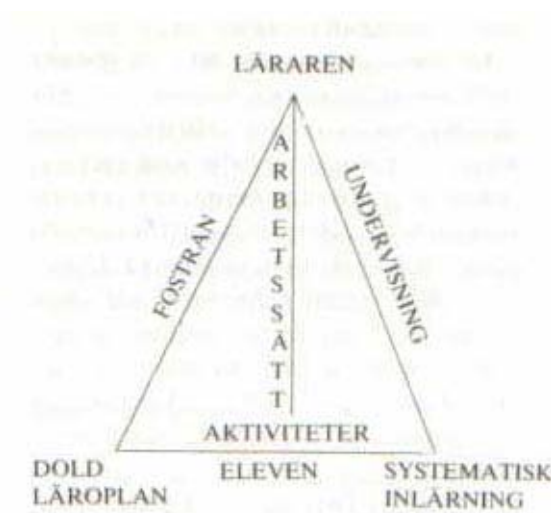
Elämänhistorian kautta kehittyviä arvoja voidaan pitää henkisenä ohjelmointina, mitä kautta ne toimivat suhteessa itseen, muihin ja ympäröivään maailmaan. Arvot ja tavoitteet ovat kiinteässä suhteessa keskenään. Jos palautteen kautta tapahtuu tavoitteissa jotain muutoksia, heijastuu se samalla arvoihin. Arvot ovat yhteydessä asenteisiin, mutta asenteet ovat kuitenkin helpommin muuttuvia. (von Wehrt 1993, 13-18.) Näin ollen opettamistakin tapahtuu opetussuunnitelman mukaisten ohjeiden perusteella, mutta osittain tiedostamatonkin piilo-opetussuunnitelma vaikuttaa opetusprosessiin. Opettajan omat kokemukset kouluajoilta ja opiskeluvuosilta vaikuttavat uskomuksiin ja siten opetustapaan, vaikka opetuksen teoriapohja olisikin erilainen (Sahlberg 1996.)

Jussilan (1975) tutkimuksessa havaitaan, että opettajan taustalla on vaikutusta tämän asennoitumiseensa, jolla puolestaan on merkitys oppimistuloksiin. Opettajan saamilla arvosanoilla, opetustaidolla (määriteltiin opetustaidon arvosanasta), keskiarvolla ja muulla koulutuksella kuin myös asennoitumisella, suhtautumisella, huoltamisella ja hellyydellä oli vaikutuksia oppilaiden suoriutumiseen. Vastaavasti Kangasniemen (2000) tulokset uskomusten vaikutuksista matematiikan opetusmenetelmiin paljastavat vahvan korrelaation uskomusten ja menetelmien välillä. Opettajat, jotka pitivät matematiikkaa staattisena tyytyivät opettamaan opettajajohtoisesti luennoimalla ja teettämällä laskuja yksilötyönä. Dynaamisen matematiikkakuvan omaavat opettajat harjoittivat enemmän ryhmätöitä, ongelmien asettamista ja pohdintaa. Samaan tulokseen on tullut muun muassa Kaasila (1997, 1-4), joka mainitsee, että

matematiikan opetukseen ja oppimiseen liittyvät käsitykset vaikuttavat opetusmenetelmiin, oppilaiden rooliin, arviointiin ja oppimismateriaalien käyttöön.

Opettajan merkitys luokassa onkin suuri ja se näkyy Levävaaran (1997, 61-64) esityksessä. Se mitä luokassa tapahtuu on paljolti kiinni siitä, miten opettaja käsittää asiat ja millaiseksi hän kokee oman roolinsa luokkatilanteessa. Lisäksi oppilaiden käsitykset omista rooliodotuksistaan ja uskomukset aineen luonteesta vaikuttavat oppituntien tapahtumiin. Oppilaiden tavoitteet ovat riippuvaisia siitä, millaisella tyylillä opettaja lähtee asiaa käsittelemään, sillä esimerkiksi behavioristinen opetustyyli luo pintasuuntautuneita oppimistyyliä. Meren (1992) mukaan tämä voi selittää ainakin osittain kouluvaatimuksilla, sillä oppilaille on luotu mielikuvia vaatimuksista, joihin he kehittävät selviytymisstrategian. Opetuksen piilo-opetussuunnitelmilla on vaikutusta oppimistuloksiin, sillä opettaja luo väistämättä asenteita ja näkemyksiä oppilaisiinsa.

Stormbom (1986) jakaa opettajan toiminnan kahteen osaan (kuvio 1), jotka ovat kirjoitetun opetussuunnitelman mukainen systemaattinen opettaminen sekä kasvattaminen, joka sisältää piilo-opetussuunnitelman mukaisia elementtejä.



KUVIO 1. Piilo-opetussuunnitelma ja systemaattinen opetus Stormbomin (1986, 376) mukaan.

Piilo-opetussuunnitelmallinen kasvatus sopeuttaa oppilasta vallitsevien koulun ja yhteiskunnan normien pariin. Opetustapahtuma sisältää sosiaalistavia, sopeuttavia ja kasvattavia tilanteita sekä asioiden ja faktojen opettamista. Kasvattaminen ja opettaminen nivoutuvat usein saumattomasti

toisiinsa, mutta opettajan käyttämät työskentelytavat vaikuttavat oppilaan toimintoihin, joista puolestaan nähdään onko kysymys virallisen opetussuunnitelman toteutumisesta vain piilo-opetussuunnitelman vaikutuksista.

Kuviosta (kuvio 1) havaitaan selvästi Stormbomin ajatus opetustilanteen kaksijakoisuudesta, jonka osat kuitenkin liittyvät läheisesti toisiinsa ja toteutuvat vuorovaikutuksessa opettajan ja oppilaiden välillä. Stormbom (1986) mieltää piilo-opetussuunnitelman lähinnä kasvattamisen osaksi. Kangasniemen (2000) tulokset matematiikan opettamisesta liittävät piilo-opetussuunnitelman tämän lisäksi myös järjestelmällisen opettamisen ja oppimisen osaksi. Opettajien käsitykset matematiikasta vaikuttavat käsityksiin koko tiedettä kohtaan. Tämä heijastuu opetusmenetelmiin ja tuntien toteuttamiseen, millä puolestaan on vaikutusta virallisen opetussuunnitelman toteutumiseen. Von Wehrtin (1993, 24-25) tutkimuksenkin pohjalta havaitaan, että opettajien oppimiskäsitys kulkee rinnakkain tietokäsityksen kanssa. Kun tiedossa koettiin tärkeänä sen kriittisyys, todellisuus ja löytäminen, korostui opetuksessa aktiivisuus ja etsiminen. Ilmiö näkyy hyvin Salmen (1993) tutkimuksessa, jossa tarkkailtiin motivaation ja oppimisen yhteyksiä. Havaittiin, että opettajan toiminta, menetelmät ja vaatimukset vaikuttavat oppilaiden pinta- tai syväsuuntautuneiden oppimisstrategioiden valintaan. Miksi-painotteinen suhtautuminen tietoon synnytti sisäisen motivaation, mikä johti syväsuuntautuneisiin oppimistyyliin ja todelliseen oppimiseen haluun. Sisäisen motivaation synnyttämisen aikaansaaminen vaatii enemmän aikaa, kun perinteisemmät mitä ja kuinka -tyylit.

Vaikka yhteiskunnan arvoista ja normeista osittain kehittyvä piilo-opetussuunnitelma sosiaalistaa nuorta yhteiskunnan jäseneksi, voi se sisältää myös epäilyttäviä osia. Piilo-opetussuunnitelma syntyy muun muassa opettajan asenteista, opetustyylistä, ihmis- ja oppimiskäsityksestä, tietokäsityksestä, hallinnon määräyksistä sekä oppilaan vanhempien välillisestä suhtautumisesta (Meri 1992, 71). Koska tutkimusten mukaan opettajan asenteet ja käsitykset vaikuttavat opettamiseen, tulee opettajan taustaan ja arvoihin perehtyä tarkemmin. Syvään juurtuneet käsitykset opetuksesta voivat hienoista ja edistyksellisistä opetussuunnitelmista huolimatta jäädä kummittelemaan opettajien toteuttaessa opetusta piilo-opetussuunnitelmallisesti. Tämän vuoksi asenteellisen muutoksen läpivieminen on yhtä tärkeää kuin koulutusjärjestelmän reformointi paperitasolla. Bloomin (1981) mukaan piilo-opetussuunnitelman vaikutukset voivat olla jopa voimakkaampia kuin virallisen opetussuunnitelman merkitys. Hän esittää, että jos piilo-opetussuunnitelma on ristiriidassa virallisen, kirjoitetun opetussuunnitelman kanssa, vie piilo-opetussuunnitelma voiton.

Pahimmassa tapauksessa opetuksen voi vallata indoktrinaation kaltainen uskomusten siirtäminen tiedostamattomalla tasolla, mutta myös tietoisesti auktoriteetin väärinkäyttönä. Indoktrinaatio on vallan käyttöä suhteessa tietoon, moraaliin sekä uskontoon, ja sen lähikäsitteitä ovatkin propaganda, ehdollistaminen ja aivopesu. Jos opettaja on itse tullut indoktrinoiduksi, hän saattaa menetelmiä, ainesisältöjä, korostuksia tai rajauksia painottamalla vaikuttaa oppilaiden käsitteiden ja käsitysten muodostumiseen. Tällaista toimintaa on esimerkiksi kiistanalaisten maailmankatsomusten opettaminen totuuksina, kriittisyyden romuttaminen, itsenäisyyden väheksyminen, vapauden puutos ja siten autonomisuuteen kasvamisen rajoittaminen. Pelkkä opettajakeskeisyys ei kehitä kriittisyyttä, itsenäisyyttä ja autonomisuutta vaan edesauttaa uskomusten muuttumista totuudenkaltaisiksi käsityksiksi. Aineksen manipulointi, tiedon piilottelu, vääristely ja korostukset rikkovat humanistisia arvoja ja saavat indoktrinaation muodon. Näin ollen tietoinen pyrkimys kriittisyyttä, tutkivaa oppimisasennetta ja itsenäisyyttä kohtaan tukee indoktrinaatiosta vapautumista, ja edesauttaa myös tiedostamattomien piiloisten suunnitelmien jäämistä tausta-alalle. (Puolimatka 1997.)

Opetukseen ja kouluun liitetään ajankohdalle tyypillisiä piirteitä ja sen mukaista kritiikkiä. Vaikka niistä tulee jokseenkin muoti-ilmiön kaltaisia trendejä, on perussyy varmasti olemassa. 80-luvulla koulu syytettiin pikkutietojen korostamisesta laajempien kokonaisuuksien kustannuksella. 90-luvulla eettinen ja moraalinen kasvatus nostettiin tapetille ja nyt korostetaan ajattelutaitojen ja ongelmanratkaisukykyjen kehittämistä. Joidenkin opettajien strategiat ovat menneen aikakauden käsitysten kyllästämiä. (Levävaara 1997, 95-96.) Jos opettaja kokee, että hänen toimintansa on tilanteen kannalta tyydyttävää, ei hän koe tarvetta kehittää toimintaansa. Tietoinen muutos syntyy vain kognitiivis-emotionaalisesta ristiriidasta, jos käsitys ei sovellu tilanteeseen tai jos se poikkeaa vahvasti sosiaalisessa vuorovaikutuksessa ilmenevistä käsityksistä. Haapasalo (2001, 174.) Omien rutiinien ja kaavojen tunnistaminen onnistuu parhaiten käytännön toiminnan kautta. Aktiivinen toiminta ympäristön kanssa ja kriittinen itsetietoisuus ovat muutoksen avaimia. (Silkelä 1999, 146-155.) Samansuuntaisia tuloksia on saatu myös Pietilän (2002) tutkimuksessa, jossa tiedostamisen ja positiivisten kokemusten kautta on luotu muutosta opettajien uskomuksiin.

Tulosten pohjalta todettakoon, että opettajan kannattaa kiinnittää huomiota omiin asenteisiinsa ja esimerkkiin luokassa. Hänen tulee myös käyttää enemmän aikaa ilmapiiriin, ongelmasuuntautuneiden oppimisstrategioiden ja motivaation luomiseen, jotta oppilaidenkin käsitykset vähitellen linkittyisivät tiedon etsimiseen ja keksimiseen, pelkän vastaanottamisen sijasta. Pelkkä opetussuunnitelmallinen kehitys ei riitä muutoksen luomiseen, vaan se vaatii

todellisten visioiden luomista opettajille, jolloin opetuksen kehittämiseen syntyy oikea motivaatio ja halukkuus. Tämä vaatii opettajan itsereflektiota, jolloin hän tulee tietoiseksi omista käsityksistään ja niiden kokemushistoriallisesta taustaista. Kaiken kaikkiaan piilo-opetussuunnitelmalliset ulottuvuudet asettavat vahvoja vaatimuksia opettajankoulutukselle, ja opetussuunnitelmien toteutumiselle opetustyössä. Koulutukseen tulee sisällyttää pelkän tiedon hankkimisen lisäksi kriittinen ja ajatteleva ulottuvuus, joka muokkaisi tulevien opettajien asenteita. Tämä olisi huomioitava myös täydennyskoulutuksessa.

Opetuspaketini (liite 1) osatarkoitus onkin tarjota opettajille käytännön mahdollisuuksia opetuksen monipuolistamiseksi. Se toimii esimerkkinä avoimempien oppimiskäsitysten visioista oppimisen suhteen. Haapasalo (2001, 174) ja Silkelän (1999, 146-155) mukaisesti luovaan prosessiin pyrkivä opetuspaketti voi tarjota myös opettajille mahdollisuuden vanhojen rutiinien ja käytänteiden murtamiseen. Pelkkä teoreettinen lähestyminen kun voi jäädä irralliseksi - pitkään jatkuneiden perinteiden varjoon. Näin ollen menetelmällisten kokemusten on tarkoitus innostaa opettajia vaihtelevaan opetukseen. Siksi opetusmateriaalista on luotu yksityiskohtainen, jotta sen toteuttaminen olisi käytännön tasolla helpompaa. Toki variointikin on mahdollista. Näin opettaja voi saada uusia kokemuksia, jolloin mahdollinen piilo-opetussuunnitelma kehittyy (Sahlberg 1996). Tällöin myös opettajan oma esimerkki voi muuttua, mikä edelleen vaikuttaa oppilaiden toimintaan (Salmi 1993, Levävaara 1997, 61-64). Lisäksi opetuspaketin kohdassa 5.2, Ennakkotietojen tarkastelu miellekarttamittauksella, kehoitetaan opettajaa laatimaan miellekartta omista opetus- ja oppimiskäsityksistään ennen ja jälkeen prosessin. Sen tarkoituksena on nostaa pinnalle opettajan piiloisia käsityksiä. Omien käsitysten tunnistaminen helpottaa oppimista ja kehittymistä, kuten tiedonrakentumisen periaatteet osoittavat. Oppimisprosessin jälkeen on hyvä sitten tarkastella, toiko avoin prosessi käsityksiin muutoksia.

4. KÄSITYKSIÄ OPPIMISESTA

4.1 Paradigmojen perustaa

Oppimiskäsitykset ja –teoriat pohjautuvat vallitseviin psykologisiin suuntauksiin ja filosofisiin teorioihin, paradigmoihin, joita ei aseteta kyseenalaiseksi helposti. Vaikutteita tulee myös lääketieteestä ja sosiologiasta. Yhteiskunnan vaatimukset suuntaavat lisäksi kasvatuksen menetelmiä ja tavoitteita. Pedagogiikka hyödyntää muiden tieteiden saavutuksia, teorioita ja johtopäätöksiä soveltaen niitä opetukseen ja kasvatukseen. (Gurova 1981.) Tiedemiehet saattavat hyvin pitkään hyväksyä tietyn ratkaisumallin tai ongelman todellisuuden, ja vaikka voisi olettaa heidän tiedostavan sen, syy saattaa olla vain siinä, että se ei ole juuri heidän tutkimuksen kannalta olennaista. (Kuhn 1994, 59).

Uusi tieteellinen tieto ja keksinnöt ovat pohjana paradigmojen murtumiselle. Jos tieto on liian radikaalia, se ei aiheutakaan hämmästyksen kautta muutosta, vaan järkytyksen joka johtaa kieltämiseen. Kun uusi teoria tai keksintö siis rikkoo hyvin syvään juurtuneita käsityksiä ei muutos synny nopeasti teorioissa eikä tutkimusmenetelmissä. Tieteellisen anomalian, joka koettelee paradigmaa, tulee pureutua syvälle olemassa olevan tiedon ytimeen. (Kuhn 1994, 64-76.) Tämä ei koske vain tieteen yleistä kenttää, vaan myös jokaisen ihmisen sisäistä paradigmaa. Paradigmaattinen murros vaaditaan yksilötasolla, jotta esimerkiksi opetusmenetelmällistä muutosta on mahdollista saada aikaan. Näin ollaan akkomodaation äärellä, jonka toteutumista helpottaa vanhojen tietorakenteiden pinnalle nostaminen. (Tynjälä 1999, 72-96.)

Henkilökohtaisen paradigman kuvaus ei oikein sovi kuhnilaisen paradigman käsitykseen, vaan on enemmänkin tapa orientoitua ympäristöön. Tällainen orientaatio on usein tiedostamatonta, eikä ihminen ole perillä omista paradigmoistaan, joita kutsutaan myös ajattelutavoiksi tai viitekehyksiksi. Paradigma tai sisäinen orientaatio toimii suodattimena, jonka läpi on vaikea nähdä muuta kuin paradigman mukaista toimintaa. Tällöin eletään paradigmaattisessa harhassa. Muutos vaatii maailman näkemistä toisella tavalla, ei pakottamisen, vaan asteittaisuuden ja kokemusten kautta. Tietoisuutta omista käsityksistä pidetään tärkeänä askeleena paradigmojen murtamiseen. (Grönfors 1996, 20-21, 28-31.)

Näin lähestytään selvästi Tynjälän (1999) ideoita, sekä väistämättä piilo-opetussuunnitelman tasoista luonnehdintaa ihmisen mielen malleista. Kuten piilo-opetussuunnitelmaan liittyen

totesin, juuri tällaista sisäistä paradigmaa pyrin kehittämään menetelmällisiä kokemuksia tarjoavan opetusratkaisun myötä (liite 1). Sisäinen muutos vaatii oman kokemushistorian tarkastelua ja arvomaailman syntymisen pohtimista. Se tekee tieteenhistorian tarkkailun erityisen tärkeäksi, sillä sitä kautta havaitaan ontologisia ja epistemologisia lähtökohtia, joita tieteenfilosofiassa ja edelleen erityistieteissä on ollut. Näin päästään myös omien käsitysten syntyneiden jäljille. Tässä on selvä yhteys juuri piilo-opetussuunnitelmien muodostumiseen. Oman kokemushistorian kautta tapahtuva kehitys aikaansaa tiettyjä käsityksiä ja konstruktioita. Näiden muokkaaminen voi olla pitkä ja työläs prosessi, jota kuitenkin tukee oman kehityshistorian tiedostaminen, ja käytännön kokemusten kautta tapahtuva asenteellinen muutos.

Kun tarkastellaan esimerkiksi kopernikaanista vallankumousta tähtitieteessä havaitaan, kuinka suuren kriisin se aikaansai silloisessa yhteiskunnassa. Silloin ja nykyäänkin tieteilijän oppiessa jonkin paradigman, hän ei omaksu pelkästään tietoa, vaan paradigman mukaiset tutkimusmenetelmät, tutkimuksen suuntaviivat ja standardit. Tällöin paradigman murtuminen eli tieteellinen vallankumous, ei koske vain tiedon lisääntymistä, vaan tiedon kriteerejä ja sen määrittämisen oikeutuksia. Näin ollen kaksi koulukuntaa voivat puhua toistensa ohi kiistellessään paradigmoistaan, kun toinen vallitseva suuntaus ei selitäkään aukottomasti kaikkea, mutta saattaa sen sijaan selittää tehokkaammin jotain muuta toiseen verrattuna. Koska koulukuntien tieteelliset standarditkaan eivät välttämättä ole samoja, epäonnistuvat he toistensa kumoamisessa. Vaikka uppiniskaisuus kieltäytyä uskomasta uutta tietoa, kertoo tieteilijöiden inhimillisyydestä ja haluttomuudesta tunnustaa virheitään, sisältää se syvempiä tieteen luonteeseen ja standardeihin sisältyviä vakaumuksia, kääntymyskokemuksia. Joskus murroskausi vaatiikin sukupolven ajan toteutuakseen. (Kuhn 1994.)

Behaviorismin ja kognitiivisen psykologian keskinäinen taistelu psykologian historiassa on jonkinlainen esimerkki kahden rinnakkaisen paradigman koulukuntien kiistasta. Kumpikaan koulukunnista ei pystynyt aukottomasti todistamaan toisen olevan väärässä. Behavioristit painottivat eläinkokeita ja suoria laboratoriohavaintoja, kun kognitivismi tutki ihmisen sisäistä tiedonkäsittelyä eri lähtökohdista. Paitsi, että käsitys tiedosta oli erilainen, johtivat erilaiset tutkimusmenetelmät vastakkainasetteluun, kuten Kuhn (1994) totesi puhuessaan yleisesti paradigmojen kehittymisestä ja murroksesta.

Psykologian paradigmojen kehityksen sanotaan tapahtuvan nelitasoisen järjestelmän puitteissa, jossa faktojen, teorian, traditioiden ja tutkimuskentän kehitys ja uusiutuminen vaikuttavat monitahoisesti toisiinsa. Faktojen kehitys pitävässä tutkimuksessa hankittujen kumulatiivisesti

kehittyvin tiedoin on tieteellisen yhteisön luonteen mukaista. Teoreettinen eteneminen vanhojen teorioiden pettäessä tapahtuu nopeammin, kuten muuttuvien traditioiden osuuskin, mikä voi olla vallankumouksellista. Tämä johtaa uuden tieteellisen kielen kehittymiseen. Uuden tutkimuskentän kehitys tapahtuu luonnollisesti edellisten pohjalta. Se on korkein ja pysyvin taso, kuten esimerkiksi behaviorismin eläinkokeet. Vanhaa paradigmaa ei voi murtaa vain osoittamalla sen epäkohtia, vaan tarvitaan uusi pitävämpi teoria kehityksen alkuun saattamiseksi. Kyseessä on monitahoinen prosessi, jossa kehityksen tasot vaikuttavat toisiinsa. Kehitys yhdellä alueella ei kuitenkaan välttämättä johda kehitykseen muilla saroilla. (Saariluoma 1985, 15, 18-28.)

Behaviorismin ja kognitiivisen psykologian murrokset ovat kuitenkin selvästi laajempia muutoksia, kuin pelkän teorian anomalia. 1900-luvun muutokset liittyvätkin laajempiin ihmis- ja todellisuuskäsitysten pohdintaan sekä muutokseen, kuin kuhnilainen teoria antaa ymmärtää. Onkin tarpeen suhtautua kriittisesti paradigman käsitteeseen, kuten Kuhn (1994) sen esittää. Esimerkiksi Eskola ja Suoranta (1998, 26-33) liittävät paradigmaattisen kehittymisen toisesta maailmansodasta eteenpäin lähinnä metodien monipuolistumiseen, eikä niinkään selkeisiin paradigmojen vaihdokseen. Lisäksi paradigman käsitteelle on runsaasti erilaisia merkityksiä tutkimusperinteistä tietokäsityksiin. Yksi paradigman luonteinen kehitys on tapahtunut positivistisluonteisen kvantitatiivisen tutkimuksen monipuolistuessa kohti laadullisempaa tarkastelua.

4.2 Historian kautta nykypäivään

Ronkaisen (1999) tutkimuksesta havaitaan, että ihminen on kasvanut omaksi itsekseen ajallisen ja paikallisen kontekstin kautta. Näin hän on tiettyjen käsitysten kyllästämä (Goodson 2001) ja niistä luopuminen vaatii sisäisen paradigman murtumisen (Kuhn 1994; Tynjälä 1999). Historian merkitys on siten paitsi nykyisyyden ymmärtämisessä, mutta myös jokaisen ihmisen taustan kehittymisen tarkastelussa ja mahdollisen muutoksen käynnistämisessä. Näin ollen seuraava johdanto toimii paitsi omien käsitysten tunnistamisen lähtökohtana, myös linkkinä oppimisen teoretisointiin.

Kuten muun muassa Zetterbergin toim. (1988), Entwistlen toim. (1990) ja Leaheyn (1994) kokoomateoksista havaitaan, niin historialliset kaudet ja ajanjaksot ovat tietynlaisten

yhteiskuntamallien, ihmiskäsitysten ja arvojen kyllästämiä. Poliittiset tilanteet, kuten sota, vaikuttavat teollisuuden ja yhteiskunnan sekä tutkimusten mielenkiinnon kohteisiin. Uskonnoilla ja tiedon määrällä ympäristöstä, maailmasta ja ihmisestä on vaikutusta maailman jäsentämiseen, opetukseen ja yhteiskunta-järjestelmään. Lisäksi uudet tieteelliset oivallukset suuntaavat tutkimuskenttiä ja mielenkiintoa. Kun tarkastellaan kasvatuskäytäntöjä, niin psykologisen tiedon lisäksi kulttuurillinen konteksti vaikuttaa menetelmiin ja tavoitteisiin.

Varhaista ajatteluun ja oppimiseen liittyvää teoretisointia löytyy Antiikin ajattelijoiden pohdinnoista. Luoma (1990) luokittelee rationalismin osaksi kreikkalais-roomalaista perintöä, joka jäi kristinuskon valtakauden alle Rooman vallan luhistuessa noin 500-luvulla. Rationalismin mukaan ihmisen on omalla järjellään tajuttavat luonnonlait ja -suhteet. Järki on ihmisen ominaisuus, jota tämä käyttää luonnon tarkasteluun. Uskonpuhdistukset ja renessanssin synnyttämä Antiikin ihailu nosti älyllisiä toimintoja kunnioittavat ajatukset uudelleen pinnalle. Lopulta 1700-luvulla rationalismi nousi lähes uskonnolliseen asemaan kilpailussa kristinuskon kanssa, kun valistuksen ajatukset ihmisen rationaalisuudesta ja älystä nousivat suosioon. Rationalismi painottaa maallisuutta, politiikkaa, taloutta ja sosiaalisuutta vastapainona kristinuskon metafyysisyydelle.

Rationalismin lisäksi myös empirismin alku on pitkällä Antiikin historiassa, jolloin empirismin ja rationalismin välillä käytiin kiivasta keskustelua filosofien välillä. Empirismissä väitetään, että tieto on olennaisesti peräisin aistein hankituista välittömistä havainnoista ja kokemuksista. (von Wright 1993.) Locken (1900) mukaan ihmisen toiminta on riippuvainen kokemuksesta. On kokemuksiin hankittu tieto sitten väärää tai totta, se ohjaa ihmisen tavoitteellista toimintaa. Toisaalta pelkkä lukeminen tiedon hankintana luo vain materiaalia, jota ei hyväksikäytetä. Tämän lisäksi tulisi sulatella tietoa ja tarkkailla sitä. Tietäminen on siten näkemistä, eikä kukaan voi käyttää niin paljoa sanoja tiedon kertomiseen, että se tulisi täysin näkyväksi. Mieltä ei puolestaan saisi rasittaa liian suurella kuormituksella ja paineella, koska silloin syntyy ongelmia, joten omat rajoituksensa on hyvä tuntea. Myös Baconin (1900) mukaan suoraa kokemusta voidaan pitää ainoana luotettavana tietolähteenä.

Comeniuksenkin opetustavat olivat empiristisiä ja opettaminen nähtiin tiedon siirtämisenä suoraan opettajalta tai kirjasta oppilaan päähän. Emme kuitenkaan voi aukottomasti todeta, että Comenius olisi kannattanut täysin opettajajohtoisuutta, vaan opetuksessa tuli yhdistyä kokemus ohjaukseen, joka hitautensa vuoksi korvautuu usein kerronnalla ja lukemisella. Myös vuorovaikutusta ja ihmisten kanssa toimimista tuli suosia. Comenius kutsui erittäin laajaa

filosofista järjestelmäänsä pansofiaksi, universaaliksi viisaudeksi, josta olisi apua koko ihmiskunnalle. Hän kehitti empirismin mukaisesti oppimista ja hänen saavutuksensa yhtenäisen koulujärjestelmän kehittämisessä ovat mittavat. (Leinonen 2001.) Tämä näkyikin opiskelun mielekkyyden, monikanavaisuuden, opinhalun synnyttämisen ja arvoituksentapaisen kilpailuttamisen ideoina. Tulevan opetuksen tulisi myös perustua vanhaan tietoon. (Comenius 1928.)

Comte puolestaan pyrki luomaan selkeän kaavan koko tieteen filosofian ytimeä, jotta sen käyttäminen olisi helpompaa kaikille. Empirismin pohjalta hän rakensi positivistisen filosofisen suuntauksen. Positivisteille tieteen tehtävä on ennen kaikkea kuvailla jotain ilmiötä, ei niinkään selittää sitä. Luontoa tuli tarkkailla, etsien tapahtumia ja korrelaatioita. Tieteen ensimmäinen funktio on tarkkailu ja sääntöjen yhdistely, tämän jälkeen ennustaminen. (Leahey 1994, 6-7; Bloom 1995.) Vaikka Comte sijoitetaan empiristiksi näkyy hänen ajatuksissaan jonkin verran rationalistisia piirteitä. Comte (1983, 71-73) kertoo, että tiedon välikappaleina voidaan pitää tarkkailua ja pohdintaa, jolloin tiedon selitys näkyy lakien ja ilmiön yhteytenä. Tietoa ei voi olla olemassa ilman tarkkailua, mutta ilmiötä ei voi tarkkailla ilman teorian ohjausta, joka synnytetään fiktiivisellä lähestymistavalla synnyttäen ärsyke varsinaista positivistista lähestymistapaa varten.

Empirismi on järkevästi henkilökohtaisten kokemusten takana, mutta sivuuttaa rationalistisen ajatusmaailman mukaiset käsitykset tiedonkäsittelystä ja ajattelusta. Rationalismi taas rajaa kokemuksellisuuden tiedonhankinnan ulkopuolelle keskittyen vain ajattelutoimintaan. Kant pyrki jo valistuksen ajalla yhdistämään nämä empiristiset ja rationaaliset piirteet, mutta ne jäivät pitkään elämään vain filosofisissa pohdinnoissa käytännön sijasta. Popperin mukaan (1995) Kant hyväksyy empiristisen havainnoinnin sekä rationalistisen päättelyn mainiten, että aistikokemuksen rajat ovat päättelyn rajoja. Teorioiden pohjana eivät ole pelkät aistihavainnot, vaan järjen muokkaama järjestelmä, jota aistihavainnot tukevat. Ajattelu on yritystä järjestää aistihavaintoja muokaten niitä ymmärrettäväksi. On luovuttava siitä käsityksestä, että olisimme pelkkiä passiivisia havainnoijia ja hyväksyä, että järjestämme havaintoja aktiivisesti. Tällöin tutkiminen, teoria ja havainnointi yhdistyvät toisiinsa. Kantin (1922) kriittinen suhtautuminen pelkkään kokemusperäiseen tietoon näkyy järjenaatteen merkityksen painottamisessa. Niin ikään hän esittää, että kokemukset toimivat kuitenkin yhteydessä järkeen. Kant hylkää äärimmäisen Baconilaisen empirismin, mutta suuntaa yhtä suurta kritiikkiä pelkään rationalismiin

Hegelin ajatuksissa 1800-luvun puolella näkyi Kantin merkitys. Koulun tehtävä on turvata oikeus inhimilliseen kehitykseen ja laajaan perussivistykseen. Kaikkien koulutuksen tuomien faktojen kaaos voidaan jäsentää aktivoivalla opetuksella, jossa oivalluksen pohjalle jäsennetään tietoa. Muun muassa Marx sai Hegeliltä vaikutteita, tosin kritisoidenkin. (Väyrynen 2001.) Hegel (1978; 1994, 55-57) nosti pinnalle vapaan ajattelun merkityksen, minkä ei pitä pysähtyä annettuun, vaan sen tulee lähteä itsestä, jolloin ihminen ajattelullaan etsii omaa vapauttaan. Tiedon tehtävänä on tutkia ja käsittää luontoa. Ajattelunsa kautta ihminen eroaa eläimestä, järjen ollessa se elementti, mikä tuottaa filosofiaa. Filosofian pitää puolestaan johtaa oivallukseen. Hegelin ajatuksissa empiirinen vastaanotto yhdistyy tärkeään järkeen, joka esimerkiksi dialektiikan, todistelun ja väittelyn, kautta johtaa oivalluksiin ja konkreettisiin määreisiin.

Hegeliä kritisointiin paljon, ja looginen filosofian suuntaus matemaattisen ajattelun mukaisesti nousikin Russellin ja Mooren kautta suosioon. Looginen analyysi pureutui kieleen ja sen rakenteeseen. Kuitenkin vasta myöhemmät loogisen analyysin edustajat ovat vaikuttaneet suuremmin pedagogian kehittymiseen. Looginen positivismi (empirismi) lähti puolestaan laajentamaan logiikkaa koskemaan kaikkea tiedettä, siten että luonnontieteellinen metodi nousi vallitsevaksi, ja mielestään objektiiviseksi tiedonhankkimisen metodiksi. Husserlin fenomenologia, Heideggerin eksistentialismi ja Wittgensteinin myöhempi tuotanto, hermeneutiikan nousu ja uuskantilaisuus muodostivat mannermaisen filosofian, joka puolestaan kritisoi vahvasti positivismia, korostaen ihmisyyden syvempää ymmärtämistä. Loogisen empirismin kukoistuskausi päättyikin toiseen maailmansotaan. (Juntunen 1987.) Kuitenkin behaviorismin kehityttyä 1900-luvulla sai yleinen empirismi vahvaa tukea psykologeilta, jotka perustivat oppimiskäsityksen empiristisiin periaatteisiin eläinkokeiden tukemana (Leahey 1994).

Behaviorismi sulkee pois rationaalisuuteen liittyvät kognitiiviset toiminnot, kuten ajattelun, ja ilmiöt joita ei voitu suoraan havainnoida, unohdettiin tutkimuskentästä. Tutkimuskohteina behaviorismin alkuaikoina käytettiin lähinnä eläimiä, joiden toimintojen nähtiin olevan vertailukelpoisia ihmisten kanssa. Behavioristit näkevät käyttäytymisen ulkoisten ärsykkeiden ja käyttäytymisreaktioiden suhteena, jota usein kuvataan S à R eli stimulus-response kytkentänä. (Taba 1962; von Wright 1993; Leahey 1994.) Operantti ehdollistuminen on Skinnerin tutkimusten pohjalta luotu teoria, jonka mukaisesti toivottua käyttäytymistä voidaan vahvistaa palkkioilla ja ei-toivottua kitkeä pois rangaistuksin. Käyttäytymiseen ei liity kuin ympäristön vahvistama geneettinen koodi, johon päämäärillä tai tahdolla ei ole mitään merkitystä. Kiitos ja moite ovat osa ympäristöä, jonka kautta ihminen oppii toimimaan. Mitä enemmän tiedämme ympäristön merkityksestä, sitä vähemmän on syytä laskea mitään osaa ihmisen käyttäytymisestä

itsenäisen kontrollin tuottamaksi. Näin ollen ihmisen toimintaa muokataan muuttamalla ympäristöä (Skinner 1974.)

Opetuksessa tämä näkyy opettajajohtoisuutena, jossa opettaja jakaa tietoa oppilaille ja antaa positiivista tai negatiivista palautetta heidän opiskelustaan ja toiminnastaan. Tällöin oppimiskäyttäytymistä ohjataan ympäristön eli opettajan kontrollilla oikein-väärin tai hyvä-huono -kommentein. Opetussuunnitelmat ovat tällöin pysyviä ja muuttumattomia, oppimisprosessia säädellään ulkoa ja kokeellinen mittaus on perustavanlaatuinen tapa testata oppimista. (Skinner 1965, 1974; von Wright 1993, 1-8; Leahey 1994.) Behavioristit sivuuttivat empirismin syvemmän kokemuksellisen osan ja keskittyivät teorian passiivisten aistihavaintojen tuoman tiedon korostamiseen, näin unohtaen niin Locken kuin Comeniuksenkin ajatteleman kokemuksellisen tarkastelun.

Vastaavasti äärimmilleen viedyssä rationalismissa on omat ongelmansa, joita kuvaa hyvin taylorismin ja weberiläisyyden rationalistiset piirteet. Tällöin johtamista pidettiin tieteellisenä ja täysin rationaalisenä, järkeen perustuvana toimintana. Se johti konemaisuuteen, jossa ihmisen asema ei ollut miellyttävä. Tulosten tavoittelu meni humanisuuden edelle. Toki ihmisen unohtava toimintamalli sai osakseen myös vastustusta, mutta teollinen vallankumous, maailmansodat ja tulostavoittelu edellyttivät jatkuvaa tehostamista sekä selkeitä, nopeasti toimivia ja hallittavia linjoja. Ilmiö näkyi myös sosiaalitieteissä, jotka joutuivat palvelemaan kyseistä muutosta. Taylorin periaatteita alettiin soveltaa myös korkeammassa koulutuksessa, jolloin taylorismi levisi ja yleistyi myös tehdassalien ulkopuolelle. (Juuti 1989; Barley & Kunda 1992; Ahonen 2000.)

Kouluhallinnossa, opetuksessa ja kasvatuksessa ruvettiin käyttämään tieteellisen liikkeenjohdon periaatteita, jolloin tehokkuutta tuli lisätä turhia menoja karsimalla. Opettajia lähdettiin luokittelemaan hyviin ja huonoihin, sillä perusteella kuinka he luokassa toimivat. Hyvä opettaja vaati paljon, piti kuria yllä ja hallitsi oppiaineet. Varsinaiseen opetusteknologiaan vaikutti Taylorin pohjalta Ralph Tyler, jolloin opetusmenetelmät johdettiin behaviorismista ja positivismista. (Tornberg 1994.) Tämä onkin mielenkiintoinen yhtälö, sillä se on omaksunut heikoimmat puolet sekä empirismistä, että rationalismista. Empirismistä unohdettiin kokemuksellisuus, keskittyen opettajajohtoiseen suoraan tiedonsiirtämiseen. Vastaavasti rationalismi näkyi ylenpalttisina tehokkuuspyrkimyksinä, luokitteluina ja ihmisen humanisuuden unohtamisena, jättäen opetuksellisen tiedonkäsittelyn behaviorismin ajatusten varaan.

Vasta Venäjän työläiskapinat ja marxistiset aatteet saivat yhdessä suuren laman kanssa ihmissuhteiden koulukuntien sosiaalisemmat ajatukset elpymään. Myös niin kutsutut Hawthorne-tutkimukset osoittivat, että taylorilaiset periaatteet eivät olleen tehokkain tapa johtaa ja hallita toimintaan. Ihmisten välinen vuorovaikutus ja heidän reaktionsa ovat paljon monimutkaisempia kuin tieteellinen liikkeenjohto antaa ymmärtää. Tutkimukset antoivat sykäyksen ihmisläheisemmän sosiologian ja psykologian tutkimuksille, tosin vasta 1950-60 luvuilla humanistinen ihmissuhdekoulukunta sai todellisen jalansijan ja uskottavan aseman. (Juuti 1989; Ahonen 2000, 13-18.)

Funktionaalisen psykologian ja edelleen pragmatismien sekä Deweyn siitä johtamien ajatusten kautta syntyi niin kutsutun progressiivisen pedagogiikan liikehdintä, joka vastusti behavioristista asetelmaa, kuten humanistinenkin psykologia. (von Wright 1993; Leahey 1994.) Pidemmällä 1800-lukua ja 1900-luvunkin puolella visioinut ruotsalainen yhteiskuntakriitikko Ellen Key yhdisti monia vastakkaisiakin käsityksiä muodostaen laajoja kokonaisuuksia. Keyta voidaan pitää reformipedagogiikoiden yhtenä tienraivaajana. (Tähtinen 2001.) Montessori-pedagogiikka puhuu yhtä uudistusmielisesti, ja korostaa herkkyykskausien merkitystä kasvatuksessa. Lapsi on utelias ja luonnonläheinen kokonaisuus, josta ei tule erottaa älyllistä, fyysistä tai sosiaalista puolta toisistaan. Käyttäytymishäiriöitä Montessori piti ilmoituksina ympäristön riittämättömyydestä. Täten oppimisympäristön merkitys nousi erityisen korkealle monipuolisine materiaaleineen ja tehtävineen. (Montessori 1967.)

Steinerin opit lähtivät puolestaan 1900-luvun alussa kantamaan hänen nimeään kyseisessä pedagogiikassa. Kasvatusmuoto tunnetaan myös Waldorf-pedagogiikkana. Pedagogiikan lähtökohta on antroposofisessa hengentieteessä. Kouluilla on pitkälti itsenäiset opetussuunnitelmat, jossa käytännön opetustyö noudattaa lapsen kehitysvaiheita. Oppiainejako painottuu jaksoihin, joissa keskitytään kerralla pitkän aikaa tiettyyn aineeseen. Pedagogiikka korostaa aktiivisuutta, sosiaalista vuorovaikutusta, taiteellisuutta ja työvihkojen käyttöä arvioinnin ollessa sanallista. Steiner on vahvasti lapsuuden merkityksen kannalla, jopa niin pitkälle, että lapsuuden laiminlyöntejä ei hänen mukaansa voi enää myöhemmin korjata. (Steiner 1983; Hirsjärvi & Huttunen 1997, 150-151.)

Freinet'n kasvatukselliset opit sijoittuvat myöskin 1900-luvun alun paikkeille. Oppilaiden itsensä oli ruvettava toimimaan, sillä lapsi tulee nostaa myös yhteisön jäseneksi, osaksi oppilaskeskeistä koulua. Ympäristön tulisi olla pedagogisesti rikas, luova ja monipuolinen. Sosiaalisuus on

tärkeää ja se näkyy esimerkiksi yhteisenä oppimisen suunnitteluna ja keskinäisenä arviointina. Keskustelua, kerrontaa ja kriittistä pohdintaa käytetään hyväksi, ja toiminta lähtee mielekkäistä lähtökohdista, tarjoten mahdollisuuden oivaltamiseen. Oppilaan tulee löytää tarvittava tieto, opettajan toimiessa oppimisolojen järjestäjänä. Tämä vaatii useita konkreettisia työpajoja, oppimisympäristöjä, joissa myös monikanavaisuus huomioidaan. Työkoulun idea paistaa selvästi läpi, joskin se liittyy vahvasti tiedolliseen tutkimustyöhön sekä luovaan toimintaan. (Freinet 1987.) Vaikka Freinet'n kritiikki koulujärjestelmää kohtaan on 60 vuotta vanhaa, se on nykypäivänäkin varsin osuvaa.

Hahmopsykologia on puolestaan 1920–40-lukujen psykologinen suuntaus, jossa korostettiin havaintojen ja elämysten kokonaisvaltaisuutta. Havaintoja ei nähty vain aistien yksinkertaisina muodostumina, vaan elementtien välisiä suhteita painotettiin. Yksittäiset havainnot organisoituvat ja yhdistyvät kokonaisuuksiksi eli hahmoiksi. Oppimisen merkittävimäksi muodoksi nostettiin ongelmanratkaisu, jossa tarkasteltavaa ainesta pyrittiin havainnoimaan monitahoisesti kokemukseksi uudelleen jäsentämiseksi. Havaitseminen, ajattelu ja oppiminen liitettiin saumattomasti toisiinsa. (Rauste-von Wright & von Wright 1996, 118.) Hahmopsykologian perusteita otettiin behaviorismista, mutta sen yleistä kritisoitiin vahvasti. Hahmopsykologian kehittäessä huomioitiin ajatus hermoverkkojen muodostumisesta sähköisiksi havaintoja vastaaviksi kentiksi. Suuntaus kehitteli behaviorismin aistitoiminnan ideaa sanoen sen olevan pelkän kopioimisen sijasta perusta kokonaisvaltaisemmalle havainnolle. Kehittely loi alustavaa pohjaa kognitiivisen psykologian kehittymiselle. (Miettinen 1984, 50-62; Järvilehto 1994.)

4.3 Kokemuksellisuus oppimisessa

Darwinin kehitysoopin innoittamana William James lähti ajamaan käsityksiä, jossa psykologia nähtäisiin käytännöllisenä välineenä elämässä. Hänen ajatuksensa synnyttivät funktionaalisen psykologian, jossa tutkittiin asioita siltä pohjalta kuinka hyödyllisiä ne ihmisen kannalta olivat. Mieli ja tietoisuus nähtiin ympäristöön sopeutumisen välineenä. (Miettinen 1984, 24-27.) Peirce taas korosti toimintaa, jonka kautta ihminen oppii ja selviää. Ihmisen maailmankuva muodostuu elinympäristöjen ja arvojen erilaisuudesta johtuen. Yhdessä Jamesin kanssa he kehittivät empirismin kokemukselliseen osaan nojautuen pragmatismen periaatteet jonka valta-aika sijoittuu 1800-1900 –lukujen vaihteeseen. (Malkova 1981; Durkheim 1983.) Varsinainen

pragmatismi on vielä kiinni empirismin kokemuksellisissa periaatteissa. Instrumentalismi, joksi Dewey myöhemmin nimesi pragmatismien kehittämisen (Miettinen 1984, 27-30; Leahey 1994, 145-150), vie empiristis-pragmaattiset periaatteet pidemmälle. Ihmisen toiminnan kautta lähestyttiin ongelmanratkaisua, tiedon rakentamista ja syvempää ymmärrystä kokemuksiin liittyen. Näin empirismi yhdistyy rationalismiin. Dewey onkin perusteellinen progressiivinen pedagogi, jonka toiminta loi sykäyksen muillekin reformiliikkeille.

John Dewey (1859-1952) korosti toiminnallista oppimista. Hän kritisoi yksinkertaista ärsyke-reaktio kytkentää pyrkien monipuolistamaan sitä. Ihminen on hänen mukaansa aktiivinen toimija, utelias ja ongelmanratkaisuun pyrkivä. Uudet tilanteet synnyttävät aiemman perusteella hypoteeseja, joita toiminnalla testataan. Oppijalle tulee synnyttää halu ratkaista hänen elämänsä liittyviä ongelmia. Oppiminen auttaa sopeutumaan ympäristön haasteisiin eli ratkaisemaan sen ongelmia. Dewey nosti esille konstruktivismin oleellisia piirteitä kuten oman toiminnan reflektoinnin ja tiedon rekonstruoinnin. (Dewey 1957; Dewey 1991; Dewey 1999; von Wright 1993; Leahey 1994, 149-150.)

Dewey (1957) lähti kehittämään koululaitosta ja sen opetusmetodeja. Koulutuksen tulisi tarjota välineet yhteiskunnan pystyessä pitämiseen, mikä saavutetaan laaja-alaisella opetuksella, vaihtelevilla menetelmillä ja aineiden yhdistämisellä. Luokkahuoneesta puuttuvat myös normaalin elämän kannalta relevantit asiat kuten sosiaalisuus ja yhteistoiminta. Koulu oli Deweyn mielestä irrallaan muusta yhteiskunnasta. Hän kritisoi jo 100 vuotta sitten vallitsevaa mittauskulttuuria ja tutkintotulosten vertailua, koska näki niiden vähentävän sosiaalisuutta tai toisen auttamista. Oppiminen on tehokasta, kun työskentely tapahtuu yhteistoiminnallisesti ilman tiukkoja rajoja oikeaoppisesta tavasta pitää kynää tai kirjaa.

Esimerkki opetusvaihtoehdosta on hyvin pitkälle samankaltainen nykyisen konstruktivisen ideologian kanssa. Sen sijaan, että lapset ompelisivat nappeja luokkahuoneessa, he voisivat lähteä luontoon katsomaan mistä villaa ja puuvillaa saadaan. Lapset tutustuisivat kerintää, puuvillan erotteluun, langan tekemiseen ja niin edelleen. Tällöin heille syntyisi syvempi ymmärrys teollisuudesta, historiasta ja syistä miksi villaa käytettiin ennen puuvillateollisuutta. Kokemukset tuovat lapset lähemmäksi todellisuutta. Luonnontieteissäkin pitäisi tähdätä itsenäisiin oivalluksiin. (Dewey 1957.)

Vaikka Dewey nostetaan vastaavien esimerkkien kautta valitettavan usein vain tekemällä oppimisen kannattajaksi, näkyy hänen teoksissaan huomattavasti laajempi oppimisen ja ajattelun

tarkastelu. Tekemiseen ei ryhdytä vain tekemisen vuoksi, vaan se palvelee tutkivan oppimisen ideaa, jossa havainnoille, tarkkailulle ja ajattelulle annetaan todelliset mahdollisuudet (ks. Dewey 1991, 188-224.) Dewey (1999, 103-104) hyväksyy empirististen periaatteiden aistinkvaliteettien merkityksen, mutta ei missään nimessä lähde erottamaan niitä ajatuksesta ja järjestä, vaan vastoin yltiöpäistä rationalismiakin hän korostaa, että ajatukset ja aistiminen muodostavat operaatioiden kautta kokemuksellisuuden kokonaisuuden. Näin ollen yhteys Kanttiin on ilmeinen (esim. Kant 1922; Popper 1995) .

Nykypäivinä Internet ja joukkoviestimet tuovat tiedon jokaisen ihmisen saataville. Konstruktivismiin siirtymistä perustellaan osittain juuri tiedon saatavuudesta johtuen. Tällöin painotetaan tiedon käsittelyä ja kriittistä analyysiä. Dewey (1957, 32-36) näki jo kirjapainotaidon, lennättimen ja rautatien tekevän saman tiedolle, kuin me ajattelemme uusien sähköisten viestimien tehneen. Hän korosti ettei enää ole erityistä oppineiden luokkaa, joka jakaa tietoa muille, koska informaatiota on niin helposti saatavilla. Täten pelkästä kirjoituksen ja laskemisen symbolien opettamisesta siirryttäisiin havaitsemiseen, tekemiseen ja toimimiseen, mikä olisi tehokkaampi ja jatkuvampi kulttuurin ymmärtämistä tukeva tapa.

Koska koululuokat on rakennettu kuuntelemista ja lukemista varten, ne eivät mahdollista lapsen työskentelyä. Suuri tarve, jota konstruktivismissakin korostetaan, oli askarteluhuoneilla, laboratorioilla ja työkaluilla, jolloin oppija voisi tutkia, rakentaa ja luoda uutta. Opetussuunnitelmalliset muutokset pois liiasta yhdenmukaistamisesta, opettajajohtoisuudesta ja oppikirjoista mahdollistaisivat monipuolisen oppimisympäristön kanssa kokeilevan oppimistavan, jolla päästäisiin arvokkaisiin tuloksiin. Lapsilla on suuri tarve sosiaaliseen kanssakäymiseen, luomiseen, tutkimiseen ja itseilmaisuun. Luokassa tapahtuva opettajakeskeinen opetus ei tarjoa lapsille tyydytystä kyseisiin tarpeisiin. Sen sijaan että tukahdutamme heidän pyrkimyksensä, olisi tärkeää korostaa ja käyttää niitä välineenä oppimisessa. Läksyjen tarkastamisen muuttaminen kyselytunnista keskusteluksi palvelisi oppilaiden tarpeiden toteutumista, mahdollistaisi laajan ajatustenvaihdon ja tukisi kielen sosiaalista luonnetta. Ideana on linkittää oppiminen sen autenttisiin yhteyksiin ja tarjota oppilaille mahdollisuuksia elämyksiin ja mielekkäisiin ongelmiin. (Dewey 1957.)

Malkova (1981) kritisoi Deweyn instrumentalismia vedoten liiallisen vapauden tuomaan kurittomuuteen ja oppimistulosten laskuun. Hänen mukaansa koko teoria on maailmasta irrallinen ja se tähtää jopa Aasian ja Afrikan kansojen vapautumisen estämiseen. Täytyy muistaa,

että alkuperäinen teos on 1960-luvulta Moskovassa julkaistu, joten yhdysvalloissa jalansijaa saaneen pedagogiikan aliarvioiminen kuulunee kylmän sodan luonteeseen.

Jos ei muualla, niin ainakin tietokoneteknologiassa ja ohjelmoinnissa seurataan väistämättä Deweyn teoriaa tekemällä oppimisesta. Ohjelmointi vaatii kokeilemista, erehtymistä ja toimimista uudella tavalla. Myös lapset, jotka haluavat päästä johonkin tavoitteeseen ovat ennakkoluulottomia ja rohkeita kokeilijoita. Lapset oppivatkin paljon kokiessaan ja kokeillessaan, useita erilaisia strategioita hyväksikäyttäen. Virheen tapahtuessa valitaan vain toinen tie. Tietokonepohjainen oppiminen nykypäivän muuttuvassa yhteiskunnassa vaatii oppimista tekemisen ja kokeilemisen kautta, ennakkoluulottomasti ja joustavasti. Suuntaa on elämässäkin vaihdettava joskus päivittäin. Avoimet ja vapaammat projektit auttavat oppimaan kuinka opitaan. Lapsia täytyy toki ohjata, ja auttaa ajattelemaan kriittisesti sekä analyttisesti. Tekemällä oppimisella ei tarkoita irrallisuutta tai rajatonta vapautta. (Kuriloff 2000.)

Humanistinen psykologia on opetusmetodologialtaan niin ikään kokemuksellisuuteen pyrkivää. Humanistiseen lähestymistapaan vaikuttikin Deweyn reformi, ja nykypäivän humanistiset kasvattajat ovat progressiivisen pedagogiikan puolella. (Gage & Berliner 1988, 484). Humanistisen psykologian varhaiset alkuketket voidaan sijoittaa toisen maailmansodan kynnykselle, mutta varsinainen ilmiö siitä tuli 50-luvulla Rogersin ja Maslowin toimesta. He olivat tutkineet ihmistä behavioristisista lähtökohdista, ja havainneet sen puutteet ihmistutkimuksessa ja psyykkisessä terapiassa. Näin ollen humanistisessa psykologiassa ihmistä pidetään ainutkertaisena, vapaan tahdon omaavana henkilönä, joka muodostaa omat tavoitteensa ja saavutuksensa. Ajatustavan mukaisesti ihmisellä on myös itse hankitut mahdollisuudet saavuttaa päämääränsä. (Leahey 1994; Garrison 2001.) Voidaan sanoa, että humanistinen psykologia kehittyi antiteesiksi behaviorismia vastaan, koska sillä oli suorastaan kulttuurinen tilaus. (Rauhala 1991, 14, 48.)

Humanistinen psykologia vastustaa positivismin luonnontieteellistä ja mekanistista asetelmaa ihmistutkimuksessa. Sen yksi tarkoitus on palauttaa ihmisen arvo. Ihmisen sisäisen toiminnan korostamisessa humanistinen psykologia tekikin ansiokasta kritisoivaa työtä ääripäistä positivistista asetelmaan vastaan. Ironista kyllä, tämä johti ihmisyyden luonnottomaan potentiaalien, mahdollisuuksien ja kyvykkyyden korostamiseen, päätyen näin jopa omnipotenttiin käsitykseen. Nykypäivänä on hyvä kohdistaa kritiikkiä tähän yltiöpäisyyteen, ja kiinnittää huomiota myös sosiaalisiin suhteisiin ja ympäristön merkitykseen. Tarkoituksenmukaista on oppia ymmärtämään motiivien, ihmisen valmiuksien ja toiminnan

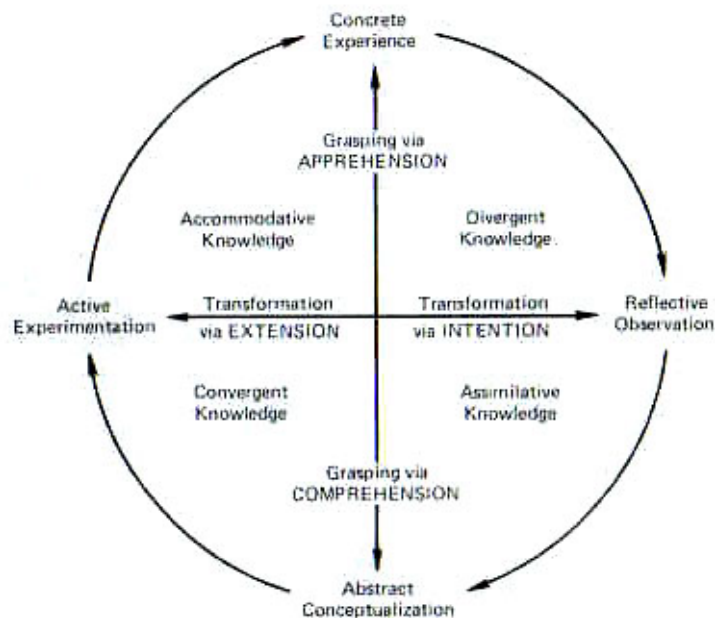
yhteys sekä fyysiseen- että sosiaaliseen ympäristöön kokemusten kautta. Näin ihmisyyksi ei ole ehdottoman ylivertaista, mutta ei myöskään pelkkää biologista toimintaa. (Garrison 2001.) Esimerkiksi Seligman ja Csikszentmihalyi (2000) ovat suunnanneet kritiikkiä humanistisen psykologian irrallista traditionaalitonta tieteellistä tutkimusta, narsistisuuteen johtavia käytäntöjä ja epätieteellisyyttä kohtaan. Näin on voinutkin käydä positivismia ja behaviorismia äänekkäästi vastustettaessa. Seligmanin kritiikkiä käsitellään vastaavasti Taylorin (2001) artikkelissa humanistista psykologiaa puolustaen. Siinä yhteydessä vedotaan humanistisen psykologian historiaan, merkitykseen ja käytäntöihin, jotka nähdään itsessään osoituksena Seligmanin kritiikin aiheettomuudesta.

Humanistisen psykologian mukaan ihmistä ohjaa monenlaiset tarpeet, joista pyrkimys mielekkyyteen on yksi tunnusomainen ominaisuus. Muodolliset organisaatiot alistavat ja passivoittavat ihmistä, joten kykyjen käyttö on rajoittunutta. Tätä vastaan humanistinen oppimiskäsitys on oppilaskeskeinen ja kokeilevaa, kehittävää sekä vuorovaikutuksellista toimintaa kannattava ihmisfilosofia. Ihminen nähdään aktiivisena ja vastuullisena sekä yhteistyökykyisenä yksilönä. Hän on ainutkertainen ja avoin järjestelmä, jonka toimintaan vaikuttaa yksilöllinen elämäntilanne. Opetuksessa tarkoituksena on löytää oppilaiden valmiuksia ja tukea niiden kehittymistä. (Jyrkiäinen 1998, 15.) Yhteys Deweyn ajatuksiin on näin ollen ilmeinen. Tiukka paradigmaattinen tarkastelu onkin puutteellista, sillä teoriat yhdistyvät monesti toisiinsa. Erityisesti käytännön työssä ei ole syytä nojautua vain yhteen ismiin, vaan poimia parhaita puolia jokaisesta. Juuri niin on myös opetuspaketin rakentamisen yhteydessä tehty, jossa kokemuksellisuus on kokonaisuutena oleellisessa asemassa.

Opetuksessa painotetaan itsetuntemusta, henkilökohtaisten toimintastrategioiden löytämistä ja kokeilua sekä itsereflektiota. Tavoitteena on henkinen kasvu, johon voidaan päästä luovilla prosesseilla. Humanismi korostaa kokemuksellisuutta ja yksilöllisten oppimisprosessien käyttöä. Itseohjautuvuus ja itsenäisyys ovat tärkeällä sijalla, joista edetään vastuullisuuteen ja luovuuteen muun muassa taiteiden kautta. Humanistiset opettajat eivät niinkään tarkkaile sitä, mitä tietoja opetetaan, vaan he kiinnittävät huomionsa motivaation synnyttämiseen ja oppimistaitojen kehittämiseen. Elämykset ja itsereflektio löytyvät humanistisen psykologian mukaisen opetuksen piirteistä. Myös avoin oppimisympäristö kuuluu toimiviin periaatteisiin. Kyseessä ei varsinaisesti ole yksi koulukunta, vaan ajatusmaailmassa yhdistyy useiden psykologioiden ja pedagogioiden ihmisen ainutlaatuisuutta korostavat ajatukset. (Gage & Berliner 1988, 483-493; Rauhala 1991; Rauste-von Wright & von Wright 1996.)

Humanismin korostama ehdoton persoonallinen vapaus on ajatuksena kaunis, mutta aivan niin laajana se ei sovi yleissivistävän perusopetuksen raameihin. Jonkinlainen perusrunko täytyy olla olemassa, jonka pohjalle opetusmetodologisia ratkaisuja laaditaan. Suomessa tämä toteutuu valtakunnallisen opetussuunnitelman puitteissa. Näin ollen laajempaa filosofisena ideologiana humanismi sopii paremmin aikuiskoulutukseen, kuin perusopetukseen, jossa on edettävä valtakunnallisten suunnitelmien mukaisesti. Tämä ei kuitenkaan rajoita menetelmällisen tason toimintaa, vaan humanistinen psykologia toimii mielekkäässä yhteydessä sosiaaliseen konstruktivismiin, kokemukselliseen oppimiseen, oppilaiden toiveisiin opetuksen suhteen ja opetussuunnitelmien vaatimuksiin.

Myös Kolb (1984) on pitkälti Deweyn, mutta myös Piaget'n ja Lewinin jäljillä kehittäessään kokonaisvaltaista kokemuksellista oppimista. Hän kuvaa oppimista kehämallin avulla (kuvio 2), jossa omakohtainen kokemus yhdistyy pohtimiseen, käsitteellistämiseen ja aktiiviseen toimintaan. Oppiminen on holistinen kokonaisuus sen äärimmäisessä merkityksessä. Koko ihmisen organismi on mukana oppimistapahtumassa ajattelunsa, tunteidensa ja kokemuksen kautta. Piageta laajentaen ympäristön ja kulttuurin olosuhteet otetaan laajemmin huomioon. Näin oppiminen on adaptaation edellytys, kokemukseen perustuva prosessi, jonka kautta yksilö muodostaa uusia tulkintoja, merkityksiä ja käsitteitä kohtaamistaan asioista.



KUVIO 2. Kokemuksellisen oppimisen ulottuvuudet tiedon muodostumisessa (Kolb 1984, 42).

Kuviosta löytyy kaksi ulottuvuutta, kokemukset ja kokemusten käsittely. Ensin ihminen luo kokemuksellaan representaatiota maailmasta, ja sitten käsittelee sitä. Vasta kokeminen ja käsittely yhdessä tuottavat tietoa. Pelkkä huomiointi ei ole vielä oppimista, mutta vastaavasti täytyy olla ainesta tiedon käsittelyä varten. Näin lähestytään filosofisia tietoteoreettisia kysymyksiä. Kuvion *apprehension*, ei vaadi analyysiä tai rationaalista pohdintaa, vaan se käsittää havaintoja, joita jatkuvasti koemme. Ne ovat kontekstista riippuen vaihtelevia, muuttuvia ja häviäviä. *Comprehension* on saman ulottuvuuden toinen puoli, jossa kokemuksia pyritään käsitteellistämään ja ymmärtämään. Tämä mahdollistaa kommunikoinnin ja pysyvän muodon saavuttamisen kokemuksista, auttaen siten tavoittamaan havaintokokemuksia uudelleen. *Intention*illa tarkoitetaan sisäistä reflektiivistä pohdintaa kokemuksen pohjalta. Se muodostaa käsittelyn ulottuvuuden *extensionin* kanssa, joka on kokemuksia testaavaa toimintaa. (Kolb 1984.)

Kuviosta nähdään myös divergentin ajattelun ja oppimisen lohko, jolla tarkoitetaan mielikuvituksellista ja vaihtoehtoihin ratkaisuihin pyrkivää tarkkailevaa tyyliä. Konvergentti ajattelu on kriittisempää ja analyttisempää, mutta myös kokeilevaa, joten se korostuu ongelmanratkaisussa. Assimilaatiotyyli liittyy abstraktiin ajatteluun ja induktiiviseen päättelyyn, jolloin sen merkitys näkyy loogisuudessa ja teorioiden rakentamisessa. Akkomodatiivinen tyyli on ääriesimerkki tekemisen korostumisesta ja toiminnasta. Se soveltuu paikkoihin, joissa joutuu mukautumaan nopeasti uusiin malleihin. Tyyliin liittyy intuitiivisuus, kun vanhat teoriamallit eivät toimikaan. Mitään tyyliä ei varmasti löydy puhtaana keneltäkään, ja muita kentän osa-alueita esiintyykin aina jossain määrin. Kontekstiin sopien tai siitä riippuen, voi tyylejä itekin korostaa, mistä kertoo tyylien työalakohtainen ilmentyminen. (Kolb 1984.)

Jaottelu on laadittu analyttistä tarkastelua varten, sillä esimerkiksi lapsen kehityksessä näkyy osa-alueiden yhtenäinen riippuvuus. Jako kertoo silti, yleistäen, erilaisista kokemis- ja tiedonkäsittelytavoista joita ihmisillä on. Näin käsitteellistämiseen johtava reflektointi ei ole, vastoin Piaget'n ajatuksia, ainoa tavoiteltava tiedon saavuttamisen muoto. Parhaaseen mahdolliseen oppimiseen päästään, kun yhdistetään ulottuvuuksia toisiinsa. Esimerkiksi ymmärtämiseen ja käsitteellistämiseen voi yhdistää sisäisen reflektoinnin ja ulkoisen testauksen. Oppimistyyleistä voi laatia nelikentän, oppimisprofiilin (LSI), jossa kukin neljästä osa-alueesta saa pistearvoja yksilön toimimis- ja tiedonkäsittelytapojen suhteen. Ihmisellä on yksilölliset tavat lähestyä tietoa ja sen saamista, joten kombinaatiot voivat olla hyvin vaihtelevia. Ajattelu ja oppiminen ovat täysin yksilöllisiä prosesseja, mutta myös joustavuutta löytyy. (Kolb 1984.)

Kolbin kokemuksellisuus (1984) ja Deweyn (1957) tekemällä ja tutkimalla oppiminen näkyvät aktiivisessa toimimalla oppimisen piirin mallissa. Tällöin yhdistetään teoria toimintaan, käytäntöön ja reflektiiviseen pohdintaan. Ideassa näkyvät ongelmanratkaisun, yhteistoiminnallisuuden ja ajattelun esilletuomisen ideat, joiden synteisiä on käytetty esimerkiksi työelämän tai opiskelun ongelmien käytännöllisten ratkaisuiden saavuttamisessa. Tapa on analyyttinen ja kriittistä ajattelua vaativa. Toimivaksi ryhmäksi on havaittu kuudesta yhdeksään hengen yhteisö, joka jakaa pohtien ja keskustellen käytännön ratkaisuja jonkun esittämään ongelmaan. Tämä mahdollistaa syvällisen ja läheisen tavan opettaa ja oppia, joskin menetelmän vaikutusten tutkiminen on vaikeaa sen kokonaisvaltaisuuden takia. Yksilökeskeisyys voi olla hyvinkin toimiva oppimisen muoto. Täytyy kuitenkin ymmärtää, että mikään yksittäinen menetelmä ei ole autuaaksi tekevä, vaan kokonaisvaltainen toimivuus tulee kombinaatioiden kautta. (Wade & Hammick 1999.)

Tekemällä oppiminen on noussut Kolbin ja Deweyn kautta yhdeksi merkittävimmäksi opetuksen muodoksi aikuiskoulutuksessa. Teoriat saatetaan yhdistää helposti toisiinsa, koska molemmat käsittelevät tekemistä, kokemista ja reflektiota. Niissä on kuitenkin löydettävissä epistemologisia eroavaisuuksia. Deweyn ajama tekemällä oppiminen sisältää reflektion ja toiminnan muutoksen idean, mutta hänen mallissaan reflektio ei voi lähteä vain yksilön mielestä, vaan vaatii ehdottomasti ympäristön ja sen artefaktien osallistumisen interaktioon. Ihminen on siis ympäristön osa. Kolb taas käsittelee reflektiota ihmisen sisäisenä toimintona, joka on yksi kokemusten käsittelemisen itsenäinen muoto. (Miettinen 2000.) Näin ollen Deweya syvemmin tarkastellen, hänen ajatuksissaan nähdään yhteyksiä systeemiseen psykologiaan, jossa korostetaan organismin kuten ihmisen yhteenkuuluvuutta ympäristöön. (ks. esim. Järvillehto 1994.)

Kokemuksellisen oppimisen periaatteet on huomioitu opetusmateriaalini työnannossa, ja siten prosessin kaikissa vaiheissa. Tehtävänä on suunnitella ja toteuttaa aurinkovoimalla / vesivoimalla / tuulivoimalla / paristolla toimiva tuote, jolla on jokin käytäntöön sopiva tarkoitus. Tämän lisäksi oppilaiden tulee selvittää moninaisten lähteiden ja tutkimistyöskentelyn kautta vastauksia vaihteleviin tehtäviin prosessia palvelleen. (liite 1, kohta 6.1). Monikanavaisuudessa ja avoimuudessa on tukeuduttu muun muassa Kolbin (1984) esitykseen ihmisen vaihtelevista tiedonkäsittelytavoista, jolloin erilaisia ulottuvuuksia yhdistetään toisiinsa.

Projekti liittyy läheisesti energiaan ja sen tuottamiseen, joka on erityisesti 5-6 luokka-asteiden fysiikan ja kemian tiedollisissa tavoitekentissä, sekä alempien luokka-asteiden osalta tekniseen

ymmärtämiseen liittyvissä tavoitteissa YLT:in osalta, kuten uudessa opetussuunnitelman perusteissa vuosiluokille 3-9 ja perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa vuosiluokille 1-2 (2003, 111-128) nähdään. Luonnollisesti teknologiaprojekti, jossa suunnitellaan, tutkitaan, etsitään tietoa ja rakennetaan, liittyy myös teknisen työn ja teknologiakasvatuksen sekä ATK:n sisältöihin. Lisäksi projektin luonne vastaa uusiin oppimiskäsityksiin (Emt.) Tässä sovelletaankin muun muassa Deweyn (1957, 1991, 103-104) ajatuksia konkreettisesta ja tutkivasta oppimisesta autenttisissa yhteyksissä. Sen sijaan, että aihepiireihin tutkittaisiin vain luokkahuoneessa kirjojen parissa, oppilaat suunnittelevat ja rakentavat energiaan ja tekniikkaan liittyvän laitteen vuorovaikutuksessa toistensa kanssa keksien, päätellen ja uutta luoden mielekkään ongelman parissa. Näin myös tiedon soveltaminen on helpompaa, kun yhteys todelliseen käytäntöön on tuttu.

Humanistisen psykologian mukaisesti projekti painottaa edelleen henkilökohtaisten toimintatapojen löytämistä, sillä valinnan- ja toiminnanvapaus näkyy lähteiden ja muun materiaalin monipuolisuudessa (liite 1, kohta 4) sekä ideoinnin, toteutuksen ja luovuuden vapaudessa (liite 1, kohta 7.2). Kokemuksellisuus, yksilöllisyys, itseohjautuvuus ja vastuullisuus ovat väistämättä avoimen oppimisprosessin antia. Humanistisen psykologian korostamaa motivaation synnyttämistä on pyritty huomioimaan demon (liite 2) tarjoamalla haasteella, ja elämysten ja oppimisympäristön merkitys näkyy myöhemmin tulosten yhteydessä. Demo on PowerPointilla laadittu kuvia, animaatioita ja ääniä sisältävä monikanavainen, vaihteellinen kokonaisuus, joka ei valitettavasti pääse oikeuksiinsa mustavalkoisena koontina liitteenä. Sen käyttöä on selvitetty tarkemmin opetuspaketissa (liite 1, kohta 5.1).

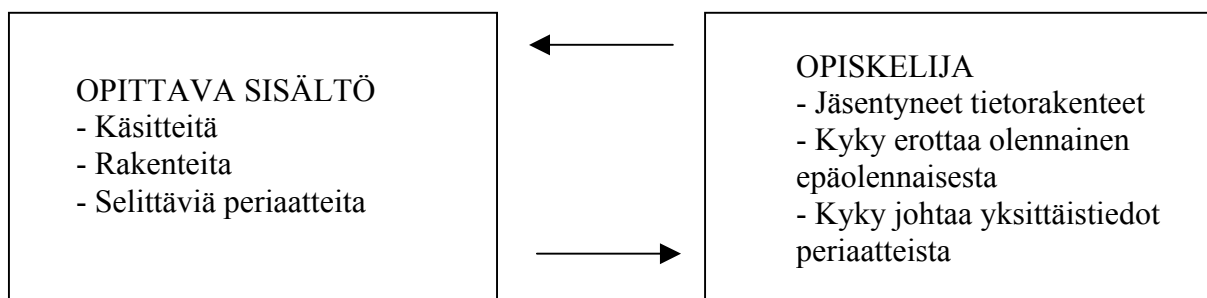
4.4 Tiedon rakenteita etsimässä

Kognitiolla viitataan tietämisen ja tiedon saamisen prosesseihin. Sitä on käytetty erityisesti aktiivisuutta korostavissa yhteyksissä. Kognitiivisia toimintoja tarkastelee laaja tutkimuskenttä, josta kognitiivinen psykologia on yksi osa-alue. Yhtenäistä tutkimuskentälle on nähdä ihminen toimivana olentona, joka muokkaa, tulkitsee ja varastoi ympäristöstä saatavaa tietoa muodostaen sisäisiä tulkintamalleja. Ajatustavan mukainen psykologinen käänne tapahtui 1960-luvulla, jolloin behavioristisen virtauksen ohella kiinnitettiin huomiota kognitiivisiin toimintoihin. Kognitiivista suuntausta yhdistää ajatus ihmisestä tietoisesti ja tavoitteellisesti toimivana olentona. Tavoitteellisen toiminnan edellytys on sisäisten mallien rakentaminen, jotka sisältävät

tietoa ympäristön ja sen elementtien rakenteista. Näin kognitiivinen psykologia hylkää behaviorismin mukaisen käsityksen suorista ärsyke reaktio -kytkennöistä ja käyttäytymisen suorasta kontrollista. 1970-luvulla kognitiivisesta psykologiasta alkoi muodostua paradigmaattinen ihmiskäsitys. (Miettinen 1984, 9-16, 70.) Ilmiönä kognitiivisen psykologian kehittyminen on ollut monitahoinen, ja siihen on vaikuttanut teoreettisesta lähestymisen, eri tieteenalueiden tutkijoiden ja saavutetun tietouden lisäksi yhteiskunnallinen muutos (ks. tarkemmin Miettinen 1984).

Varhainen kognitiivinen psykologia oli pelkistettyä prosessoinnin kannalta. Ympäristön laajempi huomiointi, tunteet ja motivaatio sekä oppimisen rajoitteet jäivät suhteellisen vähälle huomiolle. Seuraava kuvio (kuvio 3) esittää kognitiivisen psykologian mukaisen oppimisnäkemysmallia.

JÄSENTÄMISTÄ, TULKINTAA, UUDELLEEN MUOKKAUSTA



ANKKUROINTIA, SUHTEUTTAMISTA, SULAUTTAMISTA

KUVIO 3. Kognitiivisen näkemyksen mukainen käsitys oppimis- ja opetusprosesseista. (Ammattikasvatushallitus 1990, 7.)

Kuviosta havaitaan kognitiivisen psykologian tietokeskeinen korostus, jossa opiskelija on vuorovaikutuksessa aineksen kanssa. Sen mukaan prosessointia syntyy automaattisesti, kun oppijalle tarjotaan aineksia tiedon rakentamiseen. Idea on perin naiivi, mutta se on kehittynyt kognitiivisen psykologian kehittymisen myötä, kuten tullaan huomaamaan. Tällaisenaan se ei vielä paljoa eroa stimulus-response –mallista.

Ensimmäisenä alustava kognitiivisen psykologian muotona pidetään strukturalismia, joka oli kiinnostunut yhteiskunnasta ja sen merkityksellisistä osista. Vaikutuksia tuli myös

funktionalistiselta psykologialta. (Järvilehto 1994; Leahey 1994.) Bartlettin muistitutkimus on niin ikään merkittävä vaihe kognitiivisen psykologian kehitymisessä ja oppimisen tutkimuksessa. Hänen kokeidensa tulos oli, että muisti toimii tiedon aktiivisena muokkaajana, jolloin tietoa on todellisuuden rekonstruktioita. Hän otti käyttöön skeeman käsitteen aikaisempien kokemusten ja reaktioiden järjestelmänä. (Miettinen 1984, 65-69.) Piaget käytti skeemoja omissa teorioissaankin. Hän kehitteli ideaa skeemoista assimilaation ja akkomodaation myötä. Skeemat, eli sisäisesti rakentuneet tietomallit vallitsevan ympäristön suhteista, auttavat jäsentämään maailmaa ja toimimaan siinä tehokkaasti. Oppimisessa korostuvat tiedon ja skeemojen rakentuminen vanhan tiedon tai olettamusten pohjalle. Assimilaatiossa uusi tieto sulautuu vanhan joukkoon, kun taas akkomodaatiossa vanhaa tietoa joudutaan muokkaamaan tai hylkäämään yhteensovittamisen onnistumiseksi. Tieto on aina henkilökohtainen rakennelma eli tulkinta ympäristön todellisuudesta. (Gage & Berliner 1988; Piaget 1988; Leahey 1994.)

Tunnetuinta antia Piaget'ltä lienee älykkyyden kehittymisen nelivaiheinen teoria, jossa lapsen älykkyyden nähdään kehittyvän sensomotorisen, esioperationaalisen, konkreettisten operaatioiden ja formaalisten operaatioiden vaiheiden kautta. Kuten Miettinen (1984, 119-123) esittää, niin teorian yleistys on kritisoitu, ja uudemmat tutkimukset ovat osoittaneet luokitusten sisällöt osin paikkaansa pitämättömiksi. Esimerkiksi säilyvyyskäsite kehittyy aiemmin kuin Piaget oletti. On silti huomioitava konkreettisen vaiheen merkitys, jonka nähdään kestävän seitsenvuotiaasta jopa 11 ikävuoteen asti. Tällöin lapsen operaatiot ovat sidoksissa konkreettiseen toimintaan, ja vasta formaalissa vaiheessa abstrakti ajattelu on riittävän kehittynyttä monimutkaiseen symboliikkaan ja abstraktioiden käsittelyyn. Tämä asettaa tiettyjä haasteita koulutukselle, jonka kirjapainotteisuus ei tue konkreettista oppimista.

Lapsi oppii parhaiten keksiessään ratkaisut ongelmiin itse. Kieli on merkityksellinen väline sosiaalisessa vuorovaikutuksessa ja se nostaa oppimisen uudelle tasolle mallioppimisen jälkeen. Rinnakkain kielen kehityksen kanssa myös ajattelutoiminnot syntyvät aivan uudella tavalla. Leikkiessään lapsi ajattelee ja vertailee erilaisia toimintoja, joita hän on ympäristössään nähnyt. Tällöin symbolifunktion viriäminen tarjoaa mahdollisuuden laajempien asia-sana-kuva -yhteyksien ymmärtämiselle. Symbolifunktio mahdollistaa myös monipuolisempien skeemojen muodostumisen, jolloin maailman jäsentäminen ja siinä toimiminen helpottuvat. Lyhyesti sanottuna oppiminen on ihmisen omien instrumenttien käyttämistä. Muistin toiminta on läheisessä yhteydessä skeemojen merkitykseen ja kielen kehittymiseen. Vasta kielen kehittyttyä ihmisellä on mahdollisuus tehokkaaseen muistin käyttämiseen ja skeematietojen rekonstruktioon. (Piaget & Inhelder 1977; Piaget 1988.)

Ivie (1998) esittelee Ausubelin kautta lähestymistapaa ajattelun opettamiseen. Ausubelin oppimisen teoretisointi kohdistui korkeamman ajattelun ja kognitiivisten rakenteiden tarkasteluun. Kognitiiviset rakenteet ovat kuin hierarkisesti järjestäytyneitä laatikoita, joista isot sulkevat sisäänsä pienempiä rakenteita. Yleisimmät tietorakenteet ovat hierarkisesti ylempiä, joiden alle rakentuvat spesifimmät tietoaineekset. Aikaisemmat rakenteet vaikuttavat uusiin kokemuksiin. Kun uutta tietoa saadaan, järjestyy se vanhojen yleisten tietorakenteiden alle, siten että hyvin järjestyneet kognitiiviset rakenteet tukevat muistamista. Jos uutta asiaa ei voi linkittää vanhoihin tietorakenteisiin, se unohtuu helposti. Ajattelun kehittämisellä ja tiedon organisoimisella voidaan vaikuttaa oppimiseen. Mielekäs oppiminen lähtee uuden ja vanhan tiedon toimivasta keskinäisestä suhteesta. Näin keksivä oppiminenkaan ei välttämättä ole mielekästä, jos uutta tietoa ei saada integroitua toimivasti vanhan tiedon joukkoon. Vastaavasti verbaalinen vastaanotto ei väistämättä ole pelkkää ulkolukua. Ideoiden esittely ja selittäminen ei siten ole väärin, jos sen tekee järkevästi viiden deduktiivisen vaiheen kautta:

1. Opettaja selvittää mitä relevantteja konsepteja oppilailla jo on kognitiivisissa rakenteissaan.
2. Tämän jälkeen huolehditaan tarkoituksenmukaisesta organisoinnista, jotta uusi materiaali saadaan ankkuroitua vanhoihin tietorakenteisiin.
3. Ohjaaja esittää uuden materiaalin järjestetyssä muodossa tarkkaillen oppilaiden omaksumista.
4. Opettelun jälkeen harjoitellaan materiaalin käyttöä, siten että opitusta tulee integroitu osa kognitiivista systeemiä.
5. Lopuksi opettaja ohjaa oppilaat ongelmanratkaisuprosesseihin, jotka hyödyntävät korkean tason ajattelutaitoja. Menestynyt toiminta vaiheissa johtaa lopulta oppilaiden omaan korkean tason ajattelun käyttämiseen. (Ivie 1998.)

Leinosen (2002) mukaan Ausubelin kuvaama assimilaatio voisi olla avain syvempään ymmärtämiseen pelkän irrallisen tiedon oppimisen sijasta. Ymmärtäminen vaatii tiedonhankkimisen menetelmien kehittämistä ja tarkempaa tiedon valintaa. Nämä vaatimukset nousevat tiedon määrän suuresta koosta, sillä informaation lähteinä toimivat luonto, sosiaalinen ympäristö ja kulttuurituotteet. Syvemmän ymmärtämisen periaate on mielekäs, sillä ihminen pitää helposti yksittäistä kokemusta ymmärtämisen automaattisena takeena, joskus hatarin perustein.

Sekä Bruner, Piaget että Ausubel käsittelevät tietorakenteita kognitiiviseen toimintaan liittyen, joskin hieman eri painotuksin. Kaikki käsittelevät keksivän oppimisen, ajattelun mutta myös suoran opetuksen merkitystä. Yhdistävänä piirteenä kyseisissä teorioissa ja kaikessa oppimisessa nähdään olemassa olevien muistin tietorakenteiden ja uuden tiedon yhteyden merkitys. Kriittinen sekä analyttinen lähestyminen ja lisätutkimukset luokkahuonetasolla antanevat lisätietoa oppilaiden kognitiivisesta prosessoinnista.

Longan (2000) mukaan muistin luonteen on havaittu olevan aktiivinen. Pelkän yksinkertaisen varaston sijasta muistamiseen liittyy myös päättelyä, joka on osin tiedostamatonta. Muisti toimii näin tiedon rakentamisen osana. Kyseistä muistin luonnetta tukee aktiivinen ja prosessoiva oppiminen. Karashiman ja Saiton (2001) tutkimuksen perusteella havaittiin, että erityisesti työmuisti on vastuussa informaation prosessoinnista ja varastoimisesta. Työmuistin tilan kapasiteetti vaikuttaa siten muistamisen erheellisyyden variaatioihin. Mitä suurempi prosessoinnin ja yksiköiden määrä on, sitä enemmän työmuistin suorituskky laskee. Tällöin myös informaation prosessoinnin aika kasvaa. Jos informaation määrä ja sen prosessointi ylittää työmuistin kapasiteetin, syntyy häiriöitä jotka vaikuttavat muistamiseen ja kasvattavat prosessointiaikaa. (Karashima & Saito 2001.) Eikö perinteinen opetus helposti ylitä kapasiteetin rajoja, sillä opettaja ei voi olla tietoinen kaikkien oppilaiden prosessointikyvyistä. Tällöin yksilöllisempi tutkiva oppiminen voisi tarjota jokaiselle oppilaalle henkilökohtaisemmat lähtökohdat omien valmiuksien luonnolliseen käyttöön.

Lapsilla on aina jonkintasoista ennakkotietoa asioista. Jollain tavalla heidän kokemukset liittyvät koulussakin opetettaviin asioihin. Oppimisen ja opettamisen pitäisi siten osua lapsen kehitystasoon, valmiuksiin ja kokemuksiin. Tällöin huomio kiinnitetään usein vain lapsen todelliseen kehitystasoon, vaikka lapsella on myös potentiaalinen kehitysvalmius. Lähikehityksen vyöhykkeen mukaan lapsi voi onnistua vaativasta tehtävästä ryhmän tai aikuisen tuella, vaikka ei siihen yksin pystyisi. Vyöhyke on etäisyys todellisen ja potentiaalisen kehitystilan välillä. Opetuksessa voi siten keskittyä toimintoihin joista selviää avustuksella. Tällöin päästään käsiksi kehittymässä oleviin kykyihin. Oleellista on avustaa lasta tämän toiminnoissaan kehitysvyöhykkeen mukaisesti – ei liian paljoa, muttei liian vähäkään. Tällöin kehitys saa riittävän tuen, mutta lapsi joutuu käyttämään taitojaan juuri niin paljon kuin kehitystasolle on mahdollista. (Vygotsky 1978, 84-91.)

Avun kautta oppilaalle muodostetaan rakennustelineet, jotta hän voi yltää pidemmälle kuin muuten. Pian lapsi oppii tekemään yksin sen, mihin äskettäin on tarvittu apua. Tukena voi olla

aikuisen lisäksi kollektiivinen sosiaalinen ryhmä tai muu tuki. Ihmisen oppimiseen liittyy erityinen sosiaalinen ulottuvuus, jonka avulla kasvetaan älykkääseen elämään. Erityisen tärkeäksi konkreettinen tuki ja mallioppimisen idea nousee älyllisesti jälkeenjääneiden lasten kanssa, sillä heidän abstraktinen käsityskykynsä on rajallisempi. Yleiselläkin tasolla lähikehityksen vyöhyke kohdistaa huomion juuri kehittymiseen, eikä tasoon, joka on jo saavutettu. Oppiminen käynnistää sisäisen kehittymisen prosesseja, joita on mahdollista operoida vain lapsen toimiessa interaktiossa ihmisiin ja ympäristöön. Sosiaalisen vuorovaikutuksen kautta lapsen sisäinen puhe ja reflektiivinen ajattelu kehittyvät. Puheen merkitys on siten korostetussa asemassa. (Vygotsky 1978, 24-30, 84-91.) Vygotskylaisen perspektiivin mukaisesti toimiminen tukee prosessointia, joskin luovaan ja toisiaan tukevaan interaktioon on esitetty tarvittavan toimijarooleja, kuten johtohahmoa. Se tukee edelleen ajattelun ja toiminnan jäsentyneisyyttä ja tarkkuutta. (esim. Moll & Whitmore 1998; Azmitia 1998.)

Kun puhutaan mielen työkaluista (mental tools) tai Vygotskyn lähikehitysvyöhykkeestä, sillä ei tarkoiteta opettajakeskeistä suoraan tukea oppilaalle, vaan työvälineiden antamista oppilaiden ajattelun tueksi. Näin säilyy tutkiva ja yksilöllinen ote, mutta päästään pidemmälle kuin vain omia voimavaroja käyttämällä. Ryhmä, tietokone, apuvälineet, opettaja tai muu mentaalinen tuki voi toimia tällaisena apuna. Esimerkiksi opetuspaketissakin suositeltu CrocodileClips voi olla sellainen. Se auttaa hahmottamaan ja konkretisoimaan ongelmaa sekä testaamaan siihen ratkaisua, säilyttäen kuitenkin oppilaan oman työskentelyn.

Fosterin (1986) esittämät kognitiivisen psykologian mukaisesti tarkistetut opetuksen ja oppimisen kymmenen periaattia kuvaavat uudempaa kognitiivisen psykologian ajatustapaa:

1. Opimme tekemään tekemällä, tarkkailemalla, malleista ja ohjauksen kautta.
2. Aiemmin tekeminen ennustaa toimimista samalla tavalla vastaavanlaisessa tilanteessa.
3. Oppimisen vahvistaminen voi olla tärkeää, mutta ei aina välttämätöntä.
4. Muistirakenteet ovat usein epäsäännöllisiä ja epälineaarisia.
5. Havainnot ja dynaaminen interaktio ympäristön kanssa vaikuttavat oppimiseen.
6. Harjoittelu, erityisesti monikanavaisena, tukee oppimista.
7. Askareiden samankaltaisuus helpottaa siirtovaikutusta ja uuden tiedon kytkemistä olemassa oleviin kognitiivisiin rakenteisiin.

8. Oppiminen on usein harkittua, mutta myös tahatonta. Erilaiset tiedonkäsittelytavat vaikuttavat oppimiseen.
9. Ympäristön kannustimien ja vaikutusten luonne riippuu opettajan ja oppilaan vireydestä, rajoituksista ja yksilön tehokkuudesta.
10. Mielekkyyys ja harjoittelu tukevat muistamista, joka saavutetaan metakognitiivisilla ja rikkailla tuotoksellisilla prosesseilla.

Periaatteet kyseenalaistavat oppimisen pelkistykset. Oppijaa ei enää nähdä pelkkänä ympäristöön reagoijana, vaan hänet nostetaan aktiiviseksi ja tavoitteelliseksi toimijaksi, joka prosessoi tietoa interaktiossa ympäristön kanssa.

Opetuspaketin (liite 1) lähtökohta on toiminnan konkreettisuus ja tietty vapaavalintaisuus. Juuri sillä pyritään huomioimaan oppilaiden yksilöllisiä prosessointikykyjä, jolloin ei ylitetä oppilaiden tiedonkäsittelyn kapasiteettirajoja (ks. Karashima & Saito 2001), mikä on helposti perinteisemmän opetuksen ongelmana. Näin projekti huomioi oppilaiden yksilökohtaisia lähtökohtia oppimiselle. Sekä Ivien (1998) esittämän koonnin kautta Ausubelin teorioista ja Piaget'n (1998) ja Piaget'n ja Inhelderin (1977) ajatuksista muistin skemaattisesta rakentumisesta, materiaali pyrkii nostamaan oppilaiden ennakkokäsityksiä pinnalle, jolloin ollaan myös konstruktivismin parissa. Näin tuetaan tietorakenteiden hierarkista muodostumista. Tähän on käytetty miellekarttamista (liite 1, kohta 5.2), jota tukee demon aloittama muistin herättely ja mahdollinen ryhmäkeskustelu (liite 1, kohdat 5.1 ja 5.3) sekä tutkitun tiedon soveltaminen käytännössä. Näin pyritään lähestymään mielekästä oppimista, jossa tietoa saataisiin integroitua vanhan joukkoon. Lisäksi konkreettinen toiminta huomioi oppilaiden mahdollisen kehitystason konkreettisten operaatioiden kauden suhteen. Tätä yhtälöä on nostettu tukemaan vertaisryhmät, eli projekti toteutetaan oppilasryhminä (liite 1, kohdat 6.2, 7.1 ja 7.4). Tällöin tarjotaan oppilaille lähikehityksellistä tukea Vygotskyn (1978, 24-30, 84-91) teorian mukaisesti. Vertaisoppilaat toimivat ajattelun ja oppimisen tukena, jolloin myös sosiaalinen puhe on mahdollista. Näin löydetään yhteys myös sosiaaliseen konstruktivismiin ja tiedon rakentamiseen sosiaalisessa kontekstissa.

5. KONSTRUKTIVISMI

5.1 Teoria

5.1.1 Muutakin kuin opetusoppia

Psykologian, kuten filosofian traditionaaliset käsitykset, paradigmat ja tieteenfilosofian suuntaukset ovat syntyneet erilaisista vastauksista ontologisiin ja epistemologisiin kysymyksiin. Mikä on todellisuuden olemus? Mistä se muodostuu? Mitä on ihminen? Jotain olisi uskottava, ennen kuin voi lähteä asioita lähestymään, sillä ontologinen käsitys luo perspektiivin asioiden tarkasteluun. Vastaavasti epistemologisesti mietitään tietäjän suhdetta tiedettävään, ja voidaanko tieteen keinoin tietää enemmän kuin ihminen yleensä tietää. Epistemologinen tarkastelu vaatii pohjakeen jonkin ontologisen käsityksen maailmasta ja sen luonteesta. (ks esim. Oksala 1987.)

Konstruktivismi mielletään kasvatustieteen yhteydessä helposti vain oppimisen kuvaukseksi. Se on tämän lisäksi myös ontologinen ja epistemologinen lähestymistapa maailman, todellisuuden ja tiedon jäsentämiseen. Kuten oppimiskäsitysten johdannossa todettiin, empirismistä johdettu positivismi ja looginen empirismi näkee tiedon autenttisena kuvana todellisuudesta, jos tiedonhankintamenetelmät vain ovat olleet hyväksytyjä. Tynjälän (1999, 23) mukaan tätä voi kutsua objektivismiksi, joka liittyy läheisesti naiiviin realismiin. Tällöin ajatellaan, että havaitsemme ja ymmärrämme todellisuutta tarkalleen sellaisena kuin se on. Vastakohtaisesti meillä ei konstruktivismin mukaan ole mahdollisuutta tavoittaa todellisuutta suoraan aistien kautta, koska ihmisen mieli tulkitsee havaintoja tajunnan sisäisten rakenteiden pohjalta. Eri kulttuureista ja käsitejärjestelmistä lähtöisin muodostetaan erilaisia maailmankuvia. Ihmismieli rakentaa aktiivisesti tietoa havaintojen pohjalta, joiden kokemiseen puolestaan vaikuttavat aiemmat kokemukset. (Ronkainen 1999; Tynjälä 1999, 25-26; Leinonen 2002.) Empirismin mukaan samanlainen ärsyke tuotti aina samanlaisen havainnon. Konstruktivismissa sen sijaan nostetaan pinnalle havaitsijan aktiivinen osuus havainnon käsittelemisessä. Havaitseminen on selektiivistä ja tiedon käsittelyyn vaikuttaa aikaisempien kokemusten muodostamat viitekehykset. Informaation poimintaa ohjaavat skeemat, joten kokemushistorialla on suuri merkitys (von Wright 1993, 9.)

Konstruktivismissa korostetaan oppijan henkilökohtaista tiedon konstruointia vastapainona ulkopuolelta tulevalle tiedon siirtämiselle. Tieto ei siten ole tietäjästä riippumatonta, vaan

yksilön ja yhteisön rakentamaa ja aktiivisessa toiminnassa luotua. (Glaserfeld 1996; Vadeboncoeur 1997, 15; Tynjälä 1999, 37-38; Applefield ym. 2000-2001). Ihmisen saamat ärsykkeet on suodatettava jokaisen yksilön persoonallisen sensorisen järjestelmän kognitiivisten rakenteiden läpi ennen kuin merkitys havainnosta syntyy (Ausubel ym. 1978, 530). Muistin rakenteeseen konstruktivismi onkin liitetty jo 30-luvulta, mutta oppimiskäsityksenä se on uudempi (Fox, R 2001).

Oppimisteorianana konstruktivismi pohjautuu kognitiiviseen psykologiaan, josta Piaget'n ja Vygotskyn teorioilla on ollut suuri vaikutus. Lisäksi muun muassa Deweyn ja muiden progressiivisten pedagogiikkojen aktiivisen havainnoinnin periaatteet ovat vaikuttaneet erityisesti sovelluskäytössä. (Fosnot 1996; Richardson 1997; Vadeboncoeur 1997.) Oppiminen on kehittymistä, joten oppilaiden tulee saada nostaa omia kysymyksiä ja hypoteeseja esille. Avoimet oppimistehtävät ovat mielekkäitä, haastavia ja tarkoituksenmukaisia tukiessaan tutkimista ja tiedon rakentamista. Reflektiivinen asenne oppimiseen yhdessä keskusteluun yhteisön kanssa on monipuolisesti kehittävää. Oppiminen on myös rakentamista, ja se vaatii kokemuksia sekä vanhan tiedon uudelleenjärjestämistä. (Fosnot 1996, 29-30.)

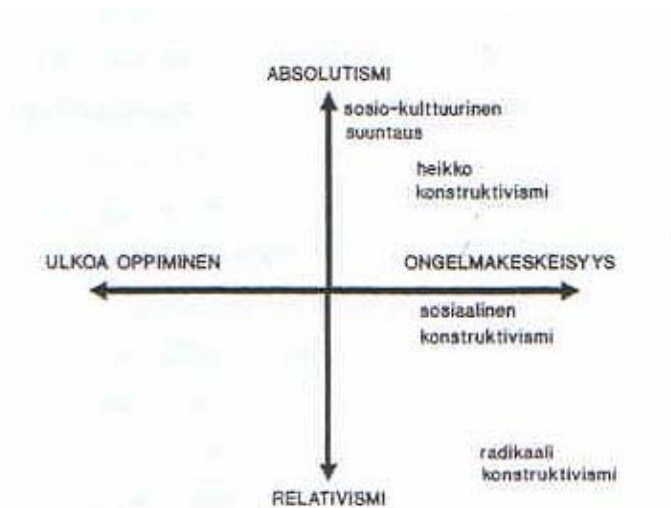
5.1.2 Konstruktivismin suuntauksia

Moshman (1982) on luokitellut konstruktivistista teoriaa sen painotusten mukaisesti kolmeen luokkaan:

- Ulkosyntyinen konstruktivismi on kiinnostunut ulkoisesta todellisuudesta, ympäristöstä ja maailmasta. Kognitiiviset edustukset muokkautuvat, kun konstruoimme ja arvioimme vallitsevasta ympäristöstä tulevaa informaatiota sisäisiä malleja muodostaen. Tieto on siten mekanistisempaa.
- Sisäsyntyinen eli kognitiivinen konstruktivismi käsittelee yksilön henkilökohtaisia kognitiivisia toimintoja, kuten Piaget'kin tutki. Kognitiivisia rakenteita muodostetaan vanhojen pohjalle itsenäisesti toimimalla.
- Dialektinen tai sosiaalinen konstruktivismi korostaa sosiaalisten suhteiden ja vuorovaikutuksen merkitystä. Kontekstuaalisuus on merkityksellistä tiedon rakentamisessa.

Moshmanin (1982) luokituksessa on yhteyksiä teoksiin, joissa konstruktivismi on jaettu heikon, radikaalin ja sosiaalisen konstruktivismin osiin. Heikossa konstruktivismissa tietoa pidetään rakennettuna kuten muissakin jaotuksissa. Oppilas tulkitsee tietoa aiemman tiedon pohjalta ja rakentaa maailmankuvaa kokemusten kautta kontekstuaalisesti. Ympäristö muokkaa yksilöä sopeutumaan. Myös sosiaalisia yhteyksiä painotetaan. Radikaali konstruktivismi rajaa aistien merkityksen pois ja korostaa ehdotonta henkilön täysin itsenäistä tiedon aktiivista rakentamista. Kommunikointiakin pidetään passiivisena tiedon vastaanottamisena. Kellään ei voi olla suoraa tietoa toisen kokemusmaailmasta, koska tieto on täysin subjektiivista. Sosiaalinen konstruktivismi koettaa luoda jonkinlaista kompromissia liiallisen individualismin ja kollektiivisen toiminnan välille. Se pitää sisällään tiedon yksilöllisen ja rakennetun luonteen, mutta korostaa myös sosiaalisten kontaktien vuorovaikutuksellista merkitystä. Oppimisessa käytetään oppilaiden arkipäivän kokemuksia ja luovaa toimintaa niin kirjojen, kotitehtävien kuin itsenäisen ongelmanratkaisun ja kollektiivisuuden parissa. (Kaasila 1997.) Tynjälän (1999) esitys on pitkälti samankaltainen, joskin se puhuu sosiaalisesta konstruktivismista. Myös Puolimatalla (2002a) on erilaisia painotuksia ja luokituksia, mikä kertoo konstruktivismin jäsentymättömyydestä, ja käsitteen laajasta sekä vapaasta käytöstä. Ideat tiedon rakentamisesta ja totuuden suhteellisuudesta ovat silti yleisen konstruktivismin perusajatuksia.

Moshmanin (1982) Sisäsyntyinen konstruktivismi on lähimpänä radikaalia konstruktivismia, jossa yksilön osuutta korostetaan erityisen paljon. Ulkosyntyinen konstruktivismi puolestaan lähestyy heikkoa konstruktivismia ulkoisen todellisuuden jäsentämisessä ja dialektinen konstruktivismi on lähimpänä sosiaalista konstruktivismia. Tosin dialektinen luokittelu korostaa enemmän mutualismia ja sosiokultuuraalista teoriaa kuin sosiaalinen konstruktivismi. Kuten nelikentästä (kuvio 4) havaitaan painottavat kaikki konstruktivismin osat ongelmakeskeistä oppimista jossain määrin.



KUVIO 4. Oppimisteoriat nelikentässä Kaasilan (1997, 63) mukaan.

Heikko konstruktivismi käsittää tiedon luonteen mahdollisesti absoluuttiseksi, pitäen sitä sekä subjektista riippumattomana totuutena tai tämän luomana kuvana. Sosiaalinen konstruktivismi painottaa ongelmaakeskeisyyttä, mutta on tiedon luonteen osalta keskivaiheilla. Äärimmilleen viety radikaali konstruktivismi ajattelee tiedon syntyvän vain subjektiivisen itsenäisen prosessin kautta, muodostuen näin aina relativistiseksi, eli tulkitsijasta riippuvaiseksi. Kuriositeettinä voimme sijoittaa myös behaviorismin nelikenttään. Tällöin se sijoittuisi ulkoa oppimisen ja absolutismin osioon.

Konstruktivismin kriitikot painottavat radikaalin konstruktivismin irrallisuutta ja toimimattomuutta, unohtaen konstruktivismin laaja-alaisuuden. Erityisesti kouluoppimiseen soveltuu sosiaalisen konstruktivismin filosofia. Tämäkin työ pohjautuu enemmän sosiaaliseen konstruktivismiin, kuin radikaaliin tai heikkoon. Richardsonin (1997, 8) mukaan oppimista ei voi erottaa toiminnasta, jolloin ollaan sosiaalissuuntautuneen konstruktivismin äärellä. Tarkkailu ja toiminta muodostavat dialogin, jolloin tieto ei ole vain saatua, staattista eikä yksilöstä erotettavaa. Sitä ei myöskään voi erottaa harjoittajista, joissa tieto konstruoidiin, tai yhteisöstä, jossa tietoa keskustellen käytettiin.

5.1.3 Perimmäinen idea oppimisen näkökulmasta

Oppijan on oltava aktiivisesti mukana tiedonkäsittelyssä, jolloin oppijan rooli on tiedonrakentaja ja -muokkaaja. Aiemmat tietorakenteet vaikuttavat siihen miten uusi tieto saadaan jäsenneltyä ja sovitettua vanhan sekaan. Koska oppiminen on yksilöllistä, tulisi informaationkin olla eri muodoissa, jotta tiedon käsittely olisi helpompaa. Opetuskonteksti vaikuttaa huomion kiinnittymiseen, mielenkiintoon ja viihtyvyyteen. Metakognitiiviset taidot ja jatkuva itsereflektio auttavat kehittämään oppimisstrategioita ja tiedostamaan omia valmiuksia sekä oppimista (Applefield ym. 2000-2001.)

Konstruktivismissa oppiminen ei ole erillinen perusprosessi, vaan se on osa kokonaisprosessia, johon kuuluvat havaitsemisen lisäksi ajattelu, päätöksenteko ja muistaminen. Opiskellessamme jotain, tulkitsemme sitä vanhojen tietojemme pohjalta. Myös itselle antamamme tavoitteet ja mielenkiinto vaikuttavat heränneiden assosiaatioiden kautta oppimistulokseen. Jos kyse on kirjoitetusta tekstistä vaikuttavat oppimiseen tekstityylin lisäksi kunkin oppijan yksilölliset oppimisstrategiat, jotka voivat olla laadullisesti toisistaan eroavia. Tämä saattaa synnyttää ristiriitaisia tilanteita tekstin sekä luku- ja opiskelutottumusten välillä. Näin ollen lukiessamme tekstiä kukin henkilö luo siitä oman kuvansa konstruoidessaan tietoa valmiuksiensa pohjalta. (Rauste-von Wright & von Wright 1996, 17 – 22.)

Oppimiskäsityksen yksi keskeinen idea on, että uutta opitaan suhteessa vanhaan. Havaintoja tulkitaan aiempien uskomusten pohjalta ja arkikäsityksiä syntyy kokemusten pohjalta. Tieteellistä tietoa opetettaessa rinnakkain voi jäädä elämään opetettu käsitys ja naiivi ennakkokäsitys. Muutosta voi tukea nostamalla vanhoja käsityksiä esille, jolloin oppija tiedostaa omat uskomuksensa. Esimerkiksi käsitekartat paljastavat käsitteiden jäsentämistä ja niissä tapahtuvaa kehitystä. Sosiaalinen vuorovaikutus toimii myös käsitteiden esiin nostamisessa, kehittämisessä ja muutoksessa. Ne voidaan yhdistää tutkivaan oppimiseen, jossa tutkimisen kautta paitsi ymmärretään omia ennakkokäsityksiä, myös rakennetaan niiden tilalle tai tueksi tutkittua tietoa. (Tynjälä 1999, 72-96) Tutkivassa oppimisessä huomioidaan siis ennakkotiedon merkitys jo prosessin luonteen takia. Lisäksi se mahdollistaa assimilaation ja akkomodaation kognitiiviset prosessit.

Yksilöllisten ominaisuuksien ja tiedonkäsittelytapojen vuoksi ihminen on itse vastuussa omasta oppimisestaan rakentaen tietoa itsenäisesti ja kollektiivisesti. Jokaisella oppijalla on omat taitonsa ja konseptinsa joilla hän konstruoi tietoa selvitäkseen ongelmista joita ympäristö asettaa. Opettaja nähdään asetelmien luojana, haasteiden antajana ja rohkaisijana. Ohjaajilla on suuri vastuu opiskelijoiden aktiivisuuden, toiminnan ja käyttäytymisen ylläpitäjinä ja keskustelun ohjaajana oikeaan suuntaan (Lunenbergi 1998.) Oppimisen on yksilöllinen prosessi, jossa oppilas kehittää ja uusii omia tietorakenteitaan kokemustensa ja edellytystensä pohjalta. Myös oppimisympäristö on yksilöllinen tulkinta opiskeluympäristöstä, muodostuen fyysisistä puitteista, välineistä, laitteista, materiaaleista, oppimistehtävästä ja vuorovaikutuksesta. (Kangasniemi 2000, 7.)

Oppimista ei ole mielekästä tarkastella ilman motivaation käsittelyä. Kognitiivinen psykologia on puutteellisesti jättänyt tutkimuskentästään vähäiselle käsittelylle elämysten, tunteiden ja motivaation merkityksen ihmisen toiminnassa. Tynjälän 1999 (107-110) mukaan konstruktivismi on puolestaan naiivisti oletanut, että mielekkäät tehtävät synnyttävät automaattisesti opiskelumotivaatiota. Varsinainen motivaatiotutkimus yhdistettynä konstruktivismiin ja systeemiteoreettisen lähestymistapaan tarjoavat runsaasti tietoa motivaatiosta. Oppimisympäristö, sosiaalinen vuorovaikutus, vaihtelevat ja monipuoliset tehtävät ja vastuun antaminen vaikuttavat motivoitumiseen. Lisäksi oppilaan toimintaa suuntaa käytettyjen arviointimuotojen luonne, sitten että pelkkien tuotosten korostaminen ja pikkutiedon hallinta, johtaa siihen tähtääviin oppimisstrategioihin. Laineen (1998) mukaan aktiivinen prosessoiva toiminta edellyttää elämysten saamista oppimisen yhteydessä. Elämykset ovat yksityistä pääomaa, jotka tehostavat muistamista ja mieleen palauttamista. Kun elämyksiä jakaa muiden kanssa ne saavat myös sosiaalisen merkityksen. Autenttiset havainnot esimerkiksi luonnossa ja itsenäinen tutkimustoiminta tarjoavat elämyksellisiä kokemuksia.

Emotionaalisesti stressaava ympäristö vaikuttaa fysiologisella tasollakin oppimiseen siten, että ihmisen kyky oppia alenee. Tunteet ovat väistämättä olemassa, joten niitä ei voi jättää huomioimatta. Metakognitiivinen pohdinta ja keskustelu huomioi myös tunteet, joita oppilaiden tulee osata kuunnella. Sosiaalisen vuorovaikutuksen ja koko kehon hyväksikäyttämisen on todettu tukevan emotionaalisuutta. Tämä helpottaa myöhemmin muistista palauttamista, sillä tunteisiin liittyvät tapahtumat muistetaan herkemmin. Vastaavasti organisaatio, joka on vahvasti autoritaarinen ja arvioiva, nostaa henkistä painetta, vaikuttaen siten oppimiskykyyn alentavasti. Meidän tuleekin ajatella koko lasta, eikä vain osia hänestä. (Sylwester 1994.)

Jotta oppimisprosessi olisi mielekäs, se vaatii vähintään 11 kohdan huomioimista opetuksen suunnittelussa. Ruokamo (2002) on kasannut oppimisen teoretisoinnista mielekkään oppimisen osia (kuvio 5), joita hän liittää avoimemman oppimisen ideologiaan.



KUVIO 5. Mielekäs oppiminen (Ruokamo 2002.)

Oppimisympäristön olisi tuettava aktiivista tiedonrakentamista aikaisemman tiedon pohjalle ja huomioitava laajemmin vanhan tiedon merkitys ja sen käsittely tehtävien kautta. Oppimisen tulee olla aktiivista, osallistuvaa ja oppimiseen sitouttavaa. Opettaja on tällöin ohjaavassa asemassa, korostaen oppilaiden itseohjautuvuutta. Yhteistoiminnallisuudessa on huomioitava vuorovaikutuksellisuus, dialogi ja hajautettu asiantuntemus. Oppimistehtävien pitää tukea reaalimaailman ongelmista selviämistä, siten että myös tunteet ja motivaatio huomioidaan. Tältä pohjalta pitää tarkastella missä määrin opittua on mahdollista siirtää oppimiskontekstin ulkopuolelle. Oppimisen on huomioitava oppilaiden päämäärät, sillä heidän pyrkimyksensä suuntaavat väistämättä toimintaa ja mielenkiintoa. Tällöin huomioidaan opetuksen ja oppimisen yksilöllisyys. Reflektion kautta tarkastellaan opittua ja ajattelun muutoksia sekä toimintaa oppimistilanteissa. Tietysti on huomioitava, miten esimerkiksi materiaalin abstraktiot vastaavat todellista elämää ja oppilaiden käsityksiä. (Ruokamo 2002.)

Rajoitteita oppimisprosessille aiheuttavat monet ulkoiset ja sisäiset seikat. Havaitsemiselle on ominaista valikoivuus ja tiedon persoonallinen tulkinta. Koska ihmisen hetkellinen tiedonkäsittelyn kapasiteetti on rajallinen, joutuu hän valikoimaan laajasta informaatiovirrasta osia. Valinta perustuu paitsi biologisiin hermostoperäisiin prosesseihin, mutta myös henkilökohtaisiin tavoitteisiin, odotuksiin ja aiempiin kokemuksiin. Aiemmat kokemukset ovat rakentaneet ihmiseen sisäisiä malleja, tietorakenteita eli skeemoja, joiden pohjalta tilanteita ymmärretään ja tarkastellaan. Opitut asiat voivat olla niin sidoksissa tilanteeseen tai paikkaan, ettei niitä voi siirtää muihin konteksteihin ainakaan helposti. Tilanteeseen ja valikoituvuuteen vaikuttaa lisäksi vahvasti ihmisen motivaatio, joka näkyy tavoitteiden ja keinojen kautta päämäärinä. Tällöin ihmisen valikoiva tarkkaavaisuus kohdistuu usein siihen, mikä on lähimpänä hänen motivaatiota ja tavoitteita. Myös poikkeavat ilmiöt herättävät aistien huomion ja tietynlainen akustinen signaali saattaa kiinnittää mielenkiinnon kohteeseen. (Gage & Berliner 1988; Rauste-von Wright & von Wright 1996.)

Ihmiset omaksuvat tietoa eri tavoin ja aineksen sisällöistä riippuu miten se linkitetään muistin yhteyteen. Lisäksi aika vaikuttaa muistamisen tarkkuuteen, jolloin mieleen palauttamisessa havaitaan muistamisen konstruktiivinen luonne. Tiedon rakentamiseen vaikuttavat tiedonkäsittelytavat, joista voidaan löytää kaksi selvästi erottuvaa luokkaa. Pintasuuntautunut oppiminen on atomistista, jolloin keskitytään aineksen paloihin ja osiin, eikä laajempaan kokonaisuuteen. Syväsuuntautunut eli holistinen oppiminen on rennompaa ja vapaampi tiedonkäsittelytapa, jossa lukeminen on pohtivampaa ja ymmärtämiseen pyrkivää. Holistinen oppiminen johtaa syvälliseen ymmärtämiseen, johon atomistisella tavalla on vaikea päästä. Tämän lisäksi syväsuuntautumisella usein saavutetaan myös eri osien hyvä hallinta, sillä kokonaisuuden ymmärtäminen vaatii osien suhteuttamista toisiinsa jäsentämisen kautta. (Marton ym. 1980.)

Pelkän atomistisen tarkastelun on todettu johtavan huonompaan menestymiseen pitkässä juoksussa, sillä ymmärtämisen vähyys tekee oppimisesta ajan mittaa väsyttävää. Jos tehtävä edellyttää johonkin osioon takertumista, se haittaa kokonaisuuden oppimista ja ymmärryksen syntymistä. Kokeet ja arviointi ovatkin oppimista suuntaavia tekijöitä, joilla voidaan vaikuttaa oppimisprosessin luonteeseen. Perinteinen mittausjärjestelmä johtaa pintasuuntautuneeseen oppimiseen ja sen perinteistä on vaikea päästä irti. Syvempää oppimista tukevat vaihtelevat työmuodot ja luovuuteen suuntaavien kysymysten asettaminen. (Marton ym. 1980.)

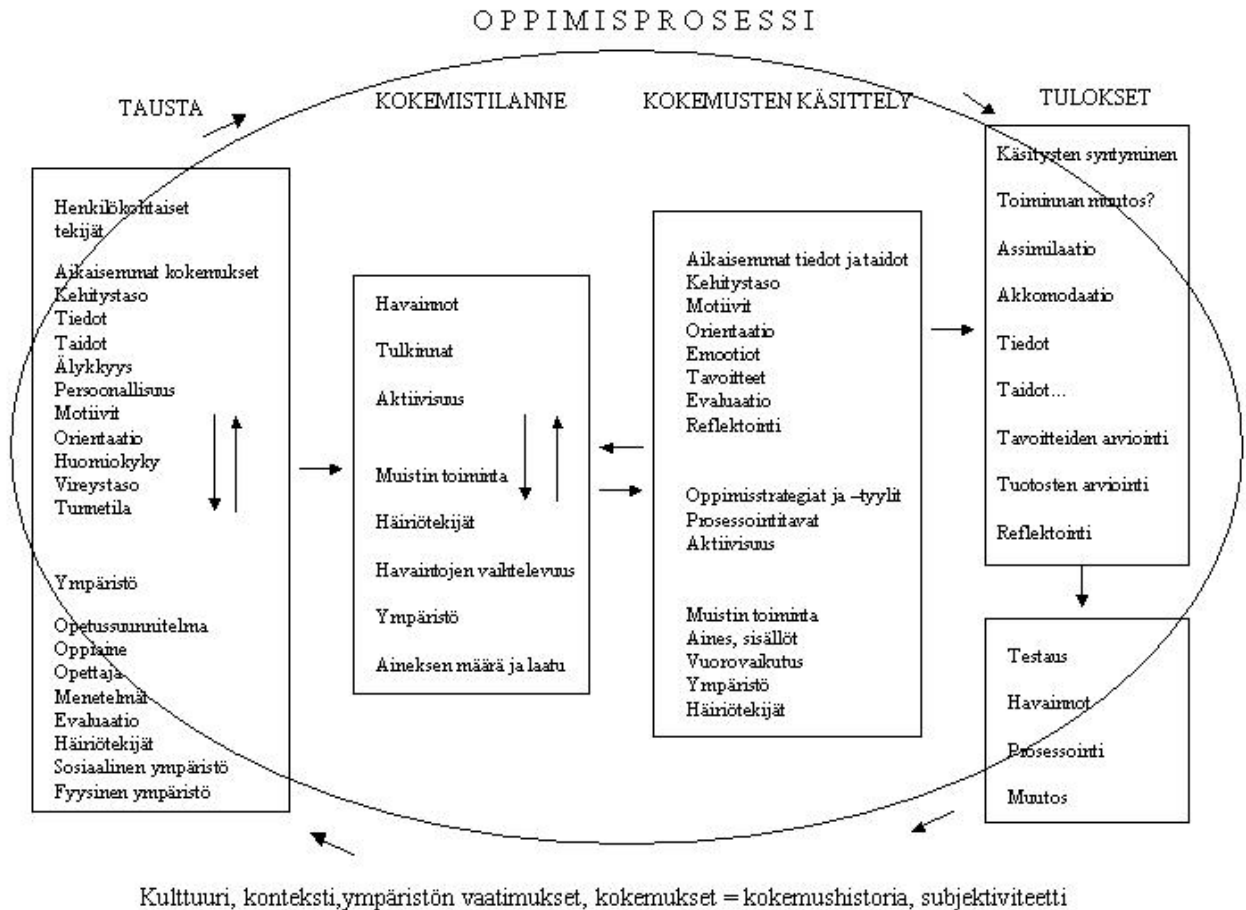
Oppilailta löytyy myös muunlaisia luontaisia oppimistapoja. Visuaalisesti oppiva tukeutuu enemmän näköaistiinsa ja sen tuoman informaation käsittelyyn. Auditiiivisesti oppiva välttää kirjallista materiaalia ja hahmottaa tietoa kyselyn ja puheen kautta. Vastaavasti kinesteettinen oppiminen liittyy tekemiseen ja toimintaan. Puhdasta tyyppiä ei varmasti löydy, mutta painotuksia johonkin suuntaa voi olla. Useimmilla oppilailla tyyliä ovat sekoittuneet toisiinsa. Oppimistyyliä voi selvittää ilman tutkimustakin kyselemällä ja tarkkailemalla oppilaita. (Dryden & Vos 2002, 99, 130, 353-355.) Oppimistyyliä voidaan toki pitää opittuina, mutta niissä näyttää olevan selvää neurologista pohjaa. Ajatusten käsittely ja tallentaminen liittyy NLP-teorian mukaan neurologiseen tiedonkäsittelyyn, jossa aistijärjestelmällä sen käytön eroilla on oleellinen osa oppimisessa, mikä olisi syytä opetuksessakin huomioida. (Grönfors & Roos 1997, 84-90.)

Oppimiseen liittyvä looginen päättely on pitkälti opetuksen ja oppimisen tuote, joten sosiaalisen vuorovaikutuksen merkitys kaikessa oppimisessa ja erityisesti oppimisvalmiuksien kehittämisessä korostuu. Lisärajoituksia tuo työmuistin kapasiteetin rajoitukset, jotka tekevät mahdottomaksi suuren informaatio määrän käsittelyn kerralla. Välitön työmuisti kykenee taltioimaan kolmesta seitsemään havaintoyksikköä kerralla. Esimerkiksi lääkäreiden on hyvin vaikeaa yhdistää kerralla diagnoosia varten tietoa useammasta kuin viidestä eri lähteestä tai oireesta. Tarkkaavaisuuden kohdistaminen ja syvempi ymmärtäminen onnistuvat useimmiten vain yhdestä lähteestä kerrallaan. Onneksi ihmisen pitkäkestoinen säilömuisti näyttää olevan rajaton ja se organisoii tietoa hyvinkin tarkasti ja jäsennellysti. (Rauste-von Wright & von Wright 1996.)

5.1.4 Kohti oppimisen synteisiä

Oppiminen (erityisesti tietoinen ja orientoitunut) on nähtävä esitettyjen teorioiden valossa loputtoman moninaisena kokonaisuutena. Tynjälän (1999, 17) laatiman oppimisen kokonaismallin pohjalta rakensin kattavamman oppimisprosessin kuvauksen (kuvio 6), jonka tarkoitus on huomioida esitettyjen oppimisteorioiden havainnot (luvut 4 ja 5.1). Näin kuvio toimii synteisinä yllä käsitellyistä ajatuksista. Tällöin tunteet, sosiaalinen ulottuvuus, häiriötekijät, oppimisen rajoitteet, kokemukset ja reflektion merkitys tulee käsiteltyä. Huomiota on hyvä kiinnittää myös kontekstin ja vallitsevan kulttuurin vaikutuksiin oppimiskäytännöissä.

Lisäksi olen käsitellyt kokemistilanteen ja tiedonkäsittelyn vuorovaikutteisuutta sekä oppimisen jatkuvaa kokonaisvaltaista luonnetta.



KUVIO 6. Oppimisprosessi.

Ensimmäinen lähtökohta oppimisprosessille on ihmisen kokemushistoria, joka kehittyy ympäröivän kulttuurin ja kontekstin kautta. Näin ollen taustan merkitystä ei voi aliarvioida. Ihmisen henkilökohtaisia taustatekijöitä ovat (vaikkakin tiedostamatta) muun muassa motiivit, aikaisemmat kokemukset, tieto-taito ja tunneulottuvuus. Yksilö on henkilökohtaisten tekijöidensä kautta vuorovaikutuksessa ympäristön ja sen osien kanssa. Tämä syntynyt kokonaisvaikutus on läsnä kokemis- ja havainnointitilanteessa. Lisäksi yksilön kokemuksiin tuo lisäävyä aineksen luonne ja ympäristön olosuhteet. Tilanne koetaan ihmisestä riippuen eri tavoilla ja havaintojen tekeminen yksilönkin sisällä on vaihtelevaa. Kokemusten käsittelyssä vaikuttaa luonnollisesti samat taustatekijät kuin alkuasetelmassakin, mutta lisäksi oppimisstrategiat, jotka saavat osin suuntaansa tavoitteiston kautta. Taaskaan ei voi unohtaa lyhytkestoisen muistin toimintaa, emotionaalista tilannetta ja häiriötekijöitä, jotka voivat

yllättävien äänien tai hermostuneisuuden muodossa vaikeuttaa oppimista. Elämykset vastaavasti tukevat muistamista.

Tässä yhteydessä on hyvä huomioda kokemuksen ja havainnoinnin vastavuoroisuus käsittelyn kanssa. Usein palataan kokemaan ilmiötä uudelleen nopean prosessoinnin jälkeen. Vaikka kokemus sanana saattaa sisältää konnotaatioita toiminnalliseen tai ruumiilliseen yhteyteen, niin se voi yhtä hyvin viitata mihin tahansa tapahtumaan kirjan lukemisesta tutkivaan oppimiseen tai konkreettisen rakentamisen prosessiin. Tiukan strukturoitu opetus lähtee naiivisti oletuksesta, että oppilaiden oppimiseen voitaisiin suoraan vaikuttaa. Oppimista voi kuitenkin tapahtua tahattomastikin, moninaisissa tilanteissa ja erilaisilla tyyleillä. Lyhyesti sanottuna oppiminen on tiedon rakentamista, jota tehdään yksilötasolla tai vuorovaikutussuhteen kautta. Vaikka oppimista toki tapahtuu kirjan kautta tai kuuntelemalla, niin tieto saattaa jäädä irralliseksi, niin tiedonjäsentämis- kuin muistitasollakin. Siten elämyksellisyys ja monipuolisemmat kokemukset voivat olla yksilökeskeisimpiä lähtökohtia persoonallisen tiedon rakentamisen tueksi.

Kokemusten käsittelyyn liittyy myös vuorovaikutus, jonka osia ovat sosiaalinen toiminta, tuen saaminen, keskustelut tai vuorovaikutus rakennetun ympäristön kanssa ja niin edelleen. Kokemusten käsittelyn kautta päästään jonkinlaisiin tuloksiin, jotka yksilöstä ja tämän toiminnasta riippuen voivat olla assimilaation tai akkomodaation kaltaisia. Joskus lopputuloksena voi olla pysyvä toiminnan muutos uusine käsitysrakenteineen. Oppimiskokemukseen liittyy usein syntyneiden käsitysten testaus, reflektio tai tarkkailu käytännössä, jonka jälkeen voi seurata uutta prosessointia ja mahdollisia muutoksia. Näin prosessi ei koskaan lopu, vaan on jatkuva spiraalimainen kehä, joka kartuttaa ihmisen subjektiivista kokemushistoriaa ja käsityksmaailmaa. Opettajan on syytä huomioda, ettei hän voi tarjota valmiita oppimiskokemuksia oppilaille. Mitä tehokkaampaan prosessiin halutaan päästä, sitä enemmän on korostettava ohjaavan opettajuuden luonnetta.

Kuten nähdään, niin kyseinen oppimisprosessin tarkastelu liittyy erityisesti tietoiseen oppimiseen. Siinä ei ole huomioitu pelkistettyä ehdollistumista, jota voi tapahtua tiedostamattomasti ärsykkeiden kautta (ks. Engeström 1981b, 18-20). Tällaista ehdollistumista voi olla pelkotilojen kehittyminen ärsykkeeseen tai tietyn tapahtuman välttäminen. Kyseinen behavioristinen malli ei tietenkään ole pätevä kuvaamaan syvempää oppimista, vaan jo kirjaa luettaessa, tai opettajaa kuunneltaessa, tietoa rakennetaan dialogissa lähteen kanssa, joskin se on huomattavasti vaikeampaa kuin mielekkäässä oppimisessa. Silloin rinnalle voi jäädä myös elämään naiiveja käsityksiä (ks. Tynjälä 1999, 72-96). Tämän pohjalta voitaisiin todeta, että

tietoisien oppimisen osalta behavioristinen asetelma on ajatusharhaa raakoine yleistyksineen. Sen sijaan oppiminen esimerkin kautta sopii oppimisprosessin kuvaukseen, sillä se on osa kokemistilannetta. Vastaavasti yrityksen ja erehdyksen kautta etenevä oppiminen on hyvinkin tutkivaa, ja voi johtaa mainioihin lopputuloksiin. (ks. myös Engeström 1981b.)

Kuten kognitiivisenkin psykologian tarkastelun yhteydessä todettiin, niin myös konstruktivismi korostaa tiedon rakentamista. Tämä tukee osaltaan opetuspakettiin (liite 1) otettua ratkaisua ennakkotietojen tarkastelusta miellekartan avulla. Lisäksi materiaali eli informaatio on suunniteltu monikanavaiseksi, jotta persoonallinen tiedon rakentaminen ja käsittely olisi helpompaa. Jotta Tynjälän (1999, 72-96) mainitsemat naiivit ennakkokäsitykset eivät jäisi elämään kirjatiedon rinnalle, etsitään ennakkokäsityksiä alkumittauksella, jolloin oppilaat tulevat niistä tietoisiksi. Konkreettinen toiminta puolestaan tukee tiedon itsenäistä rakentamista ja helpottaa siten assimilaation tai akkomodaation prosesseja konstruktivistisen teorian mukaisti. Esimerkiksi Ruokamon (2002) esittämät avoimen oppimisen ydinkohdat (kuvio 5) näkyvät opetuspaketin aikana projektin edetessä väistämättä, sillä tuotetta ei voi valmistaa tehtävänannon mukaisesti ilman aktiivisuutta, keskusteluja, ongelmien ratkomista, yksilöllistä toimintaa, reflektointia tai osallistumista ryhmätoimintaan.

Monipuolinen konkreetti toiminta, tutkiminen, kokeilu, tutustuminen ja rakentaminen vähentävät myös Gage & Berlinerin (1988) sekä Rauste-von Wrightin & von Wrightin (1996) mainitsemia ongelmia tiedon soveltamisen vaikeuksista ja kontekstisidonnaisuudesta, sillä projekti ei tarjoa irrallista tietoa, vaan autenttisia sovelluksia erilaisiin käytäntöihin. Martonin ym. (1980) pohjalta (sekä tutkimuksen kohdan 5.3.8 mukaan) projekti pyrkii saavuttamaan holistisen oppimisen päämäärän. Koska arviointi ja tehtävien luonteen vaikuttavat opiskeluun, on materiaalissa (liite 1, kohta 6.1) korostettu laajoja kokonaisuuksia, sekä ohjattu opettajaa kertomaan moninaiset arviointialueet etukäteen. Aiemmin mainittu monipuolinen lähdemateriaali tukee myös erilaisia oppimistapoja ja vahvuuksia, kuten visuaalista, auditiivista tai kinesteettistä hahmottamista. Oppimisen synteesin mukaisesti projekti huomioi oppimisprosessin laajana kokonaisuutena, kuten sen rakenteesta havaitaan. Konstruktivismin episteemisistä osa-alueista lähestytään eniten sosiaalista konstruktivismia.

5.2 Perusteita

5.2.1 Konstruktivismia opetuksessa

Liian usein unohdetaan yleisesti hyväksytyn kognitiivisen psykologian tiedot ihmisen oppimisesta ja tiedonkäsittelystä. Niin peruskoulu- kuin yliopistotasollakin oppimistilanteet ovat usein tehottomia formaaleja tilanteita, joissa saatetaan opettaa uusia variaatioita vanhoilla menetelmillä. Siksi onkin tärkeää tehostaa arkielämän ja koulutiedon yhtenäisyyttä, jotta soveltaminen helpottuisi ja samalla opiskelumotivaatio kasvaisi. Oppilaita sanotaan myös passiivisiksi, mikä on varmasti tottakin. Syynä siihen kuitenkin on passiivisuutta tukevat opetustavat, joita on tarpeen kehittää. Behavioristinen stimulus-response kytkentä näkyy jatkuvasti itseään toistavana kysy-vastaa-oikein-väärin-menetelmänä. Kysyttävät asiat ovat usein vieläpä täysin irrallaan autenttisista yhteyksistä ja ne jäävät kummittelemaan irrallisina yksittäistietoina. (Berryman 2002.)

Vuorovaikutuksellisuus sosiaalisessa yhteisössä on konstruktivismin peruspilareita. Ihmisen toimiessa sosiaalisessa kontekstissa hänen ajatteluprosessinsa tulevat näkyviin. Oppilaat joutuvat perustelemaan käsityksiään ryhmätoiminnan yhteydessä, jolloin omat ajatustavat kehittyvät kritiikin ja esimerkkien myötä. Avustaminen työskentelyssä tulee miettiä yksilöllisesti. Parhaimpiin oppimistuloksiin päästään, kun avustaminen kohdistuu vain alueelle jossa lapsi tarvitsee apua. Kun kehittymistä tapahtuu, avustamista vähennetään. Näin lapsi ponnistelee juuri hänen kyvyilleen haasteellisten tehtävien parissa (von Wright 1993, 26-27.) Tässä huomataan kognitiivisen psykologian ja Vygotskyn (1978) ajatusten käyttö konstruktivisminkin yhteydessä.

Opetuksessa on oletettu, että kaikki oppilaat ovat samalla viivalla. Kuitenkin jokainen oppilas on kokenut ja nähnyt erilaisia asioita, joten tiedonrakentamisen lähtökohdat ovat kullakin yksilölliset. Tällöin uuden tiedon rakentaminen vanhan päälle tai rinnalle voi olla ongelmallistakin, mikä opetuksessa on huomioitava. Tieto ei saisi myöskään olla irrallaan kontekstistaan, vaan yhteys todellisuuteen tulee säilyä. On havaittu, että lapset ratkaisevat ongelmia paremmin, kun ne voidaan liittää johonkin todelliseen kontekstiin. (Berryman 2002.) Onkin todettu, että kun oppiminen voidaan liittää omaan minään, johtaa se parhaisiin oppimistuloksiin. Pelkkä tavoitteellinen ulkoa oppiminen ilman suhteuttamisen mahdollisuutta ei tuota yhtä hyviä oppimistuloksia edes muistamisessa. Opetuskokeiluissa on lisäksi havaittu, että oppimisstrategioihin vaikuttavat ennalta kerrotut vaatimukset ja odotukset (von Wright 1993, 19-22.)

Brooks & Brooks (1993, 35-98) laativat yksityiskohtaisen kuvauksen konstruktivismista luokkahuoneessa. He korostivat seuraavia viittä toisiinsa yhtyvää periaatetta pedagogiikassa:

1. Relevanttien ongelmien asettaminen oppilaille. Relevantit ongelmat eivät tarkoita vain oppilaiden valmiita kiinnostuksen kohteita, vaan opettajan ohjaaman pohdinnan synnyttämiä merkityksellisiä asioita.
2. Oppimisen jäsentäminen suuremman kokonaisuuden ympärille. Aineintegraation merkitys korostuu, jolloin oppiainejako murenee ja opittavaa kokonaisuutta tutkitaan holistisella tyylillä monipuolisesti useiden aineiden kannalta.
3. Oppilaiden ajatusten tarkkailu ja arviointi. Tuntiessaan oppilaansa opettaja voi ohjata heitä mielenkiintoisten, haasteellisten ja merkityksellisten aiheiden pariin opiskeltavan kokonaisuuden saralla.
4. Opetussuunnitelman sovittaminen oppilaiden kiinnostuksen kohteisiin. Opettaja herättää mielenkiintoa oppilastuntemuksen pohjalta. Hän jäsentää oppilaiden kiinnostuksen ja mahdollisuudet ohjaten heitä opiskeltavan asian pariin vanhan tiedon pohjalta, kohti moninaisempaa ymmärrystä.
5. Arvioida oppimista opettamisen kontekstista. Koska opettaminen on joustavampaa, pohtimaan kehottavaa ja ongelmanratkaisuun pyrkivää, tulee arvioinninkin mitata syvempää analyttistä osaamista ja prosesseja eikä vain ulkoaoppimista. Myös kysymys-vastausasettelusta tehdään keskustelunomaisia, eikä pitäydytä pelkässä oikein-väärin menetelmässä.

Periaatteena on aineintegraatio teemojen ympärillä. Oppilaat toimisivat mielenkiintoisten ongelmien parissa ajattelua ja pohdintaa kehittäen. Opettaja ohjaa toimintaa ja herättää motivaatiota. Hänen tulee olla tietoinen oppilaiden ennakkokäsityksistä ja sovittaa opettamista sen pohjalta. Arviointi monipuolistuu koskemaan prosesseja. Näin ajattelee myös von Wright (1993), joka ehdottaa opetussuunnitelmien kehittämistä joustavammiksi, jolloin ne ottaisivat paremmin huomioon tiedon suhteellisuuden ja muuttuvuuden. Hänen mukaansa tieto on nopeasti muuttuvaa paitsi maailmanmenon muutoksesta johtuen, myös evidenssien ja tutkimusmenetelmien kehittymisestä. Esimerkkinä hän mainitsee oppimiskäsitysten

muuttumisen. Uusi tieto muistin toiminnasta ja oppimisesta sekä opetussuunnitelmalliset vaatimukset kehittävät jatkuvasti opetusmenetelmiä.

Behavioristissuuntautuneen oppimiskäsityksen murtuessa pääpainoa opettajajohtoisesta tiedon kaatamisesta siirtyy oppilaan omaan aktiivisuuteen ja kognitiivisiin toimintoihin. Tällöin tulee oppimateriaalin suunnittelunkin kokea reformia uudempaan suuntaan. Opettajan oma rooli vaihtuu tiedon ainoasta haltijasta ja sen antajasta ohjaajaan, kannustajaan, motivaattoriin ja keskustelun ylläpitäjäksi. Työmuotoina nähdään vanhojen rinnalla yhteistoiminnallinen oppiminen, ongelmakeskeisyys, kommunikointi ja tiedon hankkiminen itse sekä sen soveltaminen käytäntöön. Oppilaan tulee kyetä luokitella, jäsentää ja mallintaa ympäröivää maailmaa ja sen tilanteita, jolloin opitut ongelmanratkaisutaidot kehittyvät. (Seppälä 1995.) Ilmavirta ja Pehkonen (1995) nostavatkin ongelmanratkaisutehtävät pinnalle, sillä ne kehittävät lasten luovuutta, ajattelua, loogista päättelykykyä, asianhallintaa, yhdistelytaitoja ja säännönmukaisuuksien etsimistä. Tehtävät tuovat lisäksi mielenkiintoa ja tarvittavaa vaihtelua koulupäivään. Tehtävät voivat olla hauskojakin ja sisältää kuvia, mutta silti ne voivat sisältää mielenkiintoisen pulman.

Kun opettaja käyttää havainnollisia ja valaisevia metodeja uuden aineksen esittelyssä, niin oppilaiden on helpompi luoda itsenäisesti konsepteja. Vaikka abstrakteja asioita on vaikeampi käsitellä konstruktivistisesti, niin tapa sopii myös yliopistotasolle. Työskentely tiimeittäin ongelmien parissa, keskustelu yhdessä ja opettajan esittämät uudet variaatiot ovat olleet toimivat lähestymistapa. Vastuu on myös jaettua, joten ongelmia selvitetään yhdessä, eikä opettaja ole kaikkietävän asemassa. Aktiivisuus synnyttää alun vaikeuksien kautta varmuutta ja koko asenne opiskeltavaa aihetta kohtaan muuttuu ja ajattelu sekä kriittisyys kehittyy. Yliopistotasolla matematiikassa oppilaat ovat pitäneet ja oppineet konstruktivismin mukaisesti, eikä opettajakaan halua palata vanhaan luennointiin. (Inch 2002.)

Mainitut käytännöt aineintegraatiosta näkyvät selvästi opetusmateriaalin (liite 1) yhteydessä, jossa projektin ideana on yhdistää ympäristö- ja luonnontiedon, ATK:n ja teknisen työn sekä teknologiakasvatuksen periaatteita ja sisältöjä. Vaadittua ongelmanratkaisua ei voi myöskään välttää, sillä päämääränä oleva tuote edellyttää toiminnallista pohtivaa yhteistyötä ryhmältä käytännön ongelmien parissa.

5.2.2 Toteutuksen ongelmia

Puolimatka (2002a, 15-21) suhtautuu puolestaan kriittisesti konstruktivismin ideologiaan. Hän näkee todellisuuden sellaisena, että siitä on mahdollista saada luotettavaa tietoa. Tämä realismi ei kuitenkaan tarkoita paluuta empirismiin, vaan sekin korostaa ihmisen erehtyväisyyttä, tiedon kritisointia ja jatkuvaa korjaamista. Opetuksen tehtävänä on auttaa oppilasta pääsemään oikeaan käsitykseen todellisuudesta, joten on mielekästä opettaa varmaa yleissivistystietoa. Konstruktivismin ongelma on siinä, että se antaa oppijalle itsenäisen aseman sen määrittelemisessä, millainen todellisuus on. Golding ja Edwards (2002) esittävät, että postmodernismin mukainen konstruktivismi on nähty muuallakin hyökkäyksenä tietoa kohtaan. On paljon traditionaalisen tietokäsityksen mukaan ajattelevia, joten konstruktivismin mukainen epistemologia ei toteudu mitenkään itsestään selvästi. Tämä liittyy koko tieteenhistoriaan, uskontojen vaikutukseen ja luonnontieteiden kehittymiseen kautta nykypäivään. Vanhat käsitykset ovat sitkeitä, mikä huomattiin esimerkiksi hoitajien käsityksistä, joista löytyi positivistisia piirteitä. Muutos vaatisi holistisempaa kokonaistutkimista ja opetusta pelkistysten sijasta. Lucarellin ja Menottin (2002) mukaan konstruktivismi ei esimerkiksi Italiassa ole saanut pitävää jalansijaa. Syyt ovat historiallisessa eristyneisyydessä ja kulttuurissa sekä politiikan kiemuroissa. Nykyään se näkyy vähäisenä kansainvälisenä keskusteluna ja interaktiona.

Se, että oppilaalle annetaan asema todellisuuden määrittelijänä, ei tarkoita mielivaltaista yksinäistä tarkkailua, jonka pohjalta kukin suhtautuu todellisuuteen miten sattuu. Päämääränä on tiettyjä aihepiirejä käsittelevä tutkiva toiminta, jossa opettaja suuntaa tutkimista suunnitelmallisiin viitekehyksiin. Vaikka ehdotonta totuutta ei voikaan löytää, voimme lähestyä ongelmia tieteelliseen representaation pohjalta, joka konstruktivismin mukaisesti on tarkempaa ja yleisesti hyväksytympää todellisuuden rekonstruktiota kuin arkiymmärrys. Näin lähestytään tietoa, kuten lapsi sitä muodostaa. Käsitteitä syntyy havaintojen ja kokemusten kautta (esim. Tynjälä 1999; Haapasalo 2001), joten on järkevää pureutua siihen, miten he tietoa luonnollisesti omaksuvat.

Levävaaran (1997) tuloksista havaitaan runsaasti ristiriitoja opettajan ja oppilaiden käsitysten välillä. Vaikka opettajat lähtevät työstämään avointa tutkimusta oppilaiden kanssa, eivät oppilaat koe sitä laajemman kontekstin kannalta merkitykselliseksi, vaan ymmärtävät sen usein vain yksittäisten periaatteiden oppimiseksi. Opettaja asettaa tunneilla usein moninaisia tavoitteita, joita oppilas taas ei tiedosta. Näin syntyy konflikti opettajan ja oppilaan käsitysten välillä, joka

ilmenee opetusmenetelmien ja oppimistapojen välisenä ristiriitana. Vaikka projektilaatuinen tehtävä olisi varsin avoin, useilla oppilailla on mielikuva pakonomaisesta työnohjauksesta sekä suhteellisen tarkasta tehtävänannosta. Tällöin oppilaat kokevat työskentelynsä pakonomaiseksi. Avoimen tutkimuksen harjoittaminen vaatiikin asenteellista muutosta sekä opettajalta että oppilailta koko ainetta ja yleensäkin oppimista kohtaan. Tämä ilmenee oivasti erään tutkimukseen osallistuneen oppilaan kommentista, kun opettaja ihmetteli avoimen työskentelyn tuottamia vaikeuksia: ”Kuule me olemme 8 vuotta tehneet open johdolla kaikkea, ei tällainen muutos voi tapahtua kovin äkkiä, joten älä odota meiltä aivan kohtuuttomia.”

Kyseinen kommentti kiteyttää näppärästi konstruktivismin käytön erinäisiä ongelmia. Vaikka opettajat harjoittaisivat tunneillaan avointa toimintaa, ei välttämättä edes opettajilla ole selvillä uusien opetusmenetelmien syvempi merkitys, jotka ovat tutkiminen, analysointi, ongelmanratkaisu, oppimistaitojen kehittäminen ja omatoimisuus. Jos opettaja kokee menetelmät yhä vain yksittäisten tietojen hieman erilaisena opettamistapana, niin miten laajempi merkitys voisi olla oppilaille selvä. Jotta kunnan tuloksia saavutettaisiin, niin ensin opettajille on selvitettävä uusien oppimisteorioiden merkitys ja tavoitteet, jotka johtavat uusiin oppimistyyliin. Sitten opettaja voi selkeyttää oppilaillekin menetelmien laajemmat tavoitteet. Näin oppilaatkin kykenevät mukautumaan uusiin vaatimuksiin. Haapasalon (2001, 105-107) mukaan näyttää vieläkin siltä, että opettajat hyvistä uusista ideoista huolimatta pitävät perinteistä opettamisen mallia ajallisesti ja mahdollisuuksiltaan ainoana vaihtoehtona, ja lisäksi oppilaat ovat perinteen kyllästämiä. Konstruktivismi vaatii vanhojen menetelmien kyseenalaistamista, ja asenteellista muutosta sekä opettajissa että oppilaissa. Tämä edellyttää oppilaiden aktiivisuuden synnyttämistä ja ylläpitämistä, sekä heidän omien oppimisstrategioiden hyödyntämistä. Tällöin on hyväksyttävä myös avoimemmat oppimistehtävät.

Rauste-von Wright (1997) kokeili konstruktivistisia menetelmiä kasvatustieteen cumlaude -kurssilla Nuorisokasvatuksen perusteet. Oppilaat aloittivat kurssin pohdinnoilla tuntemuksista ja odotuksista, jotka koottiin tunnin lopulla yhteen. Toiselle kerralle tuli tutustua nuorten maailman itsenäisesti ja haastatella heitä. Tutkimussuunnitelma ja työn prosessointi piti laatia itse tai pienessä ryhmässä. Työt jaettiin lopuksi kaikille ja niistä keskusteltiin. Oppilaat pitivät uutta toimintatapaa aluksi vaikeana, mutta sopeutuivat siihen kurssin edetessä ja pitivät tuloksia hedelmällisinä. Rauste-von Wright puhuu faktojen ja niiden merkityksen puolesta, mutta näkee erittäin tärkeänä myös niiden päivittämisen, kyseenalaistamisen ja oppimisen korjaamisen. Muutos tulisi nimenomaan metodeihin joilla aiheita opiskellaan ja opetetaan. Fysiikan faktat, kaavat ja lait on ennen opiskeltu ulkoa. Vaihtoehtona nähdään kokeellinen toiminta, jossa

opiskelija itse selvittää lain perusteet, koska ei pysty etenemään ja selvittämään ratkaisuja ongelmiin ilman lain määrittämistä

Kiviniemi (1997) tutki puolestaan opettajaksi opiskelevien mielteitä hyvästä ohjauksesta opetusharjoittelujen aikana. Opettajaksi opiskelevat kokevat pikkuasioihin takertuvan ohjauksen turhauttavana. He kaipaavat palautekeskusteluihin pintasuuntautuneen ylimalkaisuuden tilalle syvemmälle opetuksen perusteisiin menevää ohjausta. Myös didaktikkojen osalta pinnallinen palaute sai osakseen kritiikkiä. Koska opettamisen onnistuminen liittyy persoonan hyväksikäyttöön, aiheutui ohjaavan opettajan ja harjoittelijan väliset erimielisyydet usein erilaisten persoonallisten tyylien yhteensopimattomuudesta. Positiivisena nähtiin kannustava ja kokonaisvaltainen syvempi ohjaus sekä harjoittelijan persoonalliselle kehitymiselle annettu tila. Tulevat opettajat pitivät persoonallista vapautta tärkeänä kehittymisen ja opetuksen kannalta. He arvostivat ohjaajia ja pitivät näitä hyvinä, kun pikkuasioiden sijasta keskityttiin laajempiin ja syvempiin kokonaisuuksiin.

Yliopistotasolla on hyvä pyrkiä erityiseen kriittisyyteen ja tutkivaan asetelmaan. Silloin itseohjautuvuus onnistuu myös suurella ryhmällä, kun vastuuntunto, tiedonhaku ja sen analysointi on kehittyneempää kuin peruskoulussa. Näin opiskelijat voivat käytännön harjoittein saada varmuutta erilaisiin teorioihin, ja tutkia niiden toimivuutta käytännössä, sekä asettaa niitä kokemus- ja tietopohjaisesti kriittisen pohdinnan alaiseksi. Silloin vanha tieto voidaan asettaa joko kyseenalaiseksi tai vahvistaa sen todenmukaisuutta. Kaikessa oppimisessa motivaation merkitys on suuri, joten ongelmallinen koeasetelma tarjoaa hyvät edellytykset mielenkiintoisella oppimisella kaikilla kouluasteilla.

Valitettavasti konstruktivismin käsitettä on alettu käyttää psykologiassa ja kasvatustieteessä lähes kritiikittömästi oppimisen määritelmänä. Helposti puhutaan yleisesti vain tiedon aktiivisesta konstruoinnista, joka on määritelmänä puutteellinen ja harhaanjohtava, kuten Richard Fox (2001) toteaa. Hän kokoaa konstruktivismiin liitettyjä väittämiä yhteen ja pyrkii tarkentamaan niiden käyttöä:

1. Oppiminen on aktiivinen prosessi
2. Tieto on konstruoitua eikä luontaista tai passiivisesti omaksuttua
3. Tieto on keksittyä, ei löydettyä
4. A. Tieto on persoonallista ja omintakeista B. Tieto on sosiaalisesti konstruoitua
5. Oppiminen on ennen kaikkea prosessi, jossa havainnoidaan maailmaa
6. Tehokas oppiminen vaatii merkityksellisiä, avoimia ja haastavia ongelmia oppijan ratkaistaviksi.

Kohdat korostavat oppimisen olevan vahvasti oppilaan, hänen toimintansa ja keksintöjen varassa. Oppilailla kuitenkin on välittömiä tarpeita saada tietoa, joten sen etsiminen voi tuntua pitkästyttävältä. Opettajaa ei saisi unohtaa arvokkaana tietolähteenä. Oppilaat tarvitsevat toki vuorovaikutustilanteita, dialogeja ja ongelmanratkaisua, mutta he myös usein turhautuvat sen tuomaan työmäärään, unohtavat nopeasti hakemansa tiedot ja kokevat vaikeana tiedon löytämisen uusista konteksteista. Vaikka behaviorismi ei tarjoa opettamiselle riittäviä puitteita, on myös äärimmäisessä konstruktivismissa ongelmansa, joita Fox kehottaa pohtimaan. Perinteinen opettajan toiminta korostuu ohjauksessa, demonstraatioissa ja harjoituksissa. (Fox 2001.) Foxin (2001) mainitsema oppilaiden turhautuminen ja välittömän tiedonsaannintarve näkyy myös Beishuizen ym. (2001) tutkimuksessa. Heidän tuloksensa kertovat, että nuoret oppilaat haluavat oppia uusia taitoja sekä asioita ja arvostivat opettajaa, kun tämä heille niitä tarjosi. Pelkän tiedon arvostus tosin väheni iän myötä. Puolimatka (2002a, 363-364) kritisoi puolestaan liiallista itseohjautuvuutta, joka hänen mukaansa johtaa pahimmillaan lapsen henkiseen heitteillejättöön, tarpeettomille sivupoluille ja turhautumiseen.

Ideana ei tietenkään ole, että opettaja ilmoittaa avoimen aiheen ja lähtee kahville, vaan itseohjautuva oppiminen on myös opettajalle työläs työmuoto. Suunnittelutyöskentely tutkimisprosessin aikaansaamiseksi vaatii paitsi laajaa aineenhallintaa, myös materiaalien, lähteiden, toimivien ryhmien, tehtävien, työnohjauksen, motivoinnin ja työskentelyn suuntaamisen tarkkaa pohdintaa. Tämä täytyy tehdä vieläpä suhteessa oppilaiden kehitystasoon, oppimistyyleihin, oppimisympäristöön ja aiempiin tietorakenteisiin. Vasta niin päästään toimivaan avoimuuteen ja itsenäisyyteen, jossa turhautumista ei ilmene tutkimisen tuodessa jatkuvasti lisätietoa aiheesta, kuten on pyritty myös opetusmateriaalissa (liite 1) tekemään.

Kaikki eivät kuitenkaan halua vaivalla tietoa etsiä, vaan on mukavaa ja helppoa kirjata ylös valmiiksi jäsennettyä informaatiota. Tämän takia merkityksellistä on asenteellisen reformin

luominen, mikä koskee niin opettajia kuin oppilaitakin. Ennen kuin suhde keksivään oppimiseen ei muutu, on hyvin vaikea lähteä opettamaan konstruktivistisin periaattein. Huomattavaa on, että suomalaiset tutkimukset paljastavat oppilaiden käsityksiä, joissa avoimuutta arvostetaan (ks. luku 2). Lisäksi uudempia ja perinteisiä opetusmuotoja voi käyttää tehokkaasti rinnakkain tai vuorotellen, jolloin tarjotaan monipuoliset lähtökohdat erilaisille oppijoille, kehitys- ja ikätasojille sekä tavoitteille.

Voidaan myös ajatella, että vaikka perinteinen kirjan lukeminen nähdään jonkun luoman representaation kahlaamisena, voi lukeminen olla kriittistä ja dialektista, tarjoten mielenkiinnon kautta positiivisia kokemuksia ja mahdollisuuden tiedon rakentamiseen. Tämä kylläkin vaatii uudenlaisen lukutyylin oppimista ja harjoittamista. Myös auditiivinen hahmottaminen voi oppilaasta riippuen olla toimiva lähestymistapa, mutta vasta keskustelun kautta siitä saadaan sosiaalista toimintaa. Perinteiset muodot saattavat korostua keskittymishäiriöisten kanssa, sillä vapaus voi aiheuttaa liikaa häiriötekijöitä. Toisaalta juuri toiminnan on katsottu edistävän työrauhan säilymistä ja mielenkiinnon suuntaamista. Eli jälleen päästään yksilöllisten vaatimusten huomioimiseen yleisten tavoitteiden kehyksessä. Vaikka perinteiset menetelmät ovat johtaneet hyviin tiedollisiin saavutuksiin, ovat ne vain yksi pieni osa monitavoitteista kokonaisuuskenttää. Muistettava on, että oli lähestymistapa tietoon mikä tahansa, siihen tulee liittää keskustelua, mielipiteiden esittämistä, pohdintaa ja kritisointia vuorovaikutuksellisuuden, monipuolisuuden ja tiedon rakentamisen saavuttamiseksi. Jos tuntuu siltä, että oppilaat ovat väsyneitä vaatimaan tutkimiseen, niin perinteinen yksilötyöskentely voi toimia mukavana välipalana ja hengähdystaukona.

On syytä huomioida myös Vygotskyn (1978, 92-104) esittämät ajatukset leikin merkityksestä. Lapsille tulee tarjota mahdollisuus leikkiin, sillä heillä on tarve siihen. Leikin kautta he käsittelevät ja kokevat uusia asioita, joita eivät vielä ymmärrä. Lapset luovat mielikuvituksellisia tilanteita joissa asiat ja esineet saavat uusia merkityksiä, jolloin toiminta ylittää pelkän havainnon luoman todellisuuden rakenteen. Varhaislapsuuden leikki on myöhemmän kehityksen kannalta merkityksellistä. Bergströmin (1997) mukaan lapset käsittelevät leikeissä asioita, joita voi olla muuten vaikea ymmärtää. He oppivat elämään ja järjestävät omia ajatuksiaan. Näin ollen koulukaan ei voi olla pelkää tutkimista, vaan lapsuuden mielikuvituksen käytölle on annettava tilaa.

Kuten tutkivaan oppimiseen liittyvä kritiikkikin osoitti, en ole lähtenyt opetuspaketin (liite 1) ideassakaan pelkän tutkivan oppimisen lähtökohdista liikkeelle. Materiaali tarjoaa

mahdollisuuden myös nopeaan tiedonhankintaan, jolloin muun muassa Foxin (2001) mainitsemaa turhautumista vältetään. Projekti ei kuitenkaan kiinnity vain visuaaliseen tai auditiiviseen materiaaliin, vaan tarjoaa runsaasti tutkivan ja kinesteettisen oppimisen mahdollisuuksia. Mielikuvitukselle ja luovuudelle on niin ikään jätetty tilaa suunnittelun ja toteutuksen vapauteen liittyen. Lähdemateriaalivalinnoin voidaan puolestaan ohjata toimintaa opetussuunnitelman mukaisille urille. Myöhemmin tämän tutkimuksen tulosten esittelyn yhteydessä nähdään tarkemmin, mitä oppilaat ovat pitäneet monipuolisista vaihtoehtoista sekä menetelmistä, ja millainen asenne heillä oli avoimen oppimisen suhteen (luku 8).

5.2.3 Ylevä ideologia, mutta miten käytännössä

Koska konstruktivismi tähtää henkilön persoonalliseen tiedon rakentamiseen itsenäisen tutkimisen kautta, korostuu siinä motivaation merkitys, jotta mielenkiinto tutkimista kohtaan säilyisi. Elämykset voivat olla avain motivaation ylläpitämiselle. Elämyksillä viitataan tunteisiin liittyviin vahvoihin positiivisiin kokemuksiin, jotka tukevat oppimista. Elämyksiä voi toki synnyttää minkälainen oppiminen tahansa. Jos oppimiseen ei kuitenkaan liity toimintaa, niin voi elämysten syntyminen olla vaikeampaa. Tällöin vanhat kokemukset ja olemassa oleva tieto auttavat kuitenkin niiden syntymistä. Lisäksi vuorovaikutukselliset tilanteet voivat olla hyvinkin empaattisia. Myös aihepiiri vaikuttaa, jolloin ollaan taas oman kiinnostuksen ja motivaation lähteillä.

Raulamo (1988, 7-8, 10) tähdentää, että elämykset ovat oppimisen kannalta välttämättömiä. Jos oppimiseen voi liittää jonkin elämyksen, se tukee muistia. Elämys muodostaa muistiin punaisen langan, johon voi uudelleen tarttua ja keriä siihen tietoaaineksia muistin lokeroista uudelleen käyttöön. Turvallisen ja kannustavan ilmapiirin kautta koulutyössä voi kokea positiivisia elämyksiä. Kaikille oppilaille tulee luoda mahdollisuudet 'ahaa-elämyksiin'. Raulamo jatkaa aika vahvasti sanoen, että vain elämyksen tuottanut opetustilanne tai asia jää pysyvästi mieleen. Näin äärimmäiseen väitteeseen on syytä suhtautua tietyllä varauksella, vaikka elämysten merkitystä ei pidäkään väheksyä.

Laine (1998) esittelee käytännön mahdollisuuksia elämysten tuottamiseksi. Seurantatehtävät, tutkimukset, projektiopiskelu, luontopolut, omat tuotokset ja muu luova toiminta mahdollistavat

elämysten syntymisen. Sinänsä mikään menetelmä ei ole itseisarvoinen elämysten tuottaja tai avoin opetustapa, vaan toimivuus syntyy käyttötavasta. Opetusjärjestelyt ja tehtävänannot ovat oleellisia toimivuuden synnyttämisessä. Oppilaan autonomisuutta lisää, kun hän saa olla mukana tekemässä suunnittelu ja valintatyötä. Tätä tukee yliopistotasosta opiskelua koskevat tulokset Silkelältä (1999), jonka tutkimuksen mukaan merkittäviä oppimiskokemuksia luokanopettajaopiskelijoilla olivat käytäntöön liittyvät opetusharjoitteluiden kokemukset. Opetusharjoitteluissa merkitysulottuvuuksia syntyy sosiaalisuuden, dialogin, kokemusten ja tunnelatausten kautta, joten moninaisuus lisää merkityksellisyyden mahdollisuuksia. Itseen liittyvät prosessit olivat olleet kaikissa elämän vaiheissa merkityksellisiä. Elämänhistorian varrella liika ankaruus koettiin pahana ja luovuutta tukahduttavana. Tunteet olivat läsnä merkityksellisissä kokemuksissa siten, että oli kokemus positiivinen tai negatiivinen, se vaikuttaa tulevaisuuteen suuntautumiseen, jolloin kokemukselle haetaan jatkoa tai loppumista. (Sikkelä 1999) Tämä tietysti kertoo jotain oppimisen luonteesta, jonka vahva kokeminen liittyy tunteisiin, monipuolisuuteen ja oppimisen henkilökohtaisuuteen.

On tietysti huomioitava, että oppilaan piirteet, persoonallisuus, älykkyys, menestyminen, oppimisen elämänläheisyys, oppilaiden odotukset, arvostelun luonne, sosiaalinen puoli, kannustus, kotitausta, elämäntyytyväisyys yleisesti, koulun merkityksellisyys itselle ja avun saaminen vaikuttavat koulutyytyväisyyteen ja mielekkyyden kokemuksiin opetuksen tyylien lisäksi. (Olkinuora 1979.) Affektiivinen, kognitiivinen ja sosiaalinen mielekkyys linkittyvät oppiaineksessa toisiinsa. Motivoituneisuuden kehittyminen on siten hyvin monitahoista, eikä sen merkitystä oppimisessa pidä aliarvioida. Motivaatio vaikuttaa edelleen toimintaan ja työskentelyyn ja sitä kautta edelleen menestymiseen, jolloin ollaankin uusilla mielekkyyden lähteillä. (Olkinuora 1983.)

Ilmavirta (1995) kiinnittää huomiota oppimiskäsitysten muutosten tuomiin vaatimuksiin oppimismateriaaleja kohtaan. Ajattelun rakennustyötä voidaan tukea konkreettisilla välineillä toimintamateriaalien avulla. Toimintamateriaali käsittää välineet ja materiaalit, joita voidaan havainnoida useilla aisteilla sekä siirrellä ja järjestellä uudelleen. Toimintavälineiden avulla oppilas saa monipuolisia kokemuksia, ja ne tukevat myös kielen- ja käsitteenmuodostuksen kehittymistä. Materiaalien käyttö on silta konkreetin ja abstraktin maailman välillä. Erilaisia toimintatapoja tai välineitä ei saa kuitenkaan olla liikaa, sillä ne sekoittavat oppimista. On hyvä antaa oppilaiden tutustua yhteen tapaan tai välineeseen kunnolla, ennen kuin aloittaa uuden.

Opetuksen monipuolisuus ja kokonaisvaltaisuus liittyy konstruktivistisiin periaatteisiin. Kohonen ja Lehtovaara (1990) raportoivat yhteistoiminnallisuuden, runsaan virikkeisyyden, syvempien aineksen merkitysten, vuorovaikutteisuuden ja reflektion tukevan kielen oppimista peruskoulutasolla. Yhteistoiminnallisuus näytti tuottavan parempia oppimistuloksia kuin opettajakeskeisyys, mutta tärkeämpää heidän mielestään oli elämän kannalta merkityksellisten yhteistyön asenteiden ja vuorovaikutustaitojen omaksuminen. Kohonen (1990) jatkaa samaan tutkimukseen liittyen kertoen hyvistä oppimistuloksista. Pientä parannusta vertailuryhmiin verrattuna oli tapahtunut ala-asteen lopulla kaikilla englannin oppimisen saroilla imperfektimuotojen hallintaa lukuun ottamatta. Todellista tilastollista merkittävyyttä löytyi kuullun ymmärtämisessä ja sanelukokeissa, mikä tukee ymmärtämissä painotteisen opetuksen onnistumista. Lisäksi huomioitavaa on se, että kokeiluryhmä aloitti kielen opiskelun vuotta myöhemmin, kuin se tavallisesti tehdään, mikä antaa viitteitä kielen opetuksen aloittamisen siirtämisestä vuotta myöhemmäksi. Hintikka (2002) esittää lisäksi, että monipuoliset menetelmät tukevat aivojen tehokasta käyttöä, jolloin myös aivojen oikea puolisko aktivoituu tehokkaammin. Suunnittelun- ja toiminnanvapautta tukevia tuloksia avoimesta ryhmätoiminnasta tietoteknisin tuin on saatu myös Sutisen (1992) projektista.

Viitteitä konstruktivismin toimivuudesta löytyy myös Hungin (2002) tutkimuksesta, jossa sosiaalisen konstruktivismin mukaisesti käytettiin metaforista prosessia Deweyn ja Vygotskyn pohjalta. Metaforat toimivat käsitteiden ja ymmärtämisen tukena, sillä ne yhdistivät uuden ja vanhan tiedon psykologisina työkaluina. Näin sosiaalinen yhteisö yhdistyi yksilön kognitiiviseen tasoon. Sosiaalisessa toiminnassa metaforia hyväksikäyttämällä toteutui dialektinen assimilaatiota ja akkomodaatiota, joissa metaforat kytketään todellisiin konteksteihin. Toiminta ei kuitenkaan toteudu itsestään selvästi, vaan opettajan merkitys on perspektiivin antajan, johdattelun ja suunnan antajan roolissa. Hän siis luo rakennustelineitä, ja palautekeskustelujen kautta tapahtuu assimilaatiota ja akkomodaatiota. Eli jos oppiminen on prosessi, jossa toimitaan vuorovaikutuksessa maailmaan, niin ideat ovat sen transaktion välineitä. Ideapohjainen sosiaalinen konstruktivismi metaforien avulla on sosiaalisen toiminnan ja yksilöllisyyden yhteensovittamista.

Tietyn lisähaasteen opetukselle antaa konstruktivismin vaatima tieteellinen lähestymistapa, johon oppilaita tulee ohjata. Tieteellinen lähestymistapa voi olla hankalaa ja nuoren oppilaan voi olla hyvin vaikea käsittää lähestymistavan termistöä, jota voisi lasten tieteessäkin käyttää. Esimerkiksi niinkin yksinkertainen käsite kuin lämpö, voi olla lapsille hyvin abstrakti ja vieras. Sanan outous on näkynyt koevastauksissakin, jossa käsitteen hankaluus on tuonut vääriä

vastauksia tieteellisessä mielessä. Konstruktivismi tarjoaa arvokkaan lähtökohdan tieteen tarkastelulle, mutta se ei ole menetelmänä täydellinen, mikä näkyy lasten erilaisina käsitys- ja hahmotuskykyinä sanoissa ja ilmiöiden tarkkailussa. Olkoon konstruktivismi siis yksi menetelmä, mutta ei ainoa. (MacKinnon & Scarff-Seatter 1997, 39-52.) Tieteellis-induktiivinen lähestymistapa ei kuitenkaan vaadi täysin virallista termistöä tai sen syvää ymmärtämistä, koska perusideana olisi oppia menetelmiä, tutkivaa asennetta ja luoda itse jotain uutta. Nimitykset opitaan hiljakseen ja niiden todelliset tieteelliset merkitykset tulevat selvemmiksi asteittain, kunhan abstraktin ymmärryksen taso ajattelussa saavutetaan.

Idea metodien muuttamisesta on tarpeellinen, ja uusia tapoja käyttäneet oppilaat ovat kokeneet ne mielekkäinä. Huomioida tulee kuitenkin resurssien- ja ajanpuute, suuret ryhmäkoot perusopetuksessa ja hyvin heterogeeniset luokat erityisesti integroinnin kautta. Tällöin opettaja ei voi kontrolloida jokaisen oppilaan taholta, kuinka hyvin hän on asioita tutkinut ja millaisia käsitteitä rakentanut. Oppilaat voivat tehdä havaintoja ja päätelmiä, mutta niiden oikeellisuus suhteessa tieteellisiin konstruktioihin ei ole varmaa. Tarkoitus onkin korostaa prosessin merkitystä, sillä se palvelee oppilasta tulevaisuudessa monipuolisena kyvykkyytenä.

Tutkivan ja kokeellisen konstruoinnin merkitys on tieteellisen representaation mukaisen tiedon etsimisessä. Tietojen omaksuminen palvelee oppilasta aikuisena hyvänä yleissivistystasona, jonka pohjalle on helppoa kerätä uutta muuttuvampaa tietoa. Opiskelun menetelmien muuttaminen tutkivampaan ja ajattelevampaan suuntaan, edesauttaa kriittisyyteen kasvamista ja yksilöllisten prosessien käyttöä. Kun opettaja toimii prosesseja ohjaavana henkilönä, hän johdattelee tutkimusprosessit aihepiireiltään opetussuunnitelmallisiin yhteyksiin, jolloin vaadittavat perustiedot omaksutaan avoimemman oppimisen periaattein.

Konstruktivismi saattaa olla äärimmilleen vietynä radikaalina ontologiana ja epistemologiana peruskouluun sopimaton. Puolimatka (2002a) kritisoi tällaista ehdotonta konstruktivismia kouluopetuksessa. Konstruktivistinen idea johtaa yleispätevien eettisten arvojen ja normien puuttumiseen, joka tarjoaa mahdollisuuden itsekeskeisyydelle. Huolestuneisuutta osoitetaan myös liikaa vapautta kohtaan, sillä lapsi tarvitsee apua maailman hahmottamisessa ja oman paikkansa löytämisessä. Ilman ohjausta ei voi tapahtua oppilaan kehittymistä. Oppilaiden käsityksiä ei voi myöskään kritiikittömästi hyväksyä, vaan heille tulee tarjota tiedeyhteisön mukaisia malleja. On lisäksi ristiriitaista väittää, ettei ole ehdottomia totuuksia, koska silloin pitää ehdottomana totuutena sitä, ettei ole ehdottomia totuuksia. Kritiikki keskittyy erityisesti ontologista ja epistemologista tausta-ajatustasoa kohtaan. Menetelmällisellä tasolla realistinen

opetusmalli sisältää samantyyppisiä ratkaisuja kuin konstruktivismi, joskin tietoteoreettisesti lievemmin ja opettajajohtoisemmin painotuksin. Vastakkainasettelu syntyy taustaoletuksellisesta suhteesta todellisuuteen.

Puolimatka (2002a) jättää liian vähälle huomiolle, että yksilöllisyyttä korostavalla menetelmällisellä konstruktivismilla on saavutettu hyviä oppimistuloksia ja –kokemuksia (esim. Kohonen 1990; Sharp & Adams 2002). Oppilaskeskeisyys, kriittisyys ja itsenäisyys kun ovat konstruktivismin parasta antia perusopetukseen, puhumattakaan siihen liittyvästä oppimisen teoretisoinnista. Yleispäteviä eettisiä normeja maailmasta tuskin löytyy, senhän näkee jo kulttuureiden eroavaisuuksia tarkkailemalla. Silti arvoja, sääntöjä ja vastuuta voi yhteisesti käsitellä ja pohtia sekä noudattaa. Yksilönvapauden ei ole tarkoitus olla irrationaalista, vaan yhteisö on jatkuvasti sosiaalistavana tekijänä oppijan ympärillä. Jo esiopetuksessa olevat kykenevät ilmoittamaan minkälainen toiminta ystävän taholta ei ole mielekästä tai suotavaa. Myöskään oppilaiden naiiveja käsityksiä ei ole tarkoitus suoraan hyväksyä, vaan tarkoituksena on tunnistaa ne, ja rakentaa tutkitumpaa informaatiota arkitiedon tilalle. Tätä prosessia ohjaavat esimerkiksi lähdemateriaalivalinnat. Idealla ehdottomien totuuksien puuttumisesta tarkoitetaan puolestaan sitä, ettei ole mahdollista havaita totuutta suoraan maailmasta, vaan kyseessä on todellisuuden representaatiot ja rekonstruktiot.

Puolimatkan (2002a) kriittinen asenne näkyy myös hänen artikkelissa (2002b), jossa käsitellään tutkimusten luotettavuutta ja taustafilosofioita. Vaikka kritiikit ovat osin oikeutettuja, jää käteen lopulta vain Puolimatkan naiiveja käsityksiä ihmisen havainnointikyvystä ja tieteen yleisestä yliveritaisuudesta ja ehdottomuudesta. Ei olekaan ihme, että Huotari (2002) arvostele Puolimatkan (2002a) teosta teologiseksi ja kristilliseksi ideologiaksi, jossa korostetaan tieteen luomia ehdottomia totuuksia, joita Huotari taas pitää silkkana mystiikkana.

Ei tarvitse kuin tarkastella yleensä faktorisena tieteenä pidettyä fysiikkaa, jolloin nähdään sen sisältävän runsaasti teoreettisia ristikkäisyyksiä ja vastakkaisia oletuksia, erityisesti hiukkastasolla. Tutkimusvälineet ovat niin ikään ihmisen luomia, ja niillä tarkastellaan maailmaa kunkin ihmisen näkökulmasta, mitaten sitä minkä ajatellaan olevan todellisuuden kannalta oleellista. Toki on hyvä osoittaa kritiikkiä konstruktivismia kohtaa. Se ei missään nimessä ole täydellinen tai aukoton tapa tarkkailla oppimista. Radikaali konstruktivismi irrallisena ja kontrolloimattomana metodologiana voisi saadakin Puolimatkan (2002a) esittämiä vaarallisia ulottuvuuksia. Kuten on tullut ilmi, niin avoin oppiminen vaatii opettajalta paljon toimiakseen. Silloin konstruktivismi voi toimia merkityksellisenä vaihtoehtona kokonaisvaltaiselle

oppimiselle, erityisesti menetelmällisenä opetusmuotona. Siihen opetusmateriaalin (liite 1) luomisella on pyritty sosiaalisen konstruktivismin ja oppimisteorioiden synteessin kautta.

Aihetta käsittelee myös Leinonen (2002), joka pitää ymmärtämistä aina suhteellisena tapahtumana. Asiat ilmenevät suhteessa toisiinsa ja johonkin kontekstiin, joten suhteuttaminen on tulkintaa. Kulttuurit kantavat mukanaan tiettyjä merkitysjärjestelmiä, ja yksilökin tulkitsee tilanteita ja asioita omista viitekehyksistään. Ihminen on kiinnittynyt ympäristönsä historialliseen, paikalliseen ja ajalliseen taustaan kasvaen, kehittyen ja kokien kyseisestä kontekstissa lähtöisin subjektiviteettiään rakentaen (Ronkainen 1999). Juuri yksilöllinen maailman tarkastelu puoltaa oppilaskeskeistä tiedon rakentamista ja tutkivia opetusmenetelmiä. Järkevästi käytettynä konstruktivismi toimii oppilaiden ajattelua, kriittisyyttä, tutkijantaitoja ja metakognitiivisia kykyjä kehittävänä oppimisen tausta-ajatuksena.

Kuten Haapasalo (2001, 164-169) esittää, niin oppilaat toimivat naiivin empirismin pohjalta. He perustavat käsityksiään yksinkertaisten havaintojen kautta muodostuviin uskomuksiin. Jos oppilas tulkitsee ympäristöä vain aistihavainnoin, hänen uskomuksensa pohjautuvat hyvin subjektiivisesti tähän prosessiin. Kyseisen havainnoinnin laajentaminen vaatii sellaisten kokemusten tarjoamista, että oppilaiden uskomukset ja käsitykset kehittyvät pelkkää naiivia empirismia pidemmälle. Tähän vaikuttavat oleellisesti tunneilla käytetyt monipuoliset menetelmät, onnistumisen kokemukset ja kiinnostuksen kohteet. Tynjälänkin (1999, 10, 95-96) mukaan erityisesti lapset muodostavat tietorakenteitaan arkikokemusten perusteella. Tieteellistä käsitystä ei rakenneta mitenkään automaattisesti opettajakeskeisen opetuksen seurauksena, vaan kokemusten ja havaintojen kautta. Tutkivan oppimisen myötä on mahdollista tunnistaa arkikokemuksia ja rakentaa uusia tieteellisempiä tietorakenteita.

Vastakritiikkinä on yleisesti sanottu, että tutkiva sekä avoin oppiminen jättää paitsioon heikommat ja tottumattomat oppilaat. Tämä on aika nurinkurinen väittäjä, sillä juuri opettajakeskeisyys olettaa, että tietoa olisi mahdollista siirtää oppilaille kuten opettaja tai kirja sitä esittää. Tutkiva ote puolestaan korostaa yksilöllisyyttä, jolloin jokainen lähestyy aiheita omien kykyjensä pohjalta. Tottumattomuus korjautuu harjoittelun myötä, joka on vaativa prosessi myös opettajalle. Tuntien suunnittelemisen vaatii huomattavasti enemmän pohjatyötä kuin opettajakeskeisyys, mutta lähdettyään käyntiin tutkimukset kulkevat kyllä eteenpäin. Silti jatkuva tarkkailu ja ohjaus säilyy, juuri sopivalla tasolla. Kun opettaja on 'tehnyt itsensä tarpeettomaksi', on oppiminen omaehtoista ja toimivaa. Materiaalin toimivuuden mittausten

kautta lähdetään myöhemmin tarkastelemaan, miten kyseiset vaatimukset ovat toteutuneet, ja kuinka osuvaa konstruktivismiin kohdistettu kritiikki on.

Tiedollisten tavoitteiden osalta Suomi pärjää jo hyvin. OECD maiden PISA -tutkimuksen ensitestauksissa Suomi menestyi jopa erinomaisesti. Lukutaidoiltaan suomalaiset 15-vuotiaat ylsivät ensimmäiselle sijalle, jopa merkittävästi muita paremmin. Matematiikan osalta selvisimme neljänneksi ja luonnontieteiden osaamisessa kolmanneksi. Kaikista maista ainoastaan Suomi sijoittui jokaisella kolmella osa-alueella viiden parhaan maan joukkoon. Pelkän mekaanisen osaamisen lisäksi testit mittasivat prosesseja, soveltamista ja ymmärrystä. Tosin kyseisen vaiheen erityinen pääpaino oli monipuolisen lukutaidon mittaamisessa. Matematiikan ja luonnontieteiden syvempi osaamisen ja soveltamisen tarkastelu suoritetaan myöhemmin vuosina 2003 ja 2006. (Välijärvi ym. 2001.)

Suomen koulujen välillä eroja oli vain vähän, mutta kodin sosioekonominen tausta vaikutti oppilaiden menestymiseen, siten että korkean sosioekonominen taustan omaavat lapsen menestyivät heikompitaustaisia paremmin. Lukutaidon osalta Suomi menestyi erinomaisesti myös huonomman sosioekonominen taustan omaavien nuorten tulosten vertailussa. Taustan merkitys lukutaitoon olikin Suomessa merkittävän alhainen. Se oli myös keskiarvoa alhaisempi, mutta silti vankasti olemassa. Ryhmä, joka ilmoitti, ettei käytä tietotekniikkaa, menestyi myös lukutaidossa merkitsevästi heikommin. Kyseisten nuorten syrjäytyminen tietoyhteiskunnasta on ilmeinen. Huippuosaamista Suomessa oli verrattain vähän yleiseen menestykseen nähden. Tässä suhteessa koulutusjärjestelmässämme on runsaasti kehittämisen varaa. Opetuksen tulee aktivoida enemmän ja haasteellisemmin osaajien valmiuksia. Syvempää tietoa ongelmanratkaisusta ja prosessoinnista antavat tulevat tutkimukset. Ne keskittyvät myös koulutuksen erojen merkitykseen. (Välijärvi ym. 2001.)

Tulokset antavat alustavaa tietoa Suomen koulutuksen hyvästä tasosta. Aivan vielä ei kuitenkaan kannata paukutella henkseleitä, sillä matematiikan ja luonnontieteiden osalta tehdään syvemmät tarkastelut vasta muutaman vuoden päästä. Vaikka erityisesti tiedollinen osaaminen on erinomaista, niin koulutuksessa kannattaa kiinnittää huomioita tiedonhankintaan, soveltamiseen ja ongelmanratkaisuun. Niitä osa-alueita PISA -tutkimuskin keskittyy mittaamaan tiedollisen osaamisen lisäksi tulevilla testauksilla. Konstruktivismin omaksuminen kehittää edelleen syvempiä opetusmenetelmiä ja oppilaiden aktivoimista. Toisaalta on muistettava, että kokeneet opettajat ovat käyttäneet urakkaoppimisen (vrt. projektityöskentely) ja eheyttävän opetuksen (vrt. aineintegraatio) ideoita jo kauan ennen kuin konstruktivismista alettiin puhua.

Esitetyt tutkimustulokset näyttävät puoltavan avoimen oppimisen ideologiaa. Tiedolliset oppimistulokset ovat kuitenkin saattaneet jäädä puutteellisiksi, joten niiden suhteen on oltava tarkkana. Seuraavaksi käsiteltävät induktiivinen tai deduktiivinen lähestymistapa, ovat merkittäviä vaihtoehtoja avoimen prosessin, kokemusten ja monipuolisten havaintojen liittämiseksi tiedon yhtenäiseen kasaamiseen ja yleissivistäviin vaatimuksiin. Tällöin esitetään sekä aihekokonaisuuden tiedot, myös tutkitaan ja havainnoidaan sen osia. Näin konstruktivisen opetusmetodologian lähestymistapa on läheisemmässä yhteydessä perustietojen hankkimiseen ja esittelyyn, jolloin oppilaat saavat myös suoria kokemuksia ilmiöistä tietorakenteiden kasaamiseksi.

5.3 Sovelluksia

5.3.1 Induktiivinen ja deduktiivinen lähestymistapa

Lähestymistapana uuden tiedon oppimisessa voidaan käyttää induktiivista menetelmää, jossa tarkkailun, tutkimisen ja aiheen pienempien osa-alueiden kautta päästään itse asiaan, joka sitten lopuksi voidaan tarkemmin määritellä. Tämä on tutkivan oppimisen perusidea ja sen voi liittää moniin menetelmällisiin lähestymistapoihin. Vaihtoehtoisesti voidaan edetä deduktiivisesti antaen ensin laajemmat säännönmukaisuudet, jonka jälkeen aiheen pienempien osien ymmärtämistä vahvistetaan kokeellisella tutkimisella. Näin ollen varmistettaisiin opetussuunnitelmallisten tietojen omaksuminen kuitenkin tukien omaa aktiivisuutta ja konstruktivista ajattelua sekä yksilöllistä oppimista.

Seinelä (1987) on käyttänyt Ekelundin kokeellis-induktiivista metodia Piaget'n teorioiden pohjalta opettaessaan fysiikkaa lukiossa. Ideana on, että tietostruktuurit syntyvät ja kasvavat tietoisien psyykkisen toiminnan tuloksena aktiivisessa työskentelyssä. Auktoritatiivinen opetus on hylättävä, koska se antaa huonot oppimistulokset ja vaikuttaa häiritsevästi älylliseen kehitykseen. Kyseisiä periaatteita noudattavaa oppimista kutsutaan keksiväksi oppimiseksi, jonka ohjenuorat on kiteytetty seuraavalla tavalla palvelemaan kokeellis-induktiivista oppimista:

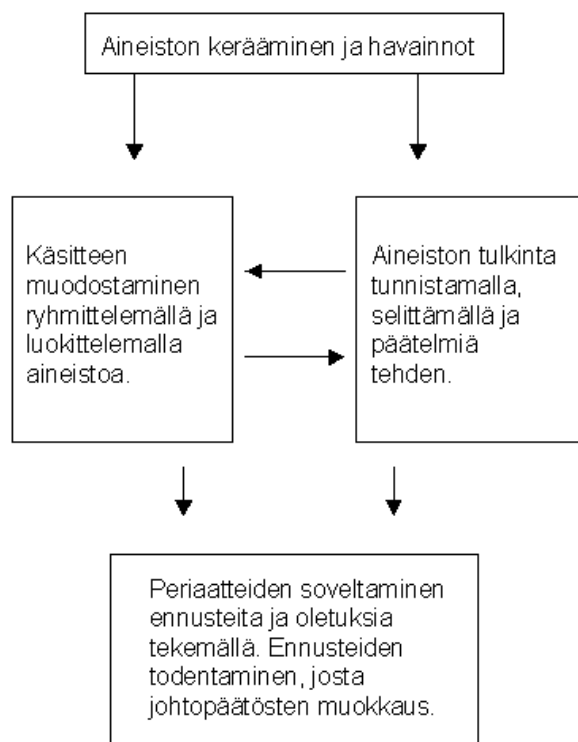
1. Tietoa on itsenäisesti rakennettava vaihe vaiheelta, sitä ei tule jakaa valmiina.
2. Objektiivisen, perseptuaalisen ja fysikaalisen todellisuuden kuvat on käsitettävä suhteessa toisiinsa. Eli strukturoitu analogia ei ole suora kuva fysikaalisesta todellisuudesta, vaan yritys hahmottaa sitä. Siksi tieteellinen tieto on aina epätäydellistä.
3. Tieto rakentuu kognitiivisista skeemoista ja struktuurimalleista, joita käytetään tarkkailtaessa todellisuutta.
4. Opetuksen on edettävä vaiheittain konkreetista abstraktiin, sisällöstä tarkempaan nimeämiseen ja lopulta tarkkaan käsitteiden määrittelyyn.

Kokeellis-induktiivisen menetelmän periaatteet tulevat selville Seinelän (1987) käyttämien esimerkkien pohjalta. Nelivaiheisen metodin ensimmäinen osa on empiirinen havainnointi. Esimerkiksi tutkittaessa voimaa fysiikassa, se voidaan aloittaa tarkkailemalla ilmatyynyradalla tapahtuvaa kiihtyvää liikettä. Toinen vaihe on loogis-matemaattinen analyysi, jossa löydetään ilmiöistä tietty struktuuri, joka pätee tehdyissä havainnoissa. Kolmannessa vaiheessa suoritetaan induktiiviset yleistykset ilmiöstä, eli laaditaan fysikaalinen laki. Neljännessä vaiheessa määritellään varsinainen voiman käsite, jossa selviää tarkemmin lain toimivuus ja ennustettavuus käytännössä. Lopulta on siis laadittu fysikaalisen ilmiön ennustava malli tarkkojen havaintojen pohjalta, noudattaen Ekelundin ja Piaget'n periaatteita tiedon luonteesta. Seinelän teettämät kokeilut lukiotasolla antavat ymmärtää, että metodi on varsin käyttökelpoinen ja johtaa hyviin oppimistuloksiin. Ongelmina on nähty aikaa vievää kokeellista tarkkailua ja sen tuottama pitkästyminen oppilailla. Lisäksi laajan fysiikan asiat voivat olla varsin haasteellisia oppilaiden itsenäisesti keksiä.

Menetelmän toimivuutta olisi hyvä tarkkailla helpompien ongelmien parissa vanhemmilla ja nuoremmillakin oppilailla. Tietenkään emme voi olettaa, että ala-asteella lapset kykenet luomaan pitävän fysikaalisen lain, joka pätee kaikissa olosuhteissa. Mutta tärkeää onkin, että he itse lähtevät tutkimaan ja rakentamaan tietoa näkyvän ilmiön pohjalta. Vaikka lopullinen ratkaisu ei olisi tieteellisesti täysin oikeaoppinen, on se kuitenkin analyttisellä ja tutkivalla työllä saavutettu yritys kuvata ilmiötä. Opettaja voi sitten jälkikäteen tarkentaa saavutettua mallia ja selventää mitä muita ilmiöitä on otettava huomioon. Lisäksi työn ohjaajan tulee työskentelyn eri vaiheissa ohjata oppilaita hienovaraisesti oikeaan suuntaan. Tämä on kuitenkin tarkkaa

tasapainoilua, jotta auttaminen ei olisi liian suurta, muttei liian vähäistäkään kuten muun muassa Vygotskyn (1978) teorian osoittavat. Induktiivinen lähestymistapa tarjoaa mahdollisuuden sekä itsenäiseen havainnoivaan työskentelyyn että opettajan tekemiin tarkennuksiin tiedollisiin tavoitteisiin pääsemiseksi.

Sahlberg (1991, 71-78) esittelee erilaisia työtapoja, jotka kehittävät oppilasta laajemminkin, kuin pelkästään yksittäisten tietojen omaksumisessa. Yksi tapa on Taban kehittämä sovelma induktiivisesta ajattelusta, joka perustuu yksittäisiin havaintoihin, joista tehtyjen johtopäätösten avulla edetään laajempiin kokonaisuuksiin ja yleistyksiin. Lähtökohtana on, että ajattelua voi kehittää ja opettaa. Vuorovaikutuksen kautta oppilaat edistyvät yhä paremmiksi päättelijöiksi opettajan tukiessa heitä yhä vaikeimpien haasteiden parissa. Koska perustaidot on opittava ennen vaikeimpia toimintoja, edetään induktiivisen ajattelun kehittämisessä pienestä suureen ja helposta vaikeaan. Ajatteluun kuuluu kolme vaihetta (kuvio 7).



KUVIO 7. induktiivisen ajattelun rakenne, sovellettuna Taban mallista (Sahlberg, 1991, 74).

Ensimmäisessä vaiheessa kerätään aineistoa ja tehdään siitä tarkkoja havaintoja. Toinen vaihe on kaksiosainen. Siinä luokitellaan ja tunnistetaan ongelmaan liittyvät oliot, joiden välillä etsitään yhtäläisyyksiä ja eroja. Tulkintavaiheessa laaditaan jo johtopäätöksiä havaintojen pohjalta ja rakennetaan yleistäviä malleja selityksineen. Soveltamisvaiheessa pyritään ennustamaan ilmiöiden etenemistä löydettyjen periaatteiden valossa. Ennusteita pyritään myös todentamaan, jolloin teoriaa voidaan vielä muuttaa tarpeen vaatiessa. Vaiheiden aikana aktivoidaan oppilasta, opettajan toimiessa alkuperäisen aineiston hankkijana ja motivaation luojana tutkimusprosessissa. Mitä vanhempia oppilaat ovat, sitä enemmän vastuuta heille voi antaa aineistonkin keräämiseen. (Sahlberg 1991, 71-78.) Vaiheet liittyvät läheisesti Seinelän (1987) esitykseen kokeellis-induktiivisesta lähestymistavasta. Erona lähinnä se, että Seinelän versio sopi paremmin korkeammille kouluasteille pidemmälle etenevänä luonnonlakien selvittämisenä.

Induktiivisessa päättelyssä yritetään löytää suuresta määrästä yksittäistä tietoa yhteisiä asioita ja riippuvuuksia, päämääränä yleistyksen, käsitteen tai lain keksiminen. Deduktiivinen lähestymistapa on jokseenkin päinvastainen. Se periaatteena on edetä yleistyksestä yksittäiseen tietoon. Deduktiivinen päättely liitetään usein saavutetun tuloksen testaamiseen yksittäistä tietoa tarkastelemalla. (Sahlberg 1991, 79-82.) Deduktiivista lähestymistapaa voi niin ikään käyttää opetuksessa. Siinä voi yhdistyä perinteinen opettajakeskeinen esittämistapa, jonka jälkeen oppilaat voivat lähteä tarkastelemaan aiheen osa-alueita kokeellisesti. Yleisesti induktiivista tutkimista suositetaan enemmän, jolloin oppilaiden tutkimustulokset kasataan lopulta yhtenäiseksi tietopaketti.

Induktiivisuus ja deduktiivisuus ovat tieteenkin lähestymistapoja. Ne toimivat siten hyvinä lähtökohtina mille tahansa avoimelle oppimistavalle ja opetusmenetelmälle. Opetuspaketinkin (liite 1) on lähtenyt liikkeelle samoista periaatteista. Se itse asiassa yhdistää jossain mielessä lähestymistavat deduktiivis-induktiiviseksi kokonaisuudeksi, sillä projektin aloittavan demon (liite 2) kautta tarjotaan yleisen tason informaatiota aihepiiristä. Tämän jälkeen projekti etenee edelleen monipuoliseen tutkimuksellisuuteen pilkkoen aihepiiriä osiin, ja päättyy lopulta tiedon ja tulosten yhtenäiseen kasaamiseen.

Vaikka induktiivinen ja deduktiivinen lähestymistapa ovat tässä yhteydessä esitetty itsenäisinä kokonaisuuksina, niin niitä voi linkittää alla oleviin opetusmuotoihin. Seuraavaksi käsiteltävät konstruktivismiin mukaiset opetus- ja oppimistavat toimivat linkityksessä keskenään. Niitä voi yhdistää perinteisiin opetusmenetelmiin, jolloin saavutetaan hyvin vaihtelevia tiedonkäsittely- ja oppimistapoja, kuten on myös opetusmateriaalin (liite 1) osalta tehty.

5.3.2 Suunnittelemalla oppiminen ja kognitiivinen oppipoikateoria

Konstruktivistinen oppimiskäsitys on kohtalaisen laaja ja hieman ympäröivä tapa kuvata oppimista ja sen strategioita. Siksi siitä on tehty käytännön sovelluksia, joiden avulla opettajat voivat tarkemmin paneutua opettamiseen konstruktivistisin periaattein. Suunnittelemalla oppiminen on konstruktivistinen sovellus, joka nimensä mukaisesti korostaa luovaa suunnittelua oppimisen keinona.

Learning by designing –teorian mukaan tieto designia. Enkerberg (2002) kuvaa tietokäsityksen luonnetta Perkinsiä (1986) mukaillen. Design on nelitahoinen järjestelmä, joka jakautuu tarkoitukseen, rakenteeseen, tyypillisiin esimerkkeihin ja perusteluun. Tämä tarkoittaa sitä, että tieto rakennetaan käytäntöihin liittyneenä. Strukturoitu tieto muodostuu malleista ja tapauksista, jotka kuvaavat tiedon luonnetta. Tämän lisäksi tiedossa on avaimet sen perustelemiseen ja arvioinnin kautta kehittämiseen. Koska tieto on aina jollain tavalla keksittyä ja luotua, ei opetus voi olla pelkästään sen suoraa välittämistä. Päinvastoin, opettaja ja oppilaat toimivat tehokkaassa yhteistyössä päämäärän saavuttamisen parissa. Opiskeluun liittyy paljon kokeilua, lukemista ja tutkimista. Tällöin opitaan ratkomaan myös ristiriitatilanteita pohdittaessa mahdollisia ongelmia tai menestymisen perusteita.

Suunnittelemalla oppiminen soveltuu erityisesti aloille ja aineisiin, jossa tarvitaan ongelmasuuntautuneen lähestymistavan mukaista mallia. Kuten esimerkiksi lääketieteessä usein käytetty tapausperusteinen opetus, pitää suunnittelemalla oppimisenkin sisällään samantyyppisiä periaatteita. Tavoitteena on ratkaisun löytäminen tiettyyn ongelmaan itsenäisellä työllä tai ryhmän kanssa toimimalla.

Käytännössä suunnittelemalla oppiminen voi tarkoittaa esimerkiksi LegoLogo tyyppistä monitahoista teknistä rakentamista ja suunnittelua, kuten Resnick ja Ocko (2002) esittävät. Päämäärä on vaikeasti asetettu, jolloin ongelman määrittäminen ja suunnittelu nousevat tärkeäksi osaksi työprosessia. Tehtävänä voi olla avoin prosessi, jossa tulee esimerkiksi suunnitella ja rakentaa tiettyjä käskyjä totteleva robotti. Työprosessin vaiheet vaativat luovuuden kehittämistä ja runsasta tiedonhankintaa päämäärän saavuttamiseksi. Toivosen (1998) mukaan suunnittelemalla oppimisen merkitys korostuu juuri teknologiaopetuksessa, jolla vastataan paitsi yhteiskunnan vaatimiin teknologiosaamisen taitoihin, myös ongelmanratkaisutaitojen kehittämiseen. Suunnittelu- ja kehittämisprosessin tulisi olla pitkäkö ja laaja kokonaisuus, jossa ongelmanratkaisu on sidoksissa käytäntöön ja kokemuksiin autenttisissa oppimistilanteissa. Näin

vastataan opetusta kehittämien myös konstruktivismien vaatimuksiin. LegoLogon tekniikkasarjat vaativat oppilailta suunnittelutaitoja ja niiden käyttämistä monimutkaisen lopputuloksen aikaansaamiseksi.

Vaikka Resnick ja Ocko (2002) sekä Toivonen (1998) puhuvat LegoLogo –tekniikkasarjojen puolesta, niin on hyvä suunnata tiettyä kriittisyyttä valmiiden rakennusprojektien käyttöä kohtaan. LegoLogoa käytettäessä on syytä muistaa, että suunnittelu todella lähtisi oppilaista, eikä esimerkki- ja mallisarjoista. Jotta ajattelun ja suunnittelun vapautta ei rajoitettaisi, kannattaa suunnittelemalla oppimisessa hyödyntää monipuolista materiaalia, jolloin lopputulos voi olla hyvin vaihteleva avoimesta suunnitteluprosessista riippuen.

Toinen sovellus, joka kehittyi konstruktivististen periaatteiden rinnalla 80-luvulla on kognitiivinen oppipoikateoria. Teoria (cognitive apprenticeship) on lähtöisin Collinsin työryhmältä 1980-luvulta. Teoria liittyy perinteiseen oppipoikatoimintaan, joskin siinä korostetaan nimensä mukaisesti juuri kognitiivisia prosesseja. Kognitiivisessa oppipoikateoriassa ohjaajan täytyy ulkoistaa omat ja oppijan kognitiiviset prosessit, jotta oppijan on mahdollista seurata, tutkia ja kehittää niitä. Kun kognitiivisen prosessin vaiheita käydään avoimesti läpi, ne tulevat oppijoille selvemmiksi, ja he voivat tarkkailla niiden etenemistä kuten käsityöläisoppipojat aikanaan. Oppipoikamalli käsittää sosiokulttuurisen lähestymistavan, jossa oppiminen tapahtuu aktiivisen ja vuorovaikutuksellisen kanssakäymisen perusteella. Tärkeää on aluksi selvittää menetelmät joita tiedonhankinta ja oppiminen vaativat. Lisäksi metakognitiivisia taitoja tulee jatkuvasti harjoittaa. (Järvelä 1996.)

Aluksi mallintamisessa opettaja demonstroi askareen käsittelyn lapsille, jolloin he tarkkailemalla opettajan prosessointia kehittävät omaa osaamistaan. Yksi tapa opettajan harjoittaa kognitiivisten prosessien julkittuomista on videokuvata itseään ja luokan toimintaa. Kun prosessin etenemistä tarkkailee jälkikäteen videolta, sen vaiheisiin on helpompi tutustua ja myöhemmin uudelleen esittää. Myös lapset voivat tarkkailla omaa toimintaansa jälkikäteen, saaden näin palautetta omasta ajatustyöstään. Oppilaat joutuvat itsekkin esittämään ajatuskulkuaan toiminnan edetessä, tällöin jäsentynyttä artikulaatiota kehittämien. Oleellista on myös reflektio ja oman toiminnan jatkuva tutkiminen sekä tarkkailu. Opettajan tulee mallintaa ja rakentaa omia prosessejaan oppilaiden nähtäväksi. Näin erilaiset lähestymistavat ja reflektointi tulevat oppilaille tutuiksi. Lopulta oppilaat lähtevät itse kehittämään omia ongelmanratkaisupolkujaan pelkän seuraamisen ja tutustumisen lisäksi. (Järvelä 1996; Berryman 2002.)

Esimerkiksi Convalin lukio New Hampshiressä rakensi tiedeprojektina aurinkovoimalla toimivan auton. Projekti kesti yhdeksän kuukautta ja vaati panosta oppilailta myös koulun jälkeen. Jotta auto saatiin valmiiksi, oppilaat joutuivat tutustumaan erilaisiin akateemisiin ja käytännönläheisiin tietoihin, kuten fysiikkaan, matematiikkaan, aurinkovoimaan, hydraulikkaan, elektroniikkaan, mallinrakennukseen, metallityöhön ja alan ammattilaisten toimintaan. Lisäksi rahoituksen kerääminen vaati uudenlaisten taitojen käyttöä ja tiedottaminen kehitti journalistista kyvykkyyttä. Moinen mittava projekti vaatii ajatusten purkamista sanoiksi ja kognitiivisten prosessien seurantaa tehokkaasti ryhmän kesken. (Berryman 2002.)

Kognitiivisen oppipoikuuden ideassa ei voi olla huomaamatta yhteyttä Vygotskyn (1978) teoretisointiin. Mallioppiminen, lähikehityksen vyöhykkeen idea ja erityisesti pyrkimys sosiaaliseen toiminnan ja puheen siirtämisestä oppilaiden sisäiseksi reflektiiviseksi ajatteluksi sekä puheeksi, ovat kognitiivisen oppipoikuuden idean lähikäsitteitä.

Laatimani oppimisprojektin (liite 1) alkuasetelma on suunnittelemalla oppimisen mukainen. Annettu ongelmamallinen tilanne vaatii oppilailta juuri kuvattua monipuolista tiedonkäsittelyä, suunnittelua, opiskelua ja tiedon soveltamista käytäntöön. Hankittu tieto on siten ainakin osittain designia (ks. Enkerberg 2002), sillä käsitteitä syntyy ja jäsentyy myös muilla tavoilla. Kun projekti ei kiinnity valmiisiin LegoLogo ratkaisuihin, sisältää se moninaisempia ulottuvuuksia, ongelmia ja ratkaisun mahdollisuuksia, kuin yhden materiaalin ja päämääränvarainen tekniikkalegorakentaminen mahdollistaa. Kognitiivisen oppipoikateorian pohjalta toiminnan valokuvaaminen palvelee projektia paitsi tutkimuksellisessa mielessä, myös oppilaiden kannalta välineenä palata menneisiin keskusteluihin, suunnitelmiin ja ajatustyöhön. Kuvia voi käyttää myös raportoinnin tukena prosessin etenemistä selvitettäessä.

5.3.3 Ongelmalähtöinen tutkiva oppiminen

Tulevaisuuden kansalaisiin kohdistetut vaatimukset ja haasteet ovat moninaisia. Talous, tiede ja teknologia muuttuvat nopeasti, joten opetuksen on vastattava oppilaita kehittäen kyseisiin muutoksen tuomiin haasteisiin. Itseohjautuvuus, kriittinen ajattelu, looginen ja analyyttinen ongelmien ratkaisu, perusteltu päätöksenteko ja itsearviointi ovat jokaiseen ihmiseen kohdistuvia vaatimuksia, joita on mahdollista harjoittaa ja kehittää. (Engel 1999, 33-34.) Engel kohdistaa

vaatimuksia erityisesti korkeakouluopetukselle, mutta perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet (2002) kirjaa hyvin samantyyppiset tavoitteet jo peruskoulutasolle. Ongelmasuuntautunut oppiminen nähdään yhtenä toimivana lähestymistapana laaja-alaisesti kehittävään oppimiseen. Ongelmanratkaisu liittyy jo Deweyn (1957) ajatuksiin kokemuksellisesta, toiminnallisesta ja elämyksellisestä oppimisesta, joten se on laaja-alaisesti oppilasta tukeva. Tekemisen ja ajattelun sidonnaisuutta korostaa myös Simon (1980), joskin hyvin kognitiivisesti, näin elämykset ja tunteet unohtaen.

Peruskoulutason ongelmanratkaisun tarkoitus on olla toiminnallista ja ongelmasta riippuen hyvinkin elämyksellistä. Ongelmanratkaisun idea on opetussuunnitelmallisesti laaja ja se liittyy yhteiskunnallisiin tiedonkäsittelyn ja -soveltamisen valmiuksiin (ks. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2002). Haapasalo (2001, 28-29, 36) korostaa uuden tyyppistä kysymysten esittämistä, tiedon analysoimista ja ryhmässä toimimista. Ongelmasuuntautuminen ei ole tiedonallasidonnaista, joten sen harjoittaminen palvelee yleisesti itsenäisyyteen kasvamista, tietotaidon hankkimista ja uusista tilanteista selviämistä. Konstruktivistinen tietokäsityshän on asettanut objektiivisuuden kyseenalaiseksi, ja korostaa tiedon rakentamista ja yksilöllisyyttä. Ongelmanratkaisu on juuri niitä ideoita palveleva kokonaisvaltainen oppimisprosessi. Kokonaisvaltaisuus tulee ilmi Llorentenkin (1996, 155-164) tehtäväsuuntautuneen ongelmanratkaisun tarkastelussa, jossa hän korostaa ongelmanratkaisuprosessin osien yhteenkuuluvuutta. Osiksi hän nimeää ongelmanratkaisijan, sosiaalisen kontekstin ja tilanteen muut elementit. Ratkaisija on aktiivinen toimija, joka hyödyntää tilanteen elementtejä ja materiaalia sosiaalisessa vuorovaikutuksessa.

Ongelmaksi voidaan määritellä tehtävä, johon oppilaalla ei ole käytössään valmista ratkaisumallia. Tällöin hän joutuu yhdistelemään aiempia tietojaan ja kokeilemaan erilaisia mahdollisuuksia. Hyvä ongelmanratkaisutehtävä mahdollistaa useat ratkaisutavat tukien loogista ajattelua ja luovuutta. Painiessaan ongelmien parissa oppilaat voivat muodostaa ryhmiä ja miettiä vastausta yhdessä, he voivat kehittää erityisiä strategioita kuten taaksepäin päättelyä, taulukon tekemistä tai apupiiirroksia. Taito ja eri strategiat kehittyvät kokeilemalla ja harjoittelemalla. Työskenneltäessä ryhmänä opettaja toimii kannustajana, ryhmätyön tiivistäjänä ja ohjaajana. Näin oppilaat tekevät aidosti toistensa kanssa töitä ja miettivät ratkaisuja. Parhaimmillaan ongelmanratkaisu luo kokonaan uuden ulottuvuuden oppimiseen ja tekee siitä älyllisesti kiehtovaa. (Ilmavirta ja Pehkonen 1995.)

Ongelmalähtöisen oppimisen idea on herättää opiskelijoissa motivaatiota ja synnyttää toiminnan virikkeitä. Se on tapa suunnitella ja toteuttaa kursseja. Ongelmalähtöisyys keskittyy erityisesti ammatinharjoittamisen avainkysymyksiin, jolloin oppiminen lähtee ongelman asettamisesta. Opiskelijat toimivat asiayhteydessään esitetyn ongelman parissa, jolloin heidän tulee harjoittaa itsenäistä tiedonhankintaa, käytännön taitoja ja tiedon soveltamista. Opettaja toimii oppimisen ohjaajana. Ongelmalähtöisyys kehittää opiskelijoiden kriittistä ajattelua ja ongelmanratkaisukykyä. Menetelmää on käytetty erityisesti terveystieteiden opetussuunnitelmissa, jolloin ideana oli lääketieteellisten ongelmien ratkaiseminen todellisen tuntuista lähtökohdista. Tapa huomioi opiskelijoiden yksilöllisyyden, sillä he oppivat parhaiten ottaessaan aktiivisesti osaa tiedonkäytön asiayhteyteen. (Boud & Feletti 1999, 15-19.) Ongelmalähtöisyyttä on alettu soveltamaan laajemmin ammatillisessa koulutuksessa, ja sen mukaisia menetelmiä näkyekin koneenrakennuksen, sosiaalialan, optometrian, sairaanhoito-opetuksen, lakimieskoulutuksen, teollisuuden tarpeiden ja taloustieteiden saroilla. (ks. Boud & Feletti toim. 1999). Kyseessä ei siis ole vain tiettyyn alaan soveltuva menetelmä, vaan tämä myös tapausperustaiseksi opetuksiksi kutsuttu oppimistapa soveltuu kaiken oppimisen tukemiseen.

Oppimisprosessissa pyritään ongelman ymmärtämisen kautta hakemaan ratkaisua siihen erityyppisillä menetelmillä, jotka ovat yksilön kannalta toimivimpia. Ongelma ei saa olla mitä tahansa, vaan sen sisältö ja siitä lähtevät menetelmät ovat valintaperusteina. Ongelmasuuntautuminen voi käsittää laajemman opetussuunnitelman kuten lääketieteiden opetuksessa, mutta yksittäisiä ongelmiakin voidaan ratkoa. Päämäärä on joka tapauksessa tarjota oppilaalle mahdollisuus itse tunnistaa ja etsiä tieto ongelman ratkaisemiseksi. Tarkoitus ei ole tarjota etukäteen avaimia ongelman selvittämiseksi, vaan tieto nousee esille työskentelyssä ongelman parissa. (Ross 1999, 44-46.) Juuri tähän on konstruktivistisen tiedonrakentamisen idea, kuten aiemmin on todettu. Oppilas rakentaa omia tietorakenteitaan olemassa olevan tietonsa pohjalle, ja etsii itsenäisesti uutta tietoa ratkaisun löytämiseksi ongelmaan. Prosessi on vieläpä linkittynyt todelliseen kontekstiin, eikä ole vain irrallista asiantietoa. Opettajan suunnitelmallisuuden, ongelmien asettamisen ja työnohjauksen kautta oppilaat lähtevät toimimaan relevanttien ongelmien parissa. Tällöin prosessin aikana tarkastellaan opetussuunnitelmallisia tiedollisia tavoitteita avoimin ja itsenäisin menetelmin. Prosessin ei tarvitse olla yksinäinen, vaan ongelmaan voidaan etsiä ratkaisua yhteistoiminnallisesti sosiaalisen tiedonrakentamisen ja jaetun asiantuntemuksen ideoin, kuten opetusmateriaali (liite 1) esittää.

Ongelmanratkaisun opettaminen pitää sisällään kaikki ongelmanratkaisun kykyä kehittävät muodot. Se vaatii moninaisten opetusmenetelmien hallitsemista, oppilaiden totuttamista erilaisiin työmuotoihin, kehityopsykologian tuntemista, motivoittamista ja pitkäjänteistä ohjaustoimintaa. Ongelmasuuntautuneen oppimisen tulee liittyä todellisiin ongelmiin, joiden ratkaisua ei selviä yksittäisillä tempuilla. Ei voida vaatia jonkin tiedonalan erityishallintaa vaan ongelman tulee mahdollistaa moninaiset strategiat. Prosessin tulee edesauttaa käsitteiden syntymistä ja tukea vanhojen tietorakenteiden liittämistä käsiteltävään ongelmaan. Pienten parissa heuristinen lähestyminen on aloitettava yksinkertaisilla strategioilla. Vasta kun on opittu tekemään yksinkertaisia johtopäätöksiä, voidaan lähteä ratkaisemaan ongelmia, joihin opitut mallit sopivat. Prosessin tulee myös tarjota mahdollisuuksia positiivisiin kokemuksiin. Ongelmanratkaisussa Polyan malli on todettu toimivaksi, ja sen mukainen eteneminen on kehittänyt oppilaiden suorituskyykyä. (Haapasalo 2001, 124-129.)

Polyan (1973) laatima kuvas ongelmanratkaisun vaiheittaisesta etenemisestä lähtee ongelman ymmärtämisestä. Mitä emme vielä tiedä, mitä aiheeseen liittyy, mitkä ovat sen osatekijöitä ja niin edelleen. Ongelmasta voi laatia myös kuvallisen mallin. Toinen vaihe on suunnitelman laatiminen, jossa rakennellaan siltaa tiedon ja tuntemattoman välille. Tällöin pohditaan erilaisia mahdollisia ratkaisuvaihtoehtoja. Jos kyseinen ongelma on liian haastava, sitä ennen voidaan ratkoja siihen liittyviä ongelmia, jolloin voidaan päästä lähemmäksi kyseistä ongelmaa. Kolmannessa vaiheessa noudatetaan suunnitelmaa ja pyritään osoittamaan sen toimivuus vaihe vaiheelta. Neljäs vaihe on luontevasti reflektiivinen, jossa tarkastellaan menetelmiä, toistettavuutta, luotettavuutta ja sovellettavuutta muihin ongelmiin.

Greeno (1980, 13-15) kuitenkin väittää, että ei ole yhtä tunnistettavaa ongelmanratkaisutapaa, sillä tilanteet ovat niin monimutkaisia, että erilaiset ongelmat vaativat erilaisia taitoja. Sen sijaan näyttää mahdolliselta tunnistaa jotain yhteyksiä samantyyppisen ongelman ratkaisumalleista. Ongelmatyyppejä ovat järjestäminen (arrangement), muuttaminen (transformation) ja johdattelu (induction). Järjestelyssä ongelmanratkaisijan tulee selvittää useiden objektien suhteita ja järjestyksiä, kuten kirjallisissa anagrammeissa. Lähestyminen vaatii juoksevaa osaratkaisujen löytämistä ja tarkkaa rajausta vastauksen etsimisessä. Muuttamisella tarkoitetaan olemassa olevien toimimattomuuksien ratkaisua eli annettuun päämäärään hakeutumista. Tällöin vaaditaan analyttistä lähestymistä ongelman ja päämäärän erojen välillä, jonka jälkeen vähennetään löydettyjä eroavaisuuksia. Johdattelu liittyy analogioihin ja teoreettiseen analyysiin. Tämä vaatii ongelman elementtien ymmärtämistä ja integrointia hahmoteltuun rakenteeseen. Ongelmat eivät

koskaan esiinny täysin puhtaita ja niissä kaikissa vaaditaan muutosten mahdollisuuksien löytämistä ja vaikutusten ymmärtämistä kehitykseen nähden.

Niin ikään ongelmanratkaisu vaatii suunnittelemista, ongelman representaatiota, teoriaan kietomista ja lopulta esittämistä (Greeno 1980, 15-20). Tämä yhdistyy jossain määrin Kimbellin (2000a, b) esitykseen suunnittelun ja keksimisen vaatimasta prosessoinnista, jota hän kuvaa vaiheittaisen vektorimallin avulla. Samantyylinen vaiheittaisuus näkyi niin ikään Polyan (1973) ratkaisumallissa. Näin ollen voidaan lähteä oletuksesta, että ongelmanratkaisu ja keksimisen ovat vaiheittain eteneviä prosesseja, joten oppilaidenkin työskentelyssä voidaan edellyttää prosessiluonteista toimintaa, eikä hyväksyä heti ensimmäisiä yksinkertaisia ratkaisuja.

Matemaattisessa ongelmanratkaisussa käytetään usein yksittäisiä tehtäviä, joiden ratkaiseminen pohjataan jo opittuun tietoon. Tämä on hyvä tapa soveltaa tietoa käytännössä ja kehittää ongelmanratkaisukykyä. Se eroaa varsinaisen tutkivan oppimisen ideologiasta, jonka tarkoitus on uuden tiedon hankkiminen ongelmien kautta. Toisaalta Sharpin ja Adamsin (2002) tutkimus osoittaa, että matemaattinen ongelmanratkaisu auttoi oppilaita kehittämään juuri uusia tapoja selvittää ongelmia ja soveltamaan opittua myöhempään matemaattiseen toimintaan. Tutkimuksessa havaittiin, että matemaattinen ongelmanratkaisu toimi tehokkaasti ongelmien liittyessä oppilaiden todelliseen elämään. Ongelmanratkaisussa viidennen luokkatason oppilaat lähtivät käyttämään itsenäisesti aiempia tietojaan ja soveltamaan niitä annettuihin ongelmiin. Apuna oppilaat käyttivät perinteisesti numeroita, mutta itsenäinen prosessointi aikaansai myös kuvien ja symbolien käytön ajattelun tukena. Konstruktivismin mukaisesti tämä puoltaa olemassa olevan tiedon hyväksikäyttöä ja yksilöllisten toimintatapojen löytämistä ajattelun ja ongelmanratkaisun tueksi.

Erityisesti oppilaat, joilla on ongelmia lukujen kanssa osoittautuvat usein ennakkoluulottomiksi kokeilijoiksi ja keksijöiksi. Tällaisille oppilailla uudenlaiset tehtävät tarjoavat mahdollisuuden tuntea onnistumisen iloa, jolloin motivaatio kasvaa. (Ilmavirta ja Pehkonen 1995.) Ausubel ym. (1978, 541) sanovat puolestaan, että ongelmanratkaisukyvykkyyttä ja ajattelua voidaan kyllä kehittää, mutta he ovat varsin kriittisiä opetuksen kohdistamisesta vain keksivään oppimiseen. Koska geneettisellä perimällä on suuri vaikutus älylliseen kyvykkyyteen, ei kaikista oppilaista koskaan tule erinomaisia ongelmanratkaisijoita. Monipuolinen ongelmanratkaisutaito vaatii huomattavasti suurempaa kyvykkyyttä, kuin verbaalisessa muodossa esitetyn materiaalin omaksuminen. Tämä puolestaan asettaa vaatimuksia myös ongelmien ja ohjauksen luonteelle.

Pelkät ongelmanratkaisutehtävät eivät olekaan oppimisen ainoa idea, vaan muutoksella haetaan oppilaskeskeisyyttä. Siihen päästään esimerkiksi laajemman ongelman asettamisen kautta, jolloin lähestytään tutkivan oppimisen prosessia. Tutkivaa oppimista voidaan pitää yläkäsitteenä ongelmalähtöiselle oppimiselle. Hakkarainen, Lonka ja Lipponen (2002) luonnehtivat tutkivan oppimisen vaiheittaiseksi tutkimusprosessina, jossa korostuu tiedon hankkiminen lisäksi vastuun ottaminen omasta oppimisesta, oppilaan aktiivinen toiminta, tiedon soveltaminen ja yhteistyö. Tärkeää on myös, että oppilas pystyy käyttämään aikaisemmin opittuja tietoja ja taitoja hyväkseen oppimisprosessissaan. Tutkivan oppimisen lähestyy kyselevän oppimisen mallia, jossa ongelman ratkaisuun päästään uusien tulosten kautta aina uusia lisäkysymyksiä esittäen. Kysymyksiä voidaan esittää asiantuntijoille, lähdemateriaalille, omalle muistille ja havaintoja kohtaan. Opiskelijat voivat itse asettaa itselleen ongelmia, jolloin ne syvenevät asteittain tutkimustiedon karttuessa. Tutkivassa oppimisessa oppilaat voivat toimia yhteistyössä asiantuntijoiden ja tutkijoiden kanssa, jolloin oppimiseen saadaan todellista merkitystä ja sitä kautta syvää motivoitumista. Tutkimiseen liittyy itsearviointi, prosessiselosteen laatiminen, kriittinen asenne ja älykkään toiminnan kehittäminen.

Tällainen luova prosessi on Sahlbergin ym. (1993, 19-22) mukaan mahdollista toteuttaa monin tavoin, mutta se vaatii tiettyjen luovuuden edellytysten huomioimista. Ongelma pitää olla löydettävissä ja määriteltävissä. Sen pitää myös motivoida oppilaita. Avoimet ongelmat ovat tosielämän kaltaisia ja ne puoltavat myös moninaisia oppimistyyliä. Prosessin pitää tukea oppilaiden kokemuksenttää ja edellyttää laajaa tietopohjan hyväksikäyttöä. Ideoinnin, hypoteesien tekemisen ja persoonallisten ratkaisujen tekeminen on oltava mahdollista. Näin toiminta on luovaa ja yksilöllistä sekä persoonallisuutta tukevaa.

Älylliset ristiriidat ovat ongelmanratkaisun kenties parasta antia. Johnson ja Johnson (2002) näkevätkin yhteistoiminnallisuudessa syntyvien älyllisten ongelmien edesauttavan muistamista, koulumenestystä ja päättelyä enemmän kuin yksilökeskeinen oppiminen. Yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisu voi sisältää yksilötyön kautta syntyvää keskustelua muiden kanssa, väittelyä ja kompromissihakuisuutta. Ristiriidat luovat pohtivia tilanteita. Yhteisöllinen ongelmallisuus on väistämättä asiantuntemuksen vaihtoa, käsitteiden esille tuomista ja edelleen synteisien ja uusien rakenteiden luomista.

Sahlberg ym. (1993, 73-103) esittävät neljä standardimenetelmää, jotka on koulumaailmassa todettu toimiviksi ongelmanratkaisumenetelmiksi:

- Ensimmäistä kutsutaan aivoriiheksi, jonka tarkoitus on tuottaa ideoita ryhmässä. Tarkoitus on esittää lennokkaita ja hullujakin ideoita perinteisen ajattelutavan ylittämiseksi. Suuresta määrästä ideoita etsitään lopuksi niitä toimivia ja ideoiden arviointi toteutetaan vasta jälkikäteen. Keskustelun ohella tai itsenäisenä voi käyttää kirjallista ideointia, jossa idealaput voivat kiertää oppilaalta toiselle aina uusia ideoita edellisistä keksien.
- Toinen vaihtoehto on tuumatalkoot, joka on puhumatonta ideointia ja pohdintaa. Ideoita kirjataan esimerkiksi taululle, josta osaan ottajat katselevat toistensa ideoita ja kehittelevät niitä edelleen. Puhuminen ja istuminen on kiellettyä, millä haetaan tasavertaisuutta ja helpotetaan tottumattomien ideoijien toimintaa.
- Kolmas standardi on synektiikka, josta on johdettu tuumatalkoiden idea. Synektiikassa yksi henkilö toimii ongelman asettajana ja esittäjänä, toinen henkilö on ohjaaja, joka huolehtii kannustamisesta ja inspiroinnista ja muut osallistujat toimivat ideapankkina. Asiakas, eli ongelman esittäjä luo prosessista omakohtaista ja esittää lisäkysymyksiä. Hän on tärkein henkilö, mutta ohjaajan merkitys on myös suuri. Hyvistä ideoista voidaan jatkaa eteenpäin ja syventää sen ratkaisumallin ajatusta.
- Viimeinen esimerkki on ongelmatilanteen kokonaiskartoitus. Tässä ongelman asettaja esittää jo aluksi selkeän ongelman ja olemassa olevia tosiasioita, näkemyksiä ja ratkaisuvaihtoehtoja sen ympäriltä. Ryhmä pohtii keskinäisesti mitä lisäratkaisuja on mahdollista löytää. Ongelmakartta on hyvä pitää kaikkien nähtävillä jatkuvasti ja sitä täydennetään lisätiedon myötä.

Sahlbergin ym. (1993) esitys ongelmanratkaisumenetelmien käytöstä liittyy ongelmanratkaisun hyvin läheisesti yhteistoiminnalliseen oppimiseen. Samoja työtapoja löytyy yhteistoiminnallisuutta käsittelevistä lähteistä (ks. Ryhmätyön käyttö koulutuksessa 1981). Ryhmässä toteutettavassa tutkimuksessa, koko luokka muuttuu tutkijayhteisöksi, jossa jokainen oppilas on tutkija ja toimii yhteisen hyvän saavuttamiseksi. Tutkiva oppiminen alkaa ongelman asettamisesta, johon ryhmä etsii vastausta. Jatkuva vuorovaikutteinen kommunikointi, vastavuoroisuus ja tuen anto ovat ryhmätutkimisen olennaisia osia. Lähteiden, ajatusten ja tietojen vertailu sekä jakaminen johtaa monipuoliseen työskentelyyn ja asiantuntemukseen. Opettajan tehtävä on ohjeistaa toimintaa ja suunnata sitä ryhmien parissa kiertäessä. Erityisesti asianmukaisen aineiston valinta vaatii ohjaustoimintaa. (Sharan & Sharan 2002.) Tällaisessa

toiminnassa ollaan sosiaalisen konstruktivismin mukaisen työskentelyn äärellä ja sovelletaan väistämättä lähikehitysvyöhykkeen mukaista tuen antamista.

Ongelmanratkaisun ja tutkivan oppimisen elementit ovat tärkeä osa opetuspakettia (liite1). Kuten esimerkiksi Ilmavirta ja Pehkonen (1995) sekä Ross (1999) esittävät, niin materiaalin ongelmatkaan eivät selviä valmiilla ratkaisumallilla. Prosessin ja tavoitteiden on tarkoitus synnyttää uusia ongelmia, joiden parissa on painittava uusia ratkaisuja löytäen. Näin lähestyttäisiin laajempaa tutkivaa oppimista (esim. Hakkarainen, Lonka ja Lipponen 2002) alkuasetelman (liite 1, kohta 6.1) ja työn etenemisen kautta (liite 1, kohdat 7.2 ja 8). Paketin kohdassa 7.2 pureudutaan tarkemmin suunnittelu- ja tutkimisprosessin vaiheisiin opettajan taustoittamiseksi ja oppilaiden ohjaamiseksi. Toiminnan kaikkinaisen joustavuus näkyy ryhmien tuotosten vaihtelevuutena. Myös Llorenten (1996, 155-164) esityksen ongelmanratkaisuprosessin osat esiintyvät toiminnassa, sillä oppilaat lähestyvät ongelmia yhteistoiminnassa toistensa, materiaalin, tilanteen ja olosuhteiden kanssa. Polyan (1973) vaiheittainen ongelmanratkaisu yhdistetään niin ikään myöhemmin keksimisen prosesseihin Kimbellin (2000a, b) mukaisesti.

5.3.4 Yhteistoiminnallinen oppiminen

Yhteistoiminnallisen oppimiskäsityksen oppiminen ja edistäminen vaatii opetuksen taustasenteiden muuttumisen. Perinteinen luennointi ja kuulustelu on yhteydessä byrokraattiseen organisaatiokulttuuriin ja muutos avoimempaan työskentelyyn vaatii myös muutosta organisaatorakenteissa avoimempaan suuntaan. Avoimuus tuo muassaan aktiivista osallistumista, joka vaatii myös perinteisen hierarkian murenemista. Oppilaiden pitää pystyä toimimaan paitsi keskenään myös yhteistyössä opettajien kanssa. (Shachar & Sharan 2002, 328-331.) Uudet menetelmät eivät saa olla pelkkiä menetelmällisiä itseisarvoja, vaan yhteistoiminnallisuus vaatii oppimiskulttuurin syvemmän muutoksen, jossa vastuu ja sosiaalistuminen on yhteistä. Olennaista toimivan yhteistyön syntymisessä on hengen ja ilmapiirin luominen, josta päästään työrauhaan ja toimivaan järjestykseen. Pelisääntöjen tulee olla yhteisiä siten, että myös oppilaat saavat vaikuttaa niiden kehittämiseen. Näin luodaan luottamus pohjaa ja joukkuesuoritukselle välttämätöntä yhteishenkeä. Kyseessä ei siten ole pelkkä menetelmällinen tekniikka vaan ihmisyyteen kasvamisen prosessi. (Kohonen 2002, 348-352.)

Yhteistoiminnallinen ryhmä ei toteuta automaattisesti korkean tason toimintaa, vaan se edellyttää vuorovaikutustyökaluja, joiden avulla tietoa käsitellään ja dokumentoidaan. Joustavat menetelmät, jotka tukevat muutakin kuin verbaalista työstämistä palvelevat toimintaa. (Lehtinen 1997, 26.) Yhteistoiminnallinen opiskelu luo turvallisemman työskentelyilmapiirin, sillä opettaja ei enää ole luokan edessä toimiva auktoriteetti, vaan ohjaava osallistuja. Työtävät voivat olla vaikka kuinka moninaisia olettaen, että ryhmän dynamiikka säilyy. Merkityksellistä onkin se, ettei yhteistoiminnallista työskentelyä sekoita tavalliseen ryhmätyöhön. Ideana on jakaa toimintaa siten, että vastuu on tasapuolisesti jakautunut, jolloin kaikki oppivat. Työn tasaista jakamista voi vahvistaa ryhmärooleilla, kuten tietojen etsijä, kirjaaja, kriitikko ja niin edelleen. Rooleja tulee vaihdella jolloin kaikki voivat oppia tasavertaisesti. Yhteistoiminnallisuus sopii hyvin laajemman projektin toteuttamiseen, jossa selvittävänä on monipuolinen tutkiva ongelma tai tehtävä. Projektin lopputulos on näkyvä tuote, jonka saavuttamiseksi on jouduttu toimimaan elämänläheisesti aineita integroiden, sekä omatoimisuutta että yhteistoiminnallisuutta harrastaen. (Korpinen & Pollari 1993.) Koska ryhmäroolit voivat helposti jäädä päälle, ne voivat johtaa oppilaiden lokeroitumiseen. Siksi roolien vaihtelemisessa on oltava tarkkana.

Uusien asioiden kehittäminen ja omaksuminen, kuten laajassa projektissa, edellyttää suuren informaatiomäärän tuottamista ja käsittelyä. Ryhmä on väistämättä tehokkaampi tällaisessa toiminnassa kuin yksilö. Jäsenet antavat toisilleen virikkeitä ja ideoita, jolloin luovan työskentelyn mahdollisuudet ovat hyvät. Päätösten tekeminen ja niiden noudattaminen on ryhmässä helpompaa kuin yksin toimiessa. Lisäksi ongelmanratkaisussa ryhmä muodostaa suoritustasoltaan paremman kokonaisuuden, kuin kukaan yksilö erikseen. Mitään ei kuitenkaan tapahdu itsestään, vaan jo tehtävänannossa on oltava tarkkana. Ilmoituksesta ryhmätyöhön siirtymisessä tarkkaavaisuuden alenemiseen menee noin 20-30 sekuntia. Tänä aikana pitäisi pystyä selvittämään työskentelyn idea, joten selkeyttä on korostettava. Aiheen selvittämisen jälkeen on oleellista huomioida aikataulu ja työn etenemisen suunnittelu. Työskentelyn aikana opettajan tehtävä on ohjata, motivoida ja antaa palautetta työn edistymisestä. (Ryhmätyön käyttö koulutuksessa 1981, 68-69, 93-99.) Tarkkaavaisuuden alenemisen takia kannattaa ensin selvittää mikä on työskentelyn päämäärä, ja vasta lopuksi kertoa, että työtapana on yhteistoiminnallisuus.

Kaganin ja Kaganin (2002) esittämän rakenteellisen lähestymistavan kautta pyritään luomaan kiinteä suhde oppilaiden tekemien ja oppimien asioiden välille, jolloin päästään sosiaaliseen, kognitiiviseen ja akateemiseen kehitykseen. Lähestymistapa keskittyy erityisesti toimivan vuorovaikutuksen luomiseen, joka edellyttää tilanteen rakenteiden ja elementtien huomioimista. Oppilaiden tulee olla tietoisia toistensa tekemisistä ja edistymisestä, mikä vaatii vaihtelevaa ja

monipuolista haastattelutyypistä keskustelua. Toimiva yhteistoiminnallisuus edellyttää lisäksi yhtäläistä osallistumista, keskinäistä riippuvuutta ja yksilöllistä vastuuta. Ilman ryhmähenkeä ei toimiva sosiaalinen ympäristö ole mahdollinen. Tämä vaatii panostusta keskinäisen kunnioituksen, luottamuksen ja välittämisen luomiseksi. Ryhmien koostumusta on hyvä vaihdella, sillä heterogeenisuus mahdollistaa vertaisavun ja järjestyksen ylläpysymisen. Lahjakkaat vaativat joskus keskinäistä eriyttämistä, ja statushierarkiat sekä yleinen dynamiikka on huomioitava.

Myös Johnson ja Johnson (1989, 23-26, 58-59, 167-171) korostavat positiivisen keskinäisen riippuvuuden aikaansaamista, jolloin yksi ei voi menestyä ilman muiden tukea. Näin saavutetaan vuorovaikutuksellinen tilanne, jossa ryhmä etenee yhteisesti kohti päämääräänsä. Kyseessä on täysin luonnollinen lajityyppillinen tilanne, sillä ihminen on selvinnyt historiassaan tekemällä yhteistyötä. Tutkimukset puoltavat sosiaalisen riippuvuuden ja yhteistyön merkitystä keskinäisen päämäärän ja hyvien tulosten saavuttamisessa. Negatiivista ryhmän kannalta on kilpailutilanne, jossa yksilön on mahdollista saavuttaa itse päämäärä ja mahdollisesti palkkio.

Ryhmässä toimiminen tarjoaa enemmän interaktion mahdollisuuksia konseptien kanssa, kuin pelkkä luokkakeskustelu. Heterogeenisuus opettaa toimimaan kaikkien oppilaiden kanssa, kunhan jokainen muistaa oman vastuunsa ja auttamisvelvollisuuden. Matematiikan osalta neljän ryhmät ovat osoittautuneet toimivaksi ryhmäkooksi. (Burns 1990.) Neljän hengen ryhmistä tekee toimivia kompakti koko ja parillisuus, sillä parittomissa ryhmissä yksi jää aina ulkopuolelle. Yhteistoiminnallisuus liittyy aktiivisuuteen ja avoimeen opiskeluun, jolloin järjestyksenpidon tarve vähenee luonnollisesti, sillä oppilaat haluavat tehdä, puhua ja kokea. Hiljaisen merkin sopiminen on toimiva huomion kiinnittävä pelisääntö. Lisäksi ryhmän sisällä voi olla työnjakoa, siten etteivät kaikki ryntää tekemään samaa asiaa. Vaikka yhteistoiminnallisuus kehittää itsessään sosiaalisia taitoja, voi niitä pyrkiä kehittämään toimivuuden lisäämiseksi. (Kagan & Kagan 2002.)

Yhteistoiminnallisessa oppimisessa tulee huomioida, että yhdessä todella opitaan. Tiimityöskentelyn (STAD) tarkoitus on, että kaikki saavuttavat samoja taitoja ja pystyvät selviytymään esimerkiksi kokeesta ilman ryhmän apua. Tähän liitetään toisinaan ryhmän välisen lievän kilpailun idea, jolloin jokaisen on tehtävä parhaansa, jotta ryhmä menestyisi. Ryhmän on pakko yhdistää voimansa ja opettaa tietoa muille. Tiedollisen ja taidollisen osaaminen varmistaminen on ryhmän tehtävä. Menetelmä on lisännyt kouluoppimisen lisäksi erityisesti ryhmien suhteiden toimivuutta ja keskinäistä hyväksyntää. (Slavin 1990; 2002, 48-51.)

Oppilaiden erilaisia vahvuusalueita voi hyväksikäyttää siten, että päämäärää ei voi saavuttaa ilman kaikkien yhteispanosta. Näin henkilökohtaiset vahvuudet täydentävät ryhmän toimintaa. (Clarke 2002, 83-84.)

Yhteissuunnittelulla on Lehtisen (1983) tutkimuksen mukaan tuettu ongelmanratkaisuvälineiden kehittymistä. Lukiotasolla ryhmäongelmanratkaisun kokeiluohjelmalla vähennettiin satunnaisten ideoiden esittämistä, ja myös toimintaa edeltävä hämmennysvaihe oli lyhempi. Sen sijaan ongelman ehtojen selvittämiseen käytettiin enemmän aikaa, mikä kertoi perusteellisemmasta työskentelystä, joka näkyi pidempänä mekaanisena suorituksenakin. Ongelmanratkaisun evaluointi oli myös kehittynyt perusteellisemmaksi. Oppilaiden toimintaan osallistumisaste oli vastaavasti noussut ryhmäongelmanratkaisuprosessin aikana. Tulokset kertovat ryhmätoiminnallisen ongelmanratkaisun tukevan assimilaatiota, eli sisäistä ongelman representaatiota ja ongelman struktuurien konstruointia, sekä reflektiivisyyden lisääntymistä ja vastuullisuuden kehittymistä.

Kuten huomataan, niin opetusmuodot liittyvät väistämättä toisiinsa. Oppimistapoja voi olla vaikea erottaa toisistaan, eikä se välttämättä ole tarkoituksenmukaistakaan. On vain hyvä, että oppimistapahtuma sisältää useita yksilön kannalta merkityksellisiä oppimismuotoja. Tällöin yhteistoiminnallisuuden, ongelmanratkaisun ja suunnittelun kautta päästään laajaan projektiluonteiseen kokonaisuuteen. Jyrkiäisen (1998) esityksen mukaan aktiivista oppimista edistää projektisuuntautunut työskentely, jossa toimitaan ongelman parissa ryhmän kanssa. Näin tuetaan reflektiivisyyttä, kriittisyyden kehittymistä, opiskelutaitoja, itsekontrollia ja kognitiivista prosessointia konstruktivismiin ja humanistisen psykologia mukaisesti.

Ryhmätyön käyttö koulutuksessa (1981, 68-69, 93-99) ja Clarken (2002) mukaisesti projekti lähtee oletuksesta, että ryhmätoiminnalla on mahdollista saavuttaa yksilötyötä parempia tuloksia. Opetuspaketissa on myös huomioitu tarkkaavaisuuden herpaantumisen seikka, joten ryhmätyöstä ilmoitetaan vasta tehtävän esittelyn jälkeen (liite 1, kohta 6). Kaganin ja Kaganin (2002) sekä Johnsonin ja Johnsonin (1989, 23-26, 58-59, 167-171) mainitsemat keskinäinen riippuvuus, yhteinen osallistuminen ja yksilöllinen vastuu ovat projektin tavoitteita. Tehtävät ovat niin haasteellisia ja laajoja, että oppilaiden on toimittava toistensa kanssa niistä selvitäkseen. Niin ikään paketti (liite 1, kohta 6.2) kehottaa parillisten ryhmien muodostamiseen, kuten yllä on toimivan työskentelyn kannalta ehdotettu tekemään. Yhteistoiminnallisuus on nostettu myös omaksi osuudekseen opetusmateriaalissa (liite 1, kohta 7.4), erityisesti opettajan ohjaamiseksi ja

tärkeimpien yhteistoiminnallisuuden osa-alueiden korostamiseksi. Myös ryhmäroolien käytössä on mainittu materiaalin yhteydessä.

5.3.5 Luokkahuone vai oppimistila?

Konstruktivismin noustessa vallitsevaksi oppimiskäsitykseksi alettiin käydä vieläkin jatkuvaa debattia perinteisen luokkahuonemallin sopivuudesta avoimeen oppimiseen. Konstruktivistiseen opetukseen voisi sopia paremmin vapaat oppimistilat, joissa oppilaat toimisivat pienissä ryhmissä tai yksikseen tietoa hankkien (ks. esim. Piipari 1998). Sahlberg ym. (1993, 15-19) huomauttavat, että oppilaat oppivat omilla tavoillaan, eikä kaikille sopivaa menetelmää ole olemassakaan. Koska oppiminen mielletään oppijan kokemukseen perustuvien valmiuksien muuttumiseen, tulee yksilön ja ympäristön vuorovaikutusta korostaa. Yksilö on aktiivisesti toimiva ja omaa ajatteluaan rakentava vuorovaikutteinen opiskelija. Tällainen toimijuus vaatii avoimuutta ja luovuuden korostamista, joihin päästään avoimin oppimistilantein.

Humanistinen lähestymistapa esitti jo vuosikymmeniä sitten, että erityisesti oppilaat joilla on vaikeuksia oppimisen alueilla, voivat kokea perinteisen kouluhuonerakenteen uhkaavana, mikä puolestaan heijastuu oppimiseen. Avoimissa oppimistiloissa oppilailla ei olisi omia paikkoja, vaan toimintaympäristö tai pieni ryhmä missä toimia. Oppilaat toimivat yhteistyössä toisiaan avustaen eikä aikataulunkaan ei tarvitse olla tiukka. Opettajille ympäristö on paljon vaativampi, kuin luokkahuonemalli, mutta toimiessaan sekä opettajaa että oppilaita palkitseva. Menetelmään on kohdistettu runsaasti kritiikkiä liiallisen vapauden takia: Miten huolehtia oppimistuloksista? Johtaisiko menetelmä kapea-alaisiin lahjakkuuksiin? (Gage & Berliner 1988, 490-497.) Jotta kysymyksiin ei tule negatiivisia vastauksia, opettajan täytyy toimia professionaalisen opetushaukkana tarkkailemassa ja ohjailemassa lapsia tavoitteiden suuntaa. Haaste on siinä, kuinka ohjailla lapsia synnyttäen aitoa mielenkiintoa opiskeltavaa asiaa kohtaan.

Laineen (1999, 118-119) mukaan tiukka ainejakoisuus ja vanhojen rutiinien hyväksikäyttö kaventavat oppilaiden yksilöllistä tilaa, vähentävät elämysten määrää ja omakohtaisia oppimiskokemuksia. Vaarana on, että koulua pidetään rituaalisena jäänteinä elävän sosiaalisen keskuksen sijasta. Uudistuksista huolimatta vanhat pedagogiset mallit elävät sitkeinä. Goodsonin mielestä (2001, 181-195) avoimien oppimisympäristöjen vastustaminen liittyy oppiainejakojen puolustamiseen. Hän paljastaa Englannissa tapahtuneen vastustuksen, kun integroivaa Eurooppa-

opetusta kehiteltiin. Tällöin osa opettajista puolustivat tiukkaa ainejakoa vahvasti, sillä poikkitieteellisyys koettiin uhkana ja oman valtakunnan murentamisena. Yhtenäistämisen vastustaminen liittyi hyvin henkilökohtaisiin tuntemuksiin. Myös ulkopuolinen epäluulosta ja tietämättömyydestä johtuva vastustus oli paikoitellen suurta. Esimerkiksi vanhemmat olivat epäluuloisia.

Kuten aiemminkin, myös nykyään ja tulevaisuudessa suomalaisen peruskoulutuksen tulee olla yhtenäistä. Nyt kuitenkin hieman eri tavalla kuin ennen. Jokaiselle oppilaalle täytyy tarjota mahdollisuus opetukseen ja koulutukseen, johon hänellä on taipumusta ja kiinnostusta. Niin kutsuttu uusi oppimiskäsitys vaatii, että koulun on oltava joustava ja valinnanmahdollisuuksia tarjoava. Tämä edellyttää esimerkiksi aineintegraatiota ja luovia työskentelytapoja. (Brunell 1993.) Lunenberginkin (1998) mukaan lapset voisivat luokkahuonemallin sijasta toimia yhteistyössä oppimisryhminä, jossa he jakavat ideoitaan keskenään. Kollektiivinen tilanne mahdollistaisi paitsi oman reflektion palautteen kautta, mutta myös muiden ideoiden kehittämisen. Esimerkiksi kansainvälinen matematiikan opettajien neuvosto painotti 1996 matematiikan opettamisen reformoimista kokeellisempaan ja tutkivampaan suuntaan, pois perinteisestä pelkän oikean vastauksen etsimisestä.

Ajattelua on pyritty kehittämään mielekkäillä ja keksivillä menetelmillä, kuten sokraattisella dialogilla, jossa väittämää puretaan siihen pisteeseen, että siitä löytyy ristiriita. Itse harjoitteiden lisäksi on oleellista se, missä ne tehdään. Ajattelu, osana inhimillistä toimintaa kuuluu oppimistapahtumaan, joka puolestaan nivoutuu oppimisympäristöön. Oppimisympäristön rakentaminen alkaa ilmapiirin luomisella. Sitten lähdetään ohjaamaan oppilaita kohti tiedon ja ajattelun kehittämisen suhdetta, mikä voi olla vaikeakin tehtävä, jos oppilaat ovat tottuneet saamaan valmista tietoa. Oppimisasenteen pitää muokata uteliaiksi ja valmiiksi mihin tahansa. Tässä yhteydessä oppimisympäristöllä tarkoitetaan opettajan ja oppilaan välistä kognitiivista suhdetta (Mehtäläinen 1993.), joka poikkeaa hyvin paljon perinteisestä luokkahuonemallista. Paitsi että avoin oppimisympäristö mielletään fyysisesti avoimeksi ja mukavaksi, tarkoittaa se myös tiedollisella ajattelun tasolla avoimuutta ja kehittävää otetta ongelmanratkaisuun.

Gagen (1979, 31-35) tekemässä koonnissa useista vertailuista avoimen ja formaalin oppimisympäristön välillä on havaittavissa samanlainen trendi. Avoimessa ja vapaassa oppimisympäristössä nuorten koululaisten itsenäisyys ja asenne koulua on kohtaan on ollut suurempi. Sen sijaan taitojen kehittyminen lukemisessa ja matematiikassa on suurempaa perinteisessä opetuksessa. Havaittiin myös, että jos lapset eivät olleet läheisen tarkkailun

kohteena, he käyttivät aikaansa vaelteluun ilman päämäärää. Giaconia ja Hedgeskin (1982, 583-587) tutkivat avoimen oppimisympäristön ja perinteisen luokkahuonemallin eroja käytännössä vertaillen akateemisia ja muita oppimiseen liittyviä tuloksia ja ilmiöitä. Asenteet koulua ja opettajaa kohtaan, henkiset kyvyt ja mielenkiinto olivat jonkin verran suurempia avoimessa opetuksessa. Vastaavasti akateemiset taidot kielen ja matemaattisen osaamisen saroilla olivat vain hieman alempia kuin perinteisessä opetuksessa, mutta lähes merkityksettömästi. Suurimmat erot löytyivät yhteistyökyvyissä, itsenäisyydessä ja luovuudessa, joissa avoin opetus toi selkeästi paremmat tulokset. Saavutusten tavoittelu nousi puolestaan perinteisessä opetuksessa merkittävästi suuremmiksi. Itsetunnon tai ahdistuneisuuden osalta ei ollut merkittäviä muutoksia puoleen tai toiseen.

Lienee selvää, että jos lapsia ei harjaannuteta itsenäiseen työskentelyyn, eivät he sitä myöskään opi. Eikä tietenkään ole mielekästä jättää lapsilaumaa yksinään vaeltelemaan, vaan ohjata heitä toimissaan ja valvoa tavoitteisiin pääsyä. Avoimen oppimisympäristön hallinta vaatii suurempaa ammattitaitoa ja asiantuntemusta kuin täysin formaalin luokkahuoneen kirjapainotteinen opetus. Luokkakoon pitäisi olla lisäksi pienempi, jotta seuranta olisi mahdollista. Tulokset antavat suuntaa avoimen oppimisympäristön puolesta, koska itsenäisyys, luovuus ja yhteistyökyky ovat nousseet suureen arvoon. Huolestuttavaa sen sijaan on avoimen opetuksen heikompi menestys akateemisissa taidoissa, joten kehitystä vielä kaivataan. Juuri akateemisten kykyjen kehittymisen ohjaamisessa opettajan merkitys nousee korkealle, mikä on yksi olennainen opetusmateriaalin (liite 1) toimivuutta koskeva aspekti. Oppilaita on kyettävä ohjaamaan mielenkiinto säilyttäen myös akateemisten taitojen harjoittelun pariin. Tietenkään ei ole tarpeen käyttää joko-tai - ääripäitä, vaan opettaja voi vaihdella avoimemman ja perinteisemmän opetuksen välillä riippuen aihepiiristä ja opiskeltavasta aineesta.

Fyysisesti oppimisympäristö käsittäisi erilaista materiaalia, jonka tarkoitus on stimuloida lasten aktiivisuutta ja rohkaista heitä reflektoimaan maailmaan heidän ympärillään. Päämääränä on kehittää taitoja ja tietoja. Materiaali voi olla järjestämätöntä, jolloin toiminnanvapaus korostuu lasten vapaassa tutkimisessa. Ammattitaitoisen ohjauksen kautta lapset ovat tutustuneet aiheisiin syvällisesti, tietoa hyvinkin itsenäisesti rakentaen. Oppimistilassa, runsain materiaalein, lasten omat kiinnostuksen kohteet linkittyvät opiskeltavaan aiheeseen, ja he pääsevät konkreettisesti tutustumaan asioihin. Toki oppilaat jatkavat kirjojen, median ja aikuisten tarjoaman tiedon käyttöä, mutta kirja voi toimia viimeisenä lähteenä, jos asian tutkiminen itse ei tuota lopputulosta. (Rowland 1984.) Kritiikkinä jälleen nähdään ohjauksen puute, mikä johtaa arvostelijoiden mukaan päämäärättömyyteen ja järjettömyyteen. Kritiikki jättää huomioimatta

opettajan säilyvän roolin ohjaajana ja avustajana. Hän toimii yhteistyössä lasten kanssa huolehtien siitä, että työskentely toimii.

Avoimemman oppimisen puolesta on esitetty seuraavanlaisia huomioita, jotka kohdistuvat erityisesti opettajan toiminnan parantamiseen. Opettajan täytyy laatia säännöt, joita oppilaat noudattavat itsenäisessä työssä yksinkin ollessaan. Hänen täytyy jatkuvasti liikkua ja tarkkailla oppilaitaan ja ohjata heidän työskentelyään keskustellen. Tehtävien tulee olla mielenkiintoisia, jotta oppilaat tekevät niitä mielellään. Ohjeiden antoa täytyy minimoida selvyiden vuoksi. Esimerkiksi taululla olevat kirjalliset ohjeet on helppo käydä tarkistamassa, jos tulee epäselvyyksiä. Ehdotettiin myös, että ennen kysymyksen asettamista, opettaja mainitsee kenen siihen tulee vastata. Tällöin vältetään kysymyksen jälkeinen hälinä ja mahdollinen epäsuhtaisuus vuorojen antamisessa. Kysymyksien tulee olla keskustelunomaisia ja täydentäviä, näin heikommatkin saavat mahdollisuuden onnistua johdattelevissa lisäkysymyksissä. Palautteeseen on varattava riittävästi aikaa. (Gage 1979, 38-40.)

Laadittu projekti on huomionnut avoimeen oppimisympäristöön kohdistuvan vaatimukset - ja myös kritiikin. Jotta yksilöllinen tiedonrakentaminen olisi kattavimmin mahdollista, vaati se myös avoimempia oppimistiloja ja mahdollisuuksia luovempaan oppimiseen. Paketin (liite 1) kohdassa 7.3, avoin oppimisympäristö, lähestytään aihepiiriä käytännön tasolla. Lisäksi koko projektin idea oppimistoiminnan suhteen on avoin. Ideana on nimenomaan toimintaympäristö, jossa oppilaille ei ole tarkkoja paikkojaan, vaan liikkuminen luokassa riippuu ratkaistavasta ongelmasta, työvaiheesta ja lähteistä. Luovat työskentelytavat ja valinnanmahdollisuudet ovat verrattain suuria. Tietysti päämäärä tuotteen rakentamisen suhteen pysyy kaikilla samana, mutta sen puitteissa mahdollisuuksia on monia. Haaste on siinä, miten avoimen oppimisen saa käytännössä toimimaan. Siksi ohjaamisen merkitys on suuri, ja se vaatii opettajalta asiantuntemusta luokan suhteen. Rowlandin (1984) ja myös muiden aiemmissa yhteyksissä esitettyjen vaatimusten pohjalta materiaalia on runsaasti, joskin tällöin vaarana on epätietoisuuden syntyminen, mitä lähdettä kannattaa käyttää. Kenties merkittävin tavoite on vastata akateemisten taitojen oppimisen vaatimuksiin, silti säilyttäen oppimisen monipuolisuus ja vapaus (vrt. Gage 1979, 31-35; Giaconia & Hedges 1982, 583-587).

5.3.6 Verkko-opetus

Verkko on käsitteenä laaja ja se mielletään tilanteesta ja paikasta riippuen eri tavoilla. Sillä voidaan viitata yleisesti Internetiin, oman instituution sisäiseen verkkoon tai vaikkapa itse linkitettyjen koneiden verkkoon. Käsite on avoin ja sitä käytetään vapaasti. Tässä yhteydessä viitataan sillä erityisesti Tellan ym. (2001, 11-18) käyttämään määritelmään, jossa verkko mielletään uudeksi toimintaympäristöksi, jossa työskentelemme, opiskelemme, opimme ja viestimme. Verkko on yleisesti käytetty metafora tekniikan mahdollistamasta ympäristöstä, johon liittyy informaation jakaminen ja viestimenä toimiminen. Verkko on lyhyesti sanottuna toimintaympäristö, ja siten myös ihmisten muodostama yhteisö. Se mahdollistaa monen ihmisen välisen yhteydenpidon, ollen siten monipuolinen työväline opetuksessa, työskentelyssä ja viestinnässä. Opetukseen liittyen käytetään yleistyvää nimitystä E-learning, jossa E on johdettu sanasta electronic (elektroninen, sähköinen) ja learning on oppimista. Tällöin viitataan laajemmin elektronisiin apuvälineisiin, joita voidaan hyödyntää verkon lisäksi.

Varsinaisella verkko-opetuksella Tella ym. (2001, 21-26) tarkoittavat opetusta, opiskelua ja oppimista, jota tuetaan tietoverkkojen aineistojen ja palvelujen avulla. Se siis yhdistää lähiopetuksen ja verkkopohjaisen oppimisen monimuoto-opetukseksi. Päämääränä on kokemuksellisuus ja aktiivinen toiminta. Opetus nähdään toimintana, jolla pyritään vaikuttamaan opiskeluun ja vasta sitä kautta oppimiseen. Verkko-opetuksen taustalla näkyvät siis konstruktivismin, itseohjautuvuuden, tilannesidonnaisuuden ja yhteistoiminnallisuuden tutut muodot (esim. Lehtinen 1997; Alamäki 1999; Ruokamo 2000). Mitä tehokkaammaksi tiedonvälitys kehittyy, sitä enemmän täytyy oppimisympäristöä laajentaa kattamaan monipuoliset mediat. Tällöin vastataan nopeaan tiedonmuutokseen ja –hallintaan. (Lehtinen 1997, 21-22.)

Verkko-oppiminen toimii avoimena oppimisympäristönä, jossa korostuu oppijakeskeisyys, joustavuus ja itseohjautuvuus. Se nähdään parhaimmillaan ajasta ja paikasta riippumattomana, mutta käytännössä materiaalit, aikataulut puolin ja toisin, paikka ja välineet rajoittavat toimintaa. Asiaa ei aja, jos verkosta löytyy vain samat tehtävät, kuin mitä kirjallisesti opettajajohtoisesti tehtäisiin. Tavoitteena on jaettu asiantuntemus, mikä voidaan saavuttaa, jos käytännön esteistä selvitään. Verkko mahdollistaa monipuolisen variaation ja uudenlaisen dialogin sekä mielekkäiden oppimiskokemusten aikaansaamisen. Huomattava on, että jos verkosta löytyy tehtäviä, niin vasta materiaali ohjaa miten avoimuus ja oppimisen syvyys syntyvät, ja mitä harjoitteet kehittävät. Verkossa vertaisryhmän tuki olisi tärkeää ja sen löytyminen mahdollistaa

monisyisen yhteistoiminnallisuuden. Verkkokeskustelu on tyypillinen yhteistoiminnan muoto, jonka ongelmana on turha rönsyily. (Kiviniemi 2000.)

Verkon luomat vuorovaikutusmahdollisuudet ovat vastaus, mutta myös haaste toiminnan sujuvuuden kannalta. Materiaalien monimuotoisuus verkossa on erilaisten oppilaiden huomiointia. Vasta sisällön kautta syntyvät siirtovaikutus ja kontekstuaalisuus. (Immonen 2001, 23-25.) Vaikka materiaali olisikin kehittynyttä ja monipuolista, niin siihen suhtaudutaan tietystä kontekstista, tietyin intressein ja opiskelijoista riippuen eri tavalla. Suhtautuminen ja vaatimukset vaihtelevat, oli käyttö kotoa, töistä tai opiskelupaikalta lähtöistä, ja millä tavalla intentionaalista. (Matikainen 2001, 43-46.) Verkko ja materiaali eivät ole itseisarvoisia, vaan toimivuus tulee interaktiosta käyttäjiin, ja käyttäjien vuorovaikutuksesta toisiinsa.

Verkon luonteesta suhteessa tarkoitukseen ja oppimistyyliin on Heinin, Ihalainen ja Niemisen (2000) toimesta luotu selkiyttävä nelikenttä (kuvio 8), jonka avulla voidaan jäsentää verkon käsitettä ja käyttöä



KUVIO 8. Verkko-opetuksen nelikenttä (Hein & Ihanainen & Nieminen 2000.)

Nelikenttä on jaettu tuotteen ja prosessin osioihin, sekä toisaalla monimuoto-opetuksen ja vain verkossa tapahtuvat opetuksen kenttiin. Näin lohkoissa A on kyseessä valmis tuote, joka on saavutettavissa vain verkon avulla, kuten monet itseopiskelupaketit ja ilmoittautumisjärjestelmät. Lohko B käsittää niin ikään valmiin verkkotuotteen, mutta se on osa muita opetuksen muotoja kuten luennointia. Nelikentän oikea puolisko korostaa vuorovaikutuksellisuutta ja oppilaan aktiivista osallistumista. Lohkoissa C verkko on toiminnallinen keskus, joka nähdään muiden

opetusmuotojen tehostajana. Tällöin osa opetuksesta voi tapahtua paikallisesti, mutta se lisänä voi olla ajasta ja paikasta riippumaton verkkokeskustelua. Lohko D kiinnittää toiminnan kaikilta osiltaan verkkoon. (Hein & Ihanainen & Nieminen 2000.) Ainakin vielä tehokkain muoto lienee lohkon C malli, jossa verkko on muun opetuksen täydentäjä. Tällöin ohjaus ja kontrollointi toteutuu myös kontaktiopetuksessa, mikä on varmasti nuorten oppilaiden kannalta hyvä asia.

Niskasen (1991) tulosten mukaan tietokoneen hyödyntäminen opetuskäytössä 3-6 luokilla vaikuttaa positiivisesti luokan sosiaalisen ja emotionaalisen kasvun kannalta hyödyllisiin elementteihin. Tämä näkyi kasvatustavoitteiden tasapuolisena painottumisena ja työtapojen monipuolistumisena. Opettajakeskeisten työtapojen käyttö putosi käytetyimmästä työtavasta (ks. Uusikylä & Kansanen 1988) vain 12 prosenttiin, jolloin oppilaskeskeisyys ja ryhmätyö korostuivat. Ilmapiirin paraneminen johtui sosiaalisen toiminnan kehittymisestä. Sen sijaan syvään sosiaaliseen rakenteeseen ei ollut vaikutusta, vaan päinvastoin eriarvoisuus jopa lisääntyi. Statusmuutokset sinänsä saattoivat olla jopa luokitusten välisiä johtajaluokan ja syrjässä olijoiden kesken. Uuden työvälineen, tietokoneen, hallinnantaso vaikutti statuksen muuttumiseen. Lisäksi uusina vaaditut ryhmätyötaidot vaikuttivat asiaan.

Vuonna 1991 julkaistu tutkimus on tietoteknisesti vanha, sillä tietokoneiden käyttö kouluissa on lisääntynyt ja niiden suorituskyky on moninkertainen. Vuonna 2000 peruskoulujen tilanne keskimäärin oli se, että 11 oppilasta kohti oli käytössä yksi tietokone. Näistä laitteista 63 prosenttia oli ennen vuotta 1998 hankittuja koneita. Internetvalmius löytyi 73 prosentista työasemia. (Tietoyhteiskunnan rakenteet oppilaitoksissa... 2001, 5.) Niskasen (1991) tuloksiin nähden luvut ovat mairittelevia ja osoittavat Suomen koulujen tehokkaan varustautumisen, mahdollistaen siten monipuolisempien työtapojen ja tiedonhankinnan käytön kouluissa. Kun lukuja tarkkaillaan syvemmin ja pohditaan millaista vauhtia tietokoneet jatkuvasti kehittyvät, havaitaan, että vuotta 1998 vanhemmat koneet alkavat pudota uusien teknisten vaatimusten kyydistä. Niillä pystyy silti operoimaan tekstiä ja liikkumaan Internetissä, joskin tiedonetsiminen ja -siirto sekä liikkuvan kuvan käsittely on hidasta. Ja mikä olisi hyvin tärkeää, niin peruskouluista vain 54 prosentilla oli käytössä kiinteä yhteys (Tietoyhteiskunnan rakenteet oppilaitoksissa...2001, 6). Muutoin operointi Internetissä, tai muu tiedonsiirto tapahtuu ISDN- ja modeemiyhteyksien kautta. Modeemilinja ei missään nimessä vastaa tietoyhteiskunnan nopeisiin tarpeisiin tai tiedonhaun joustavuuden edellytyksiin.

Hitaista yhteyksistä huolimatta tietokoneita voi käyttää kriittisen ajattelun työvälineinä, kuten Jonassen (2000) esittää. Oppilaat eivät opi suoraan tietokoneesta tai opettajalta, vaan he voivat

oppia ajattelemaan näiden kautta merkittävällä tavalla. Ajattelu on toimintaa, jota voidaan tukea tietokoneiden tai opettajan avulla. Tietokoneiden yhteydessä mielen työvälineinä toimivat erilaiset ohjelmat, jotka tukevat kriittistä ajattelua. Kyseessä on konstruktivinen oppiminen, jossa oppija on aktiivinen, refleктоiva, intentionaalinen, yhteistyössä toimiva ja tietoa todelliseen maailmaan suhteuttava kokija. Marttusen (1997) esittämät tulokset osoittavat, että jo pelkällä sähköpostilla on mahdollista päästä argumentoivaan ja vuorovaikutukselliseen keskusteluun. Ryhmäpostin kautta keskustelua voi käydä ryhmänä, jolloin tutor-johtoinen opiskelutapa loi enemmän vuorovaikutusta, kun käsiteltävä aihe oli vaikea. Tutorointi vaikutti erityisesti naisten vuorovaikutuksellisuuden lisääntymiseen. Tosin vasta-argumentointia esiintyi enemmän itseohjautuvissa ryhmissä. Sähköpostia voidaan pitää dialogia ja ajatustenvaihtoa tukevana oppimistapana.

Myös teknologisperustaisessa oppimisympäristössä konstruktivistisella tausta-oletuksella opiskelleet 15-vuotiaat oppilaat kehittivät matemaattista ongelmanratkaisutaitoaan kynä-paperitehtävien ryhmää paremmin. Oppimisympäristönä käytettiin Solver –ympäristöä ja tuloksista voidaan päätellä teknologiapohjaisen oppimisympäristön tukeneen ongelmanratkaisutaitojen kehittymistä. Positiivinen asennoituminen matematiikkaa kohtaa nosti menestymistä. (Ruokamo 2000.) Huomattava on, että opetuskokeilu käsitti vain 11 tuntia, joten tuloksiin tulee suhtautua pienellä varauksella. Lisäksi varsinaisen teknologisen ympäristön sijasta kiinnittäisin huomion enemmän siellä käytettyihin tehtäväsarjoihin, ja niiden luonteeseen. Solver saattoi toimia vain innostavana lähtökohtana, joka siten tuki oppimista. Ruokamo (2000) totesikin, että positiivinen suhtautuminen koko aineeseen edesauttaa hyvää menestymistä. Tulokset eivät myöskään olleet kaikilta osin tilastollisesti merkitseviä, johon osaltaan vaikutti vähäinen tutkittavien määrä.

Jonassen (2002) pitää verkkoa kommunikaation apuvälineenä, joka lisää opetuksen ja oppimisen monimuotoisuutta. Verkko-oppimista ei pidä mieltää itseisarvoiseksi, vaan se voi toimia eriyttämisessä ja yksilöllisyyden tukemisessa. Luonnollisesti opettajan rooli muuttuu pelkästä auktoriteetistä teknologisten taitojen ammattilaiseksi ja tekemisen ohjaajaksi. Verkon ja tietokoneen käytöstä syvän oppimisen ja ajattelun tukena (mindtools) voidaan yhdistää seuraavia pääkohtia, jolloin ne toimivat kuin lähikehityksellisenä tukena, mielen työkaluina:

- Tietokonetta ja verkkoa voi käyttää tiedon organisoimisessa, tunnistamisessa ja informaation etsimisessä. Esimerkiksi monimutkainen yhdistävä tai sulkeva Boolean haku, vaatii

käsitteiden tuntemista ja ajattelutaitoa. tiedonhausta, rajauksesta, kriittisyydestä. (myös Lehtinen 1997, 34-38.)

- Oppilaat voivat rakentaa johonkin aiheeseen liittyvän tietokannan, jolloin he rakentavat myös omia tietorakenteitaan. Semanttiset verkostot ovat representaatioita käsityksistä ja todellisuudesta. Tällainen toimintaa auttaa jäsentämään tietoa miellekartan tyyliä, sekä suunnittelemaan prosesseja ja toimintaa.
- Kuvallinen kartoitus ohjelmallisella taulukoinnilla ja taulukkolaskennalla tarjoaa mahdollisuuden mitä jos –peliin. Tällöin pyritään löytämään suhteita ja organisoimaan niitä.
- Simuloinnilla tehostetaan analyysia ja matemaattista ymmärrystä. Keinoälyohjelmilla, haetaan vastauksia kysymysjoukkoihin, joista johdetaan päätöksiä. Näitä ohjelmia voi myös itse rakentaa yksinkertaisin if, then ja if, else kytkennöin.
- Systemien mallintamisessa etsitään kausaalisia malleja. Tapa on pitkällä kriittisessä, luovassa ja kompleksisessä ajattelussa, jossa tarkastellaan mikä osa vaikuttaa mitenkkin johonkin toiseen osaan. Tähän on laadittu ohjelmia kuten PowerSim, jolla voidaan luoda virtuaaliyrityksiä ja kokeilla niiden toimivuutta eri komponentein johtamistyyliä myöten. Tämän jälkeen pohditaan miksi mitenkkin kävi.
- Mikromaailmoilla tarkoitetaan ymmärtämisen tehostamista ja kehittämistä, jonka saavuttamiseksi oppilas luo objekteja, ohjaa niitä ja katsoo efektejä suhteessa toisiin. Esimerkiksi hyvin laadittu seikkailupeli kehittämistarkoitukseen voi olla tätä. Käyttäjä on interaktiossa ilmiön kanssa, tutkien vaikkapa matematiikan geometriaa tai fysiikan ilmiöitä.
- Sosiaalinen tiedon rakentaminen on klassista verkossa työskentelyä keskusteluryhmien avulla, jolloin ideoita jaetaan, haetaan neuvoa ja etsitään tietoa. Tällöin päämääränä on jaettu asiantuntemus. (myös Kiviniemi 2000.)
- Omana kokonaisuutena on visualisoinnin apuvälineet, kuten kartat, kaaviot ja mallit. Lisäksi hyper- ja multimedian käyttö ja erityisesti sen luominen on konstruktivismia parhaimmillaan. Tällöin jäsenetään tietoa ja laaditaan luokituksia sekä yhteyksiä tieto on designia periaatteella.

Toiminta E-learning tyylisesti on oppimista monipuolistava ja ajattelua tukeva tekijä, mutta kuten tietoyhteiskunnan rakenteet oppilaitoksissa... (2001) osoittavat, sulavaa mahdollisuutta siihen ei ole kuin osalla kouluista. Tämä luo eriarvoisen tilanteen, joka näkyi jo Välijärven ym. (2001) selvityksessä PISA-tutkimuksen tuloksista. Tietotekniikkaa käyttämättömät ryhmät menestyivät lukutaidossa merkitsevästi heikommin ja heidän syrjäytymistä tietoyhteiskunnasta pidetään ilmeisenä. Näin tietotekninen osaaminen saa itseisarvoisenkin merkityksen. Lisäksi oppilaita tulee ohjata tietotulvan käsittelyyn, sillä kuten Huhta (1997, 142) toteaa, niin tiedon määrä voi olla hämmentävää ja lamaannuttavaa. Suomalainen keskustelukulttuuri on lisäksi itsestäänselvyyksien esittämistä vierastava, joten reflektoinnin, tiedostamisen, kritisoinnin ja tiedon arvon pohdiskelulla syvennetään kielen käyttöä ajattelun välineenä. Kuten Tellan ym. (2001) teoksesta havaitaan, niin verkko-oppiminen liittyy avoimen oppimisympäristön ideaan, ja sen avulla voidaan toteuttaa ongelmanratkaisun ja yhteistoiminnallisen oppimisen elementtejä. Näin Huhdan (1997) vaatimat reflektointi ja kriittisyys saadaan toteutumaan tutkivan yhteisöllisyyden kautta.

Valitettavasti katsaus Internetin opetus- ja oppimispakettien tarjontaa, paljasti etteivät ne, muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta, ole sen tutkivampia tai monipuolisempia kuin perinteinen kirjaopetus. Ne sisältävät pääsääntöisesti tietyn aihepiirin tiedollista materiaalia ja yksinkertaisia kysymyksiä aiheeseen liittyen. Vieläpä siten, että valtaosa aineistoista näyttää olevan kirjallisia, eikä tietotekniikan multimediamahdollisuuksia ole hyödynnetty kattavasti. Vähemmistönä ovat avoimet tiedonhaun oppimiseen liittyvät opetuspaketit. Muutos todelliseen tietoteknisen kapasiteetin hyödyntämiseen näkyy vievän enemmän aikaa.

Opetuspaketin osana tietotekniikkaan liittyvä oppiminen on kiinteä osa avointa oppimisympäristöä. Ideana on hyödyntää verkkoa vertaisryhmien kommunikaation välineenä, parantaen siten yhteistyön mahdollisuuksia suunnittelu- ja ongelmanratkaisutyössä. Materiaalissa (liite 1, kohta 7.5) ohjataan hyödyntämään paitsi verkon, myös muun tietotekniikan mahdollisuuksia opetuskäytössä. Lisäksi opetusmateriaalin kohdat kolme ja neljä käsittelevät Internetiä monipuolisena lähteenä. Tarkoituksena opetuspaketissa on lähestyä Heinin, Ihalaisen ja Niemisen (2000) ideaa C-tyyppisestä verkon hyödyntämisestä, jossa verkko ja muu tietotekniikka toimisi opetuksen tehostajana ja monipuolistajana. Näin tarjotaan myös luontevia mahdollisuuksia hyödyntää tietotekniikkaa oppimisen apuvälineenä, jolloin nekin oppilaat joilla konetta ei kotona ole, tutustuvat sen käyttöön autenttisemmassa yhteydessä. Lasten integroituneisuus informaatioyhteiskuntaan vaatii mielestäni hyvät tietotekniset mahdollisuudet, sillä oppilaat ovat omaksuneet sen kiinteäksi tavaksi lähestyä tietoa. Tietotekniikan on tarkoitus

toimia apuvälineenä ongelmanratkaisussa. Näin Jonassenin (2002) korostama idea tietokoneesta mielen työkaluna (mindtools), on projektin selkeä osa.

5.3.7 Teknologiakasvatus

Aiempi teoreettinen lähestyminen tarjoaa hyvät lähtökohdat kaiken opetuksen kehittämiseksi, ja se toimii hyvänä tukena sekä taustaoletuksena oppilaiden suunnittelu- ja tutkimusprojektille. Koska tässä tapauksessa projekti saa teknologiakasvatuksen muotoja, on tarpeellista käsitellä siihen liittyvää yllä olevasta poikkeavaa teoriaa. Vastoin kuin yleisesti luullaan, ei teknologiakasvatuksen tarkoitus ole toimia samalla tavalla käsitteellistä jäsentyneisyyttä kasvattavana tutkimustyylinä kuin luonnontieteellisten tutkimusten, vaan sen merkitys korostuu keksimisessä, suunnittelussa ja luovissa ratkaisuissa kohti tuotteen valmistamista. Juuri keksiminen ja teknisten ratkaisujen tuottaminen erottaa teknologiakasvatusta luonnontieteiden kaltaisesta tutkimisesta. Toki nämä osa-alueet yhdistyvät toisiinsa, mutta on hyvä muistaa että teknologisessa prosessissa korostetaan luovan keksimisen innovaatioita. Tällöin oma projektinikin (liite 1) tulee saamaa kaksi ulottuvuutta, jossa luonnontieteellinen käsitteellistäminen (miksi kysymyksiin) yhdistyy joustavasti ajatukseen keksimisestä (kuinka periaatteella) itsenäisempänä prosessina.

Perinteisesti teknologinen opetus on liittynyt Suomen kouluissa käsityön opetukseen. Sisältö on jakautunut pääsääntöisesti materiaalien mukaan. Varsinaista teknologiakasvatusta ei ole annettu Suomessa erillisenä oppiaineena. Päävastuu sisältyy teknisen työn harteille, joskin peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994 mainitsee teknologisen kasvatuksen kuuluvat osin myös muiden aineiden sisältöihin, kuten matematiikkaan, luonnontieteisiin ja kotitalouteen. Tämä tosin kertoo myös käsitteen jäsentymättömästä käytöstä ja piilomerkityksistä. Lisäksi uusi käsite koulutusteknologia sekoittaa tavoitteita ja sisältöjä. Teknologiakasvatuksen ideana on lähentää opetusta matemaattis-luonnontieteelliseen opetukseen ja syventyä teknologiseen tuotekehittelyyn, tekniseen luovuuteen, keksimiskykyyn, ymmärtämisen lisäämiseen ja soveltamiseen, joihin liittyvät myös ympäristö- yrittäjyys- ja taloudellisuuskasvatus. Näin teknisen työn jäljentävä työskentely muuttuisi luovaksi suunnitteluksi, joten kutsutaan myös nimellä 'Design'. (Kananen 1997.) Tällöin saavutettaisiin mielekkäitä ja aidosti ehäyttäviä oppimiskokonaisuuksia, jolloin murrettaisiin vanhoja jakoja luku- ja harrasteaineisiin. Perinteinen käsityö kun ei pysty tarjoamaan perusvalmiuksia toimia informaatioyhteiskunnassa.

Tietokone on yksi kätevä apukeino teknisen työn yhteydessä suunnittelu-, tiedonsiirto- ja toteutusvälineenä. (Hamm 1997.)

Vaikka nyky-yhteiskunnassa tiede, teknologia ja matematiikka ovat vahvasti toisiinsa kytkettyjä, ei teknologian tarvitse välttämättä pohjautua nykytieteeseen. Pikemminkin teknologia on vanhempaa kuin tiede nykymuodossaan. Teknologian tehtävä on ratkaista käytännön ongelmia teknisin keinoin, mikä vaatii sekä divergenttiä että konvergenttiä ajattelua. Luonnontieteellinen tutkiminen on puolestaan enemmän heuristista. (Alamäki, Suomala, Tiusanen & Alajääski 2002.) Opetussuunnitelman perusteet vuosiluokille 3-9 ja perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet vuosiluokille 1-2 (2003) ei ole aivan sisäistänyt teknologiakasvatuksen ideaa, sillä se näkyy suunnitelmassa vain hajanaisena sovelluksena. Teknologiakasvatus toimisi itsenäisenä kokonaisuutenakin, vaikka sitä on toki mahdollista ja tarpeenkin yhdistää luonnontieteisiin - mutta ei niin suoraviivaisesti. Tieteellinen lähestyminen koulututkimuksissa ei saisi kahlita keksimisen luovuutta. Suunnitelmassa teknologia esitetään kyllä eheyttävänä aihekokonaisuutena, joskin sen merkitys jää suppeaksi.

Alamäki (1999) luonnehtii teknologiset prosessit, kuten suunnittelun, kehittelyn ja luomisen teknologiakasvatuksen perustaksi. Oppilaan aktiivinen toiminta yhdistyy tällöin tietämiseen, jossa suunnitteluprosessin kautta luodaan teknologinen tuote. Kognitiivisen kehityksen lisäksi teknologinen prosessi kehittää myös affektiivisiä ja psykomotorisia alueita oppilaskeskeisen suunnittelun ja toiminnan kautta. Tässä yhteydessä tavoitellaan pitkälle kestävästä muistamista, ymmärrystä ja tiedon soveltamisen mahdollisuuksia. Tekemällä oppimisen idean kautta abstrakti ajattelu yhdistyy konkreettiin ajatteluun ja toimintaan, jolloin teknologiakasvatus saa väistämättä konstruktivistisen lähestymisen mukaisia muotoja, edellyttäen yhä ohjaamisen tärkeyttä oppilaiden prosesseissa. Merkityksellistä on, että abstraktia ajattelua on tällöin mahdollista saavuttaa hyvin nuorena, juuri kiinnostukseen ja toimintaan liittyvillä sektoreilla. Tällöin rakennetaan siltoja oman ajattelun ja ulkoisen teknologian välille. Avoimet projektit ovat hyvin hedelmällisiä, sillä lapset tutustuvat tekniikkaan jo varhaislapsuudessaan. Teknologiakasvatus ei alakaan vasta koulussa, vaan se voi hyödyntää oppilaiden aiempia skeemoja ja kokemuksia uusia luoden.

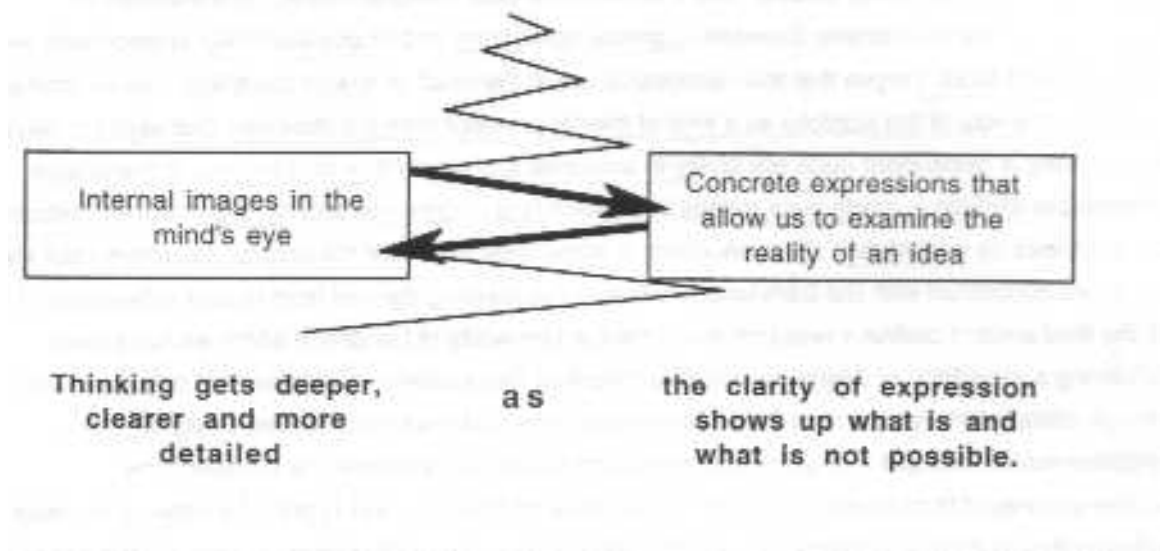
Prosessin yksi tarkoitus on ymmärtää teknistä ympäristöä, sillä se toimii myös lähtökohtana uusien teknisten ratkaisuiden luomiselle. Periaatteessa lähtökohta on aina sama. Ihminen pyrkii korvaamaan oman ruumiinsa kykyjä teknologisilla ratkaisuilla, kuten aisteja sensoreilla, lihaksia moottoreilla tai aivoja laskukoneilla. Jotta prosessiin pääsee kiinni, tulee ensin löytää olemassa

oleva ongelma, joka on jopa vaikein osa keksimistä. Juuri se on keksimisen innovatiivisuutta, oppia löytämään ongelmia ja keksiä niihin uusia ratkaisuja. (Tiusanen 2002.) Alamäen (1997a, b) mukaan itse toteutettu teknologinen systeemi tai tuote toimii myös reflektion välineenä. Oppilaat luovat itse jotain todelliseen elämään liittyvää ja havainnoivat sen avulla teknologista ympäristöämme taloudellisesta, sosiaalisesta ja luonnon näkökulmasta. Mitenkä teknologiaa voisi paremmin oppia kuin tuottamalla sitä itse? Tuottamistoiminta ei kuitenkaan saa olla irrallista, vaan ohjattua ja perustietouteen pohjautuvaa. Prosessit on koettu mielekkäiksi jo varhaiskasvatuksessa, lisäten erityisesti poikien viihtyvyyttä. Ongelmaksi on toisinaan noussut opetushenkilökunnan tietotaidon puute, sillä kulttuuriperimän takia naiset eivät ole harrastaneet teknologiakasvatukseen liittyviä osa-alueita. Tämä on kuitenkin korjattavissa koulutuksella. Materiaaleiksi puolestaan käyvät myös luonnon- ja kierrätysmateriaalit, joten resursseja periaatteessa riittää.

Teknologiaprosessin tavoitteina voivat toimia esimerkiksi myönteiset oppimiskokemukset, halu tutkimiseen, vastuullisuus, itsenäisyys, ryhmätyökyvyt, ennakkoluulottomuus, integraatio, ympäristönsuojelu ja keksiminen, kuten teknologiakasvatuksen opetuskokeilussa Koivuhaan ala-asteella. Kokeilu integroi onnistuneesti oppiaineita luoden laajan monialaisen teknologisen oppimiskehityksen, joka sai positiivisen vastaanoton niin oppilaiden kuin vanhempienkin taholta. Tutkimista ja rakentamista toivottiin myös jatkossa, ja toiminnallinen projektityöskentely koettiin opetusta ja oppimista tehostavana menetelmänä. (ks. tarkemmin Myllymäki & Rukajärvi-Saarela 1997.) Vastaavan Prosessin ja tuotteen toteutuksen voi ajatella käsittävän vaihekokonaisuuksia. Aluksi tulee luoda suunnitteluideat, hahmottelu ja prototyypit. Sitten on ymmärrettävä suunnittelun periaatteet ja tekniset yhteydet ja toimivuus samantyylisten laitteiden osalta, mietittävä miten laite voi olla tarinan kertomisen apuväline ja laadittava lopullinen tuote koristeineen, tietoineen materiaalista, välineistä ja valmistusprosessista. Lopuksi tuotteen toimintaa demonstroidaan käytännössä, yhdistäen tarina sen esittelyyn. (Twyford 2002.)

Tässä yhteydessä on hyvä tuoda tarkemmin esille Kimbellin (2000a, b) suunnittelumallin idea, sillä se liittyy osin myös Twyfordin (2002) ja Polyan (1973) ajatuksiin. Esittelen Kimbellin (2000a, b) suunnittelumallin teknologiakasvatuksen yhteydessä, sillä sitä on käytetty teknologiakasvatukseen ja tuotteiden suunnitteluun liittyen (ks. Lehtonen 2002). Malli (kuvio 9) kuvaa hyvin keksimisen eroa luonnontieteelliseen heuristiseen tutkimukseen, sillä ensimmäinen hullu ajatus voi poikia nerokkaita teknisiä oivalluksia pienelläkin taustoituksella. Suunnittelijat ovat kuvanneet ajattelevansa sormillaan tai kynällään. Tämä tarkoittaa mielen ja käden interaktiota, pään sisä- ja ulkopuolella. Ideoita liikutellaan edestakaisin ulkoistaen ja testaten

niitä välillä, jonka jälkeen niitä kehitetään edelleen ja palataan taas konkreettisempaan toimintaan. (Kimbell 2000a,b.)



KUVIO 9. Suunnittelijan ajattelumalli (Kimbell 2000a, b)

Sisäiset visioit ulkoistetaan välillä hahmottelun, muistiinpanojen, mallien ja puheen kautta, jolloin tarkennetaan epävarmoja alueita liikutellen ideoita eteenpäin. Esimerkkinä tällaisesta prosessista voi käyttää Edisonin ja Bellin luonnoksia, joissa näkyy vaiheet keksinnön tuottamiseksi. Oppilaiden osalta voi edellyttää portfolion kasaamista, jonka kautta opettajan pääsee tutustumaan kaikkiin lasten suunnitelmiin ja ideoihin. Tämä puolestaan kertoo heidän ajattelustaan, tuoden sen näkyviin kuvallisessa tai muussa muodossa. Kun suunnitteluun ja toimintaan yhdistää ongelmanratkaisun ja yhteistoiminnallisuuden elementtejä, se saa lisäksi ryhmän kielellisen ja kollektiivisen tuen, jossa ajattelun apuvälineinä voi hyväksikäyttää tietoteknisiä ratkaisuja. (Kimbell 2000a, b; Lehtonen 2002.)

Järvisen (2001) tutkimus yhdistää teknologiakasvatusta konstruktivistiseen oppimiskäsitykseen siten että opetusmetodit tutkimuksessa noudattivat avoimen ja luovan ongelmanratkaisun periaatteita ja oppilaskeskeisyyttä. Tämä idea yhtyy ajatukseen siitä, että teknologinen oivaltamisen prosessi vaatii mahdollisuuden innovatiivisuuteen. Tulosten mukaan onkin tärkeää tarjota oppilaille mahdollisuuksia juuri avoimeen oppimiseen ja divergenttiin ajatteluun sekä innovaatioihin. Näin ollen tehtävin tulisi olla avoimia ja ongelmapainotteisia.

Teknologiakasvatuksen idea kuulostaa hienolta, mutta se voi vaikuttaa käytännössä mahdottomalta toteuttaa resurssien ja asiantuntemuksen puutteen, sekä negatiivisten asenteiden takia. Kuitenkin jo esi- ja alkuopetuksessa se on tiettyyn pisteeseen asti mahdollista. Sen sijaan, että rakennettaisiin jonkin mallin mukaista esinettä tai muuta työtä, niin oppilaille voidaan antaa kehysrunko (esim. tietyt materiaalit, työvälineet, idean alku), jonka jälkeen lapset saavat käyttää mielikuvitustaan suunnittelemiseen, ideointiin ja luomiseen. Lopputulos ei ole niin tärkeä, vaan nimen omaan prosessi palvelee tavoitekenttää. Teknisen tai tekstiilityön osalta saavutetaan kyllä halutut valmiudet työvälineiden käyttöön, kun vaatimuksena on tiettyjen välineiden ja materiaalien hyväksikäyttö. Tämän ei pidä rajoittaa valinnanmahdollisuuksia ja suunnittelua, tai myöskään muiden lisämateriaalien, työvälineiden ja tekniikoiden käyttöä. Näin ollen suunnittelu ja teknologia (design and technology), voisi nimenä ja aihekokonaisuutena kuvata paremmin sekä teknistä, että tekstiilityötä, jotka tällä hetkellä vaikuttavat enemmänkin historiallisilta jäänteiltä. Ne toimivat lisäksi erinomaisina, ja siten valitettavina keinoina lisätä sukupuolten välistä eriarvoisuutta ja sukupuoliroolien stereotypioita. Erotetut sisällöt rajoittavat tasa-arvoista tutustumista aihepiireihin, ja niminä ne kantavat vanhoja konnotaatioita sukupuolista ja tietyistä sisällöistä.

Toivottavasti opetussuunnitelman kehittämisen tuo tähän muutosta, joskin näyttää siltä, että sinne jää liikaakin vanhakantaisen mallin mukaista toimintaa (ks. Opetussuunnitelman perusteet vuosiluokille 3-9... 2003, 153-156), erityisesti tekstiilityön osalta. Tämä on valitettavaa, sillä teknologinen osaaminen on vaatimuksena yhtä useampaan työpaikkaan alasta ja sukupuolesta riippumatta. Toki perinteitä on hyvä kunnioittaa, mutta sen ei tulisi rajoittaa oppilaiden mahdollisuuksia ja edellytyksiä toimia tulevaisuuden osaajina, kuten nyt saattaa tavoitteiden mukaan käydä. Pelkät perinteiset käsityötaidot kun eivät riitä teknologisessa yhteiskunnassa, joka on kaikille yhtäläinen. Juuri tähän vaatimukseen kaikille oppilaille yhteinen 'design and technology' käsityön korvaavana oppiaineena voisi olla ratkaisu. Mahdolliset valinnat tekniseen ja tekstiilityöhön tehtäisiin vasta selkeästi myöhemmin. Opetussuunnitelmaan (emt., 16) on sentään eheyttäväksi oppikokonaisuudeksi laadittu 'ihminen ja teknologia', joka sisällöiltään ja tavoitteiltaan vastaa yhteiskunnallista kehitystä. Integraatioteeman käytöstä kouluissa ei kuitenkaan ole varmuutta.

Vaatimuksiin liittyen projekti huomioi teknologiakasvatuksen nimenomaisen idean suunnittelun, luovuuden ja keksimisen merkityksestä kohti toimivan tuotteen rakentamista. Kuten Alamäki (1999), Kananoja (1997) ja Järvinen (2001) Tiisanen (2002) ovat luonnehtineet, on kyseisenkin projektin tarkoituksena luoda teknologinen keksintö suunnitteluprosessin kautta (liite 1, kohdat

1, 6.1, 7.2 ja 8). Tällöin tavoitteeksi nousevat tekniikan ymmärtäminen, suunnittelutaidot ja luova keksiminen. Teknologisen keksimisen taustaoletuksena on käytetty Kimbellin (2000a,b) sekä Lehtosen (2002) malleja asteittain etenevästä teknisten oivallusten kehittymisestä, joka on myös materiaalissa esitetty selkeytettynä sovelluksena (liite 1, kohta 7.2), sekä Järvisen (2001) tuloksia avoimeen teknologiakasvatukseen liittyen. Näin ollen projekti vastaa myös uuden opetussuunnitelman haasteeseen teknologiakasvatuksen teeman soveltamisesta opetuksessa sekä kansainväliseen haasteeseen ja julkilausumaan teknologiakasvatuksen kehittämistä opetuksessa, teknologiaa kaikille –periaatteen mukaisesti (ks. Julkilausuma 1991). Sovellus- ja tulosvaiheessa nähdään miten teknologiakasvatus toimii käytännössä, kuten sen teoriakin tässä kappaleessa on olettanut.

5.3.8 Evaluaatio

Opettamisen muuttuessa konstruktivistiseen suuntaan ei perinteinen arviointi ole mielekästä. Kun tavoitteena voivat olla maailmankuvan muokkaaminen, metakognition kehittäminen, motivaation lisääminen, itsetuntemuksen tehostaminen, ongelmanratkaisutaidot, kohdistuu arviointiin aivan uusia vaatimuksia (von Wright 1993, 28-29.) On laadittava mahdollisimman laaja ja kattava menetelmä, jossa oppilaan prosessuaalisia oppimiskykyjä voidaan mitata ja tarkastella. Kysymysasettelun tulee painottaa ymmärtämistä ja päättelyä. Opettajan on seurattava jatkuvasti oppimisprosesseja havaitakseen oppilaiden kehittymistä ja pystyäkseen tukemaan heidän puutteellisia taitojaan. Peruskoulun opetussuunnitelman perusteiden (1994, 22-25) mukaan koulun itsearviointi on osa opetussuunnitelman jatkuvaa kehittämistä. Tavoitteena on tunnistaa koulun tila ja kehittämisen osa-alueet. Arviointi on väline koulun toiminnan parantamiseksi ja siihen voivat opettajien lisäksi osallistua oppilaat ja koulun muu henkilökunta sekä yhteistyötahot. Niin ikään oppilaiden arvioinnin tavoitteita ovat oppilaan kasvun edistäminen ja opetuksen uudistaminen. Enemmän tulee kiinnittää huomiota prosessien merkitykseen, jolloin oppilaan on mahdollista kehittää itseään. Menetelminä voidaan käyttää esimerkiksi itsearviointia, ryhmäpalautetta, keskusteluja ja oppimista tukevaa sanallista arviointia.

Monipuolisemman evaluaation merkitys havaitaan Kangasniemen (2000) tutkimuksen pohjalta. Oppilaiden matemaattisen minäkuvan merkitys on suuri asennoitumisen ja motivoitumisen kannalta. Aiempi koulumenestys vaikuttaa yhdessä kodin asenteellisen tuen kanssa

matemaattisen minäkuvan kehittymiseen, jolla puolestaan on yhteys oppimistuloksiin. Marton ym. (1980) puolestaan havaitsivat irrallisia faktoja vaativien kysymysten johtavan pintasuuntautuneeseen oppimistyyliin. Pietilän (2002) tutkimuksen mukaan oppilaiden kokemukset taas vaikuttavat asenteisiin, itsetuntoon ja uskomuksiin. Yhdistettäessä Kangasniemen (2000), Martonin (1980) ym. ja Pietilän (2002) tuloksia Seligmanin (1994) tutkimuksiin opitusta avuttomuudesta, selkeytyy pelkän opettajajohtoisen opetusmuodon ja perinteisten kokeiden heikkous. Oppilaat pyrkivät menestymään siinä mitä mitataan. Kun kokeet mittaavat ulkoa oppimista, siihen oppilaatkin pyrkivät. Seligmanin mukaan epäonnistumisten ja huonojen esimerkkien kautta syntyvä opittu avuttomuus vaikuttaa oppilaan suoriutumiseen jatkuvasti. Koulussa huonommin menestyvät oppilaat masentuvat huonoista arvosanoista ja yrittävät vielä vähemmän, joka johtaa entistä huonompiin arvosanoihin. Jatkuva huono palaute vaikuttaa myös minäkuvaan, joka on yhteydessä oppimistuloksiin. (Seligman, 1994; Kangasniemi 2000.)

Jos opetusta kehitettäisiin suuntaan, jossa oppilaat voivat tutkia, tarkkailla, toimia ryhmässä, pohtia, selvittää ongelmia ja suorittaa monipuolista itsearviointia, tukisi se myös huonommin menestyviä oppilaita. Opettaja näkisi joka oppilaan hyvät puolet ja voisi korostaa niitä. Sanallisessa arvioinnissa voidaan tukea heikompiakin oppilaita ja kertoa heille vahvuuksista, näin edesauttaen hyvän itsetunnon kehittymistä. (Seligman 1994; von Wright 1993.) Numeroarviointi tukee lähinnä menestyjiä ja leimaa heikompia oppilaita (Uusikylä & Kansanen 1988). Korpisen (1982) tutkimuksen tuloksista havaitaan, että sanallisella arvioinnilla ja kodin sekä koulun yhteistyön kehittämisellä (vanhempien antama kannustus) oli positiivinen vaikutus paitsi oppimistuloksiin, myös työskentelytottumuksiin ja opiskelutekniikoihin. Erityisesti heikommin menestyneiden oppilaiden motivaatio, itseluottamus, menestyminen sekä opettajan ja oppilaiden väliset suhteet paranivat. Tulokset liittyvät teoretisointiin, jossa ajatellaan minäkäsityksen rakentuvan paitsi hyväksynnästä ja rakkaudesta, myös suoriutumisesta, jota tässä tapauksessa tuettiin sanallisella arvioinnilla.

Perinteinen arviointi pyrkii vertailemaan oppilaiden suorituksia ja keskinäistä järjestystä. Nykyään tietoa tulisi saada oppilaan ajattelutavoista ja sen niiden kehittymisestä. Tällöin voisimme vaikuttaa oppimisen paranemiseen. Arvioinnin tavoitteena tulee olla auttaa oppilasta ymmärtämään paremmin opetettavia asioita. Kokeet antavat tietoa lapsen muistista ja asioiden hallinnasta. Rinnalle on kuitenkin saatava ajattelua, ongelmanratkaisua ja oppimista mittaavia testejä sekä lapsen oma itsearviointiosuus. Ajattelua ja ongelmanratkaisua voidaan mitata avoimilla selostuksilla, joita oppilaat laativat pulmista, ongelmista tai sanallisista tehtävistä.

Sanallinen työseloste antaa opettajalle tärkeää tietoa oppilaan ajattelun kehittymisestä ja sen vaiheista. Tällöin opettaja löytää paremmin mahdolliset virheet ongelmanratkaisun logiikassa tai mekaniikassa. Selostus auttaa myös oppilasta kehittämään ajatteluaan, sillä hän joutuu miettimään miten asian esittää, eikä vain laske rutiininomaisesti. (Pehkonen 1995.)

Itsearviointi kehittää oppilaan omia metakognitiivisia tietoja ja taitoja, eli tietoa omista kyvyistään ja niiden käyttötavoista. Itsearvioinnissa oppilas kehittää omaa identiteettiään ja realistista kuvaa itsestään. Oppilaan tulee oppia arvioimaan kriittisesti omaan työskentelyään ja toimintaansa, jotta hän voisi sitä kehittää. Jos oppilas antaa itselleen aluksi tavoitteen, voi hän jälkikäteen verrata suorituksiaan tavoitteeseen pääsemiseksi lopputuloksen kanssa. Itsearvioinnissa voi olla täydennettäviä lauseita, kuten 'tänään opin matematiikassa ...'. Sitä voi käyttää myöhemmin keskusteluissa lapsen ja tämän vanhempien kanssa. Yhdenmukaisuutta voi verrata vaikka lukukausitodistuksessa opettajan antamaan arviointiin. (Pehkonen 1995.)

Perinteiset koulukokeet ovat olleet yksinkertaisia mitä- ja milloin- painotteisia. Edellä olevien tulosten pohjalta voidaan todeta kyseisten kysymysten johtavan ulkoa oppimisen yksityiskohtia painottavaan strategiaan. Kun tietoa on nykyään saatavilla helposti, korostuu ulkoa oppimisen lisäksi kokonaisuuksien hahmottaminen, tiedon soveltaminen ja ymmärtäminen. Oleellista on muuttaa kokeiden painotuksia koskemaan kokonaisuuksia, joissa vaaditaan pohdintaa ja ajattelua. Kokeisiin lisätty itsearvioinnin osuus kehittää metakognitiivisia kykyjä itsetuntemusta lisäten. Tällöin oppimisstrategiat muuttuvat syväsuuntautuneemmiksi. Tavat palvelevat oppilaita tulevaisuudessakin kehittyneinä ajattelu- ja ongelmanratkaisutaitoina.

Kohonen (1990b) on pitkälti samoilla jäljillä. Hän pitää tarpeellisena arvioinnin muuttamista opetuksen mukana. Jos oppiminen tähtää vastuullisuuteen ja oppimistaitojen kehittymiseen, tulee arviointikin liittyä prosessin tarkasteluun, jolloin se tukisi oppimista ja oppijan itsenäistymistä. Arvioinnin täytyy kehittyä oppimistavoitteiden mukana ja jos opetus on kokonaisvaltaista, on opettajan hyvä pohtia tavoitteiden, työmuotojen ja sisältöjen muodostamaa kokonaisuutta. Näin arviointi palvelee suurempia ja moninaisempia tarkoituksia, myös opettajan oman työn kehittämistä. Arvioinnin erilaisia mahdollisuuksia ovat muun muassa havainnointi, pohdiskelu, muistiinpanot, haastattelut, päiväkirjat sekä muu taltiointi ja ryhmäpalaute tarkastelun kautta. Lisäksi tarvitaan suurten joukkojen mittaamiseen hyväksi havaittuja tulosarvioinnin testejä. Arvioinnin tulee olla väline opetuksen tehostamiseen ja palvella sen kehittymistä. Kun opettaja on oppimisen jatkuva tarkkailija, hän voi arvioinnin lisäksi ohjata oppilaita kohti ajattelun ja ongelmanratkaisun edellytyksiä. Kohonen sisällyttää arvioinnin osaksi myös opettajan oman

itsearviointin, jonka päämääränä on niin ikään opetuksen kehittäminen. Hän näkee arvioinnin kehittämisen pedagogisena haasteena.

Jo 1980-luvulla Korpinen (1982) oli vahvasti sitä mieltä, että arvioinnin tulee perustua tavoitteisiin. Koko arvioinnin käsitteistöä pitää laajentaa ja sen tehtävät tarkasti määritellä. Kognitiivisten tavoitteiden lisäksi tulee mitata muitakin tavoitealueita ja oppimistulosten ohella tarkkailla prosessia. Tiedonhankintamenetelmät ja itsearviointitaidot haluttiin niin ikään kehityksen kohteiksi. Oppilaidenkin mielestä perinteinen arviointi kaipasi täydentämistä. Taba (1962, 313-315) jatkaa samoin periaattein vieläkin varhaisemmalla ajalla. Häneen mukaansa evaluaatio palvelee, tai pikemminkin voisi palvella koulun toimintaa ja opetussuunnitelmien kehittämistä. Tieteiden opetuksessa tavoitteena ovat korkeammat henkiset prosessit ja tieteellinen kyvykkyys. Tällöin arvioinninkin pitää osaltaan mitata ongelmanratkaisutaitojen kehittymistä. Onkin huomattu että vanha opetussuunnitelma ei kehitä kyseisiä taitoja. Toki arviointia tarvitaan myös mittaamaan yksilöiden saavutuksia ja kyvykkyyttä, mutta laajemmassa merkityksessä. Ausubel ym. (1978, 163, 597) korostavat arvioinnin merkitystä, koska tiedonrakentamisen luonteen takia opettajan tulee olla tietoinen siitä, mitä oppilaat ennestään tietävät. Tämä johtuu uuden tiedon yhteensovittamisesta vanhaan, kuten kognitiivinen psykologia osoittaa. Myös opettamisen metodien toimivuutta ja opetussuunnitelmaa voidaan tarkkailla arvioinnin kautta.

Tässä vaiheessa haluan korostaa, että niin suunnitelmalliset, toiminnalliset kuin arviointiinkin kohdistuvat muutokset eivät tarkoita välitöntä siirtymistä pelkkien prosessien tarkastelun ääripäähän. Tarvitsemme edelleen luotettavaa tietoa opetussuunnitelmallisten tiedollisten oppimistavoitteiden saavuttamisesta yksilötasolta lähtien. Tarkoituksena olisikin kehittää arviointia joustavammaksi ja ennen kaikkea syväsuuntautuneemmaksi. Tällöin oppilaat saavat tietoa omista kyvyistään sillä tasolla, että heidän ajattelunkin taitoja on mahdollista kehittää. Tähän kuuluvat prosessiarvioinnin lisäksi itsearviointi, jatkuva seuranta, ohjaus ja kehittävä sanallinen evaluaatio sekä perinteinen arviointi.

Suunnittelu- ja tutkimisprojektin (liite 1) yhteydessä olen soveltanut moninaisemman evaluaation periaatteita. Kuten todettua, niin oppilaiden toiminnan suuntaamisen takia kohti kokonaisvaltaista syväoppimista, oppilaille kerrotaan työn tavoitteet ennen työhön ryhtymistä (liite 1, kohta 6.1). Lisäksi projektissa on huomioitu sekä tiedollisten että muiden tavoitteiden moninainen mittaus. Paitsi, että opettaja seuraa jatkuvasti oppilaiden toimintaa, niin ennako- ja jälkimittaukset miellekartalle paljastavat enemmän oppilaiden käsitteistä kuin perinteiset

pintasuuntautuneet kokeet (liite 1, kohdat 5.2, 11.). Miellekartta palveleekin siis ennakotietojen paljastajana tiedonrakentamisen helpottamiseksi, mutta myös tiedollisen jäsenyisyyden kartoittajana. Lisäksi projektin koonti (liite 1, kohta 9) ja oppilaiden itsearviointi sekä palautekeskustelut (liite 1, kohdat 7.1, 10 ja 12) ovat kiinteä jatkumo prosessille ja oppilaiden toiminnan tarkastelulle. Myös opettajan on kyettävä vastaanottamaan palautetta ja kehittämään toimintaansa. Näin pyritään huomioimaan muun muassa Korpisen (1982), Seligmanin (1994), Pehkosen (1995), Kohosen (1990b) ja Kangasniemen (2000) ideoita ja tuloksia arvioinnin monipuolistamisen merkityksestä. Projektin toimivuutta teknistä ymmärrystä kehittäväna prosessina, mitattiin teknisen laitteen selittämistä käyttäen ennakko- ja jälkimittauksia. Kuten opetuspaketissakin (liite 1, kohta 10) on todettu, se voi toimia varteen ottavana tapana yleisen oppimisen tarkastelussa.

5.3.9 Uusi opettajakäsitys

Koska elinikäinen oppiminen, tiimityöskentely, murroksen mukana pysyminen ja humanistinen ihanne ovat oppilaisiin ja oppimiseen kohdistettavia vaatimuksia, ovat ne myös opettajuuden uusia suuntia. Yhteiskunnallisella tasolla byrokratia on murtumassa ja vastuuta jaetaan. Nämä ovat vastuun ottamisen ja demokratian kannalta keskeisiä asioita. Tavoite on toisaalta ristiriitainen, sillä kaikkialle siirtyvä kaupallinen kilpailu- ja pätevyysasetelma ei tue kyseistä kehitystä. Joka tapauksessa koulukohtaisen kehitystyön korostuminen vaatii opettajalta uusien vuorovaikutustaitojen oppimista, uutta teoreettista hallintaa ja kasvattajan sekä ohjaajan aseman korostamista, jotta kokemuksellinen oppiminen mahdollistuisi oppilastasolla. Koulutuksen kehittäminen, verkottuminen, tutkiva opettajuus ja ammatillinen kasvu ovat saaneetkin myönteisen vastaanoton opettajien keskuudessa. (Kohonen 2002, 354-360.) Opettajien myönteisyys on tietysti muuttuvien opetuksellisten vaatimusten ja yhteiskunnan sekä tekniikan jatkuvan kehittymisen näkökulmasta oleellista.

Nopeasti ja alati muuttuva teknologia tuo informaatio- ja kommunikaatiotekniikoita (ICT) luokkatiloihin kasvavalla vauhdilla. Tietoa on saatavilla yhtä paremmilla ja nopeammilla tavoilla, joka hyödyttää sekä oppilaita että opettajaa. Uudet kannettavat ja langattomat tiedonhaku ja – siirtomenetelmät tulevat olemaan opetuksen apukeinoja. Tämä aiheuttaa vaatimuksia opettajan roolille, jonka täytyy opetella uusia taitoja ja vastuualueita. Roolit spesifioituvat erikoistuvaan opettajuuteen, jossa oppimistekniikat, kehittely- ja suunnittelutyö

sekä oppimistilojen ja resurssien ohjaus jakautuvat eri opettajille, jotka työskentelevät elektronisen median avulla opiskelevien lasten kanssa. Tämä tarjoaa mahdollisuuden luovuuden kehittymiseen ja yhteistyöhön sekä teknisiin valmiuksiin niitä taitoja vaativassa laajenevassa teknologisessa maailmassa (Wheeler 2001.)

Opetuksen suunnittelu kokee myös muutoksia, jolloin opetussuunnitelmassa olisi vain keskeisen osaamisen kannalta relevantit oppimistavoitteet. Oppiminen on oppijan omaa aktiivista tiedon rakentamista, jossa hän valikoi ja tulkitsee tietoa olemassa olevien tietojensa pohjalta, oppimisen ollessa kontekstuaalista. Ajatteluun ja ymmärtämiseen päästään keskeisten ongelmien kautta. Tämän kaltaisessa opetuksessa opettaja luo tilanteita, jotka herättävät oppilaassa kysymyksiä ja tarpeen selvittää vastaus kyseiseen ongelmaan. Opettaja ohjaa oppilaita opetussuunnitelman mukaisten ongelmien pariin johdatteleville kysymyksillään ja herättämällä mielenkiintoa. Keskeistä on oppimaan opiskelu (Rauste – von Wright, 1997, 19.) Näin opettajan roolissa korostuu ohjaajan ja neuvojan asema tiedonsiirtäjän sijasta (Jonassen 2000, 276). Haapasalo (2001, 153) tähdentää, että konstruktivistinen lähestymistapa poistaa oppiainesaarekkuutta, mikä vaatii joustavan laaja-alaisen opettajan.

Muutos luo opettajaan uusia vaatimuksia vanhaan empiristis-behavioristiseen menetelmään verrattuna, jossa opettaja antoi oppilaille valmiiksi pureskeltua tietoa olettaen, että nämä voivat siirtää sen suoraan päähänsä. Rauste -von Wright (1997) mainitsee, että opettajan on hallittava opettamansa sisältöala erittäin hyvin, jotta hän kykenee jatkuvaan ongelmanratkaisumenetelmän ylläpitämiseen ja mallina toimimiseen. Hänen täytyy taiteilla eri lähtökohdista etenevien oppilaiden strategioiden ohjaajana. Opettajan täytyy huomioida oppilaiden valikoivan tarkkaavaisuuden, vaihtelevien tulkintojen ja opetuksen kontekstiaalisuuden merkitys oppimistuloksiin. Itsereflektioon ohjaaminen on myös osa oppimista. Ohjaajan on kyettävä lisäksi herättämään ristiriitoja, joihin oppilaat haluavat saada vastauksen säädellen samalla emotionaalisesti positiivista ilmapiiriä. Richardsonin (1997, 9) mukaan opettajan kyvykkyydestä konstruktivismin yhteydessä on noussut erityisesti kaksi asiaa pinnalle. Ensimmäinen on sosiaalinen tietämys ja kyvykkyys, jonka pohjalta löydetään oppilaiden yksilölliset oppimis- ja kehittämisprosessit. Toinen on oppiaineen erikoissisältöjen hallitseminen. Yhdessä ne vaikuttavat opetuksen toimivuuteen.

Opettajan on huomioitava oppilaiden erilaisuus hyvin tarkasti, sillä tutkimukset osoittavat, että oppilaiden käsitykset itsestään ja kyvyistään vaikuttavat tiedolliseen toimintaan ja arvioimiseen (Kangasniemi 2000, 13). Virheellinen tai negatiivinen palaute menneisyydessä, puutteellinen

motivaatio tai epäonnistumiset ovat olennainen ja yksilöllinen osa oppijakuvaa. Jos opettaja pyrkisi opettamaan kaikkia oppilaitaan samoilla menetelmillä samoista lähtökohdista, syntyisi ongelmia opettajan vaatimusten ja oppilaiden käsitysten ja ajattelutapojen erilaisuuden kohdatessa. Ohjaajan tulee olla tietoinen oppilaiden taustoista ja käsityksistään itsestään sekä vanhoista tietorakenteista. Tämä korostaa itsearvioinnin merkitystä paitsi oppilaan omia metakognitiivisia taitoja kehittäen, myös arvokkaana tietolähteenä oppilaan taustoista ja prosesseista.

Brooks & Brooks (1993, 101-118) ovat kuvanneet opettajan toimintaa muuttuvan oppimiskäsityksen aikana konstruktivistisen käsityksen pohjalta. Opettajan tulee rohkaista oppilaita ja hyväksyä heidän autonomisuus ja aloitekyky. Kysymysten esittämistä täytyy tukea, jolloin oppilaista kehittyy ongelmanratkaisijoita ja niiden löytäjiä. Valmiiden käsitysten tarjoamisen sijasta opettaja kehottaa oppilaita muodostamaan omia tulkintojaan ja tekemään johtopäätöksiä lukemiensa materiaalien pohjalta. Oppilaita ohjataan tekemään analyysiä, luokitteluja, tulkintoja ja ennusteita, jotka vaativat syvempää ymmärrystä. Maailmantilannetta ja tapahtumia voi hyödyntää opetuksessa ja keskustelun nostattamisessa, eikä käsitellä asioita silloin, kun ne eivät enää ole ajankohtaisia. Monipuolinen keskustelu ja dialogi tarjoaa valmiuksia tulevaisuuteen ja kehittää ajattelua sekä lisää tietoa. Keskustelun tukemiseksi luodaan toimivat oppilassuhteet. Vaikka oppimisen tulokset olisivatkin erheellisiä, on prosessi voinut olla hedelmällinen, jolloin arvioinnin pitää ottaa se huomioon. Opettajan on annettava miettimisaikaa, eikä odottaa vastauksia heti. Hänen tulee ohjata oppilaiden luontaista uteliaisuutta sopiviin kohteisiin, jolloin motivaatiota tulee hyödynnettyä.

Perinteinen opettajakeskeinen opetustapa on yhdeltä nimitykseltään tyypillistä *top-down* opetusta, jossa opettaja jakaa eksperttitietoaan oppilaille. Usein sellaista opetusta on erittäin vaikea liittää oppilaiden kokemusmaailmaan. Tällöin oppilaat eivät koe opetusta mielekkäänä, sillä se on kaukana lapsen kokemusmaailmasta. Jonkinlaisena vastakohtana pidettäköön *bottom-up* -suuntauksia, joita erityisesti radikaali konstruktivismi korostaa. Tällöin lähdetään liikenteeseen oppilaiden maailman ongelmista. Tapa on oppilaskeskeinen ja motivoiva, mutta ongelmakohtina nähdään oppilaiden rajallisuus. Oppilaiden kokemukset poikkeavat tutkitusta tiedosta maalaisjärjen mukaisine käsityksineen sen verran, että oppilaita on ohjattava tieteelliseen tapaan ajatella ja selittää maailmaa. Ensimmäinen versio on siis epämielikkäs ja kaukana lapsen kokemusmaailmasta oleva tapa oppia. Jälkimmäisen vaarana taas on oppilaiden kehittelemät täysin kyseenalaiset teoriat ja ajatukset tiedosta. Tietynlainen synteesi onkin tarpeen, jotta molempien tapojen hyvät puolet yhdistyisivät. (Kaasila 1997, 53-58.) Tällöin

voidaan puhua induktiivisesta tai deduktiivisesta tutkimistavasta, jotka tarjoavat mahdollisuuden paitsi mielekkääseen tutkivaan tiedonhankintaan, myös yhteiseen koontiin.

Muuttuvan opettajakuvan luomiin vaatimuksiin tulisi myös opettajankoulutuksen aktiivisesti panostaa. Kuitenkin opintojen laajuus suhteessa aikaan, sekä aineenhallinnan suhde kasvatustieteen opintoihin kulkevat kuin kahta eri linjaa, kuten Niskanen (1997, 115-116) toteaa. Vaikka esimerkiksi Lapin yliopistossa kyseistä ongelmaa on yritetty tietoisesti ratkoa, ongelmat tuntuvat yhä säilyvän. Hän huomauttaa Vonkin ja Schrasin (1986) pohjalta opettajan ammattikuvan kasvavan ja muokkautuvan opintojen lisäksi vain muutaman vuoden aikana töiden aloittamisesta. Kun opettaminen muuttuu tämän jälkeen traditionaaliseksi, on siihen hyvin vaikea puuttua. Lisäksi Raivolan (1989, 7-8) mukaan vähäinen ammattitaito altistaa systeemiin alistumiselle.

Tietojen pohjalta on aiheellista lähteä miettimään, kuinka suuri vastuu opettajankoulutuksella sekä tulevalla työpaikalla on opettajan ammatti-identiteetin kehittäjinä. Välinpitämätön suoritusilmapiiri perinteisine opetusmenetelmineen voi vaikuttaa negatiivisesti tuleviin opettajiin. Herää kysymys, kuinka suuri vaikutus tulevien opettajien asenteisiin on opettajankoulutuksella, jossa opetus painottuu luentoihin ja kirjatentteihin, kun suuntana pitäisi sen sijaan olla ongelmanratkaisu, kriittisyys ja uudet oppimisympäristöt. On varsin ristiriitaista luennoida konstruktivistisesta ongelmanratkaisusta perinteisin menetelmin. Eivätkö luennoitsijat usko esittämiinsä teorioihinsa vai vaatiiko syvempi opettaminen liikaa resursseja tai kenties uutta asiantuntemusta? Joka tapauksessa, kuten Niskasen (1997) esityksestä voidaan päätellä, niin ammattikuvan kasvuun vaikuttavat tekijät tulevat pääosin opettajankoulutuksen ajanjaksolta. Koulutuksen yhteiskunnallinen vastuu nousee näin erittäin suureksi opettajien kasvatusasenteiden muokkaajana.

Ongelmakohtiin voi paneutua esimerkiksi mikro-opetuksen avulla. Siinä opetetaan vain 5-10 minuuttia kerrallaan 5-10 oppilaalle. Opetuksessa keskitytään yhteen osa-alueeseen, kuten ohjeiden antoon. Osa-aluetta voidaan harjoittaa kunnes se toimii, ja siirtyä seuraavaan. Näin voidaan harjoittaa mahdollista yksittäistä puutetta opettajalla. Periaatteesta johdettiin minikurssitus, jossa opettaja lukee, näkee, kokeilee ja arvioi jotain tiettyä opetusmetodia. Siinä yhteydessä käytettiin paljon juuri itsenäisestä työskentelystä kertovaa materiaalia ja sitä kokeilevaa opetusharjoittelua. Oppilaiden tekemät arviot opettajan toiminnasta tuovat myös tarpeellista tietoa ja kehitystä vaativia piirteitä näkyville. (Gage 1979, 47-52.) Opetukseen ja opettamiseen kohdistuvaa arviointia ei missään nimessä saakaan unohtaa. Se on arvokasta

palautetta oppilailta, jotka ovat päivittäin opettajan ohjauksessa. Kritiikkiä tulee kuunnella ja omaa toimintaa jatkuvasti tarkkailla, jotta ammattitaitoinen työn kehittäminen olisi mahdollista. Rehtori voisi ottaa myös enemmän vastuuta opetuksen laadun valvonnasta. Keskustelua ja menetelmien sekä kokemusten vertailua ei sovi unohtaa, sillä näin saadaan käytännön ohjeita kollegoilta hyvistä toimintatavoista.

Muuttuvan opettajakuvan tarkastelu ei sinänsä tuo uutta ilmettä opetusmateriaaliin (liite 1), vaikkakin se osaltaan tukee materiaalissa tehtyjä ratkaisuja ja tavoitteita. Uuden opettajankuvan mukaisiin vaatimuksiin pääsemisessä on huomioitava piilo-opetussuunnitelmalliset (opinnäyte, luku 3) sekä yksilön sisäisen paradigman (luku 4.1) mukaiset kehitysongelmat. Opettajuuden kehittyminen ei toteudukaan automaattisesti, vaan se on syvä prosessi, johon opetuspaketilla pyritään luomaan mahdollisuuksia. Ehkä tähän yhteyteen liittyen, yhtenä tärkeimpänä asiana, nostaisin pinnalle Richardsonin (1997, 9) huomioin opettajan kyvykkyydestä konstruktivismin yhteydessä. Sosiaalisen tietämyksen merkitys on oleellisen tärkeää toimivan avoimen projektin käynnistämiseksi ja ylläpitämiseksi. Tämä liittyy läheisesti luokan sisäisen dynamiikan tuntemiseen, ja se näkyy muun muassa ryhmiä muodostettaessa. Mikä tahansa kokoonpano ei ole toimiva oppimisen kannalta. Lisäksi sujuva ja monipuolinen ohjaus vaatii asiantuntemusta, jotta oppilaita voi ohjata oikeiden lähteiden pariin ja keskustella heidän kanssaan mielekkäällä tasolla. Tämän johdosta asioita on myös materiaalissa korostettu, sekä ryhmädynamiikan (liite 1, kohta 6.2), että tiedollisen taustoituksen osalta (liite 1, kohdat 3 ja 4).

Avoin opettajuus, avoimet oppimisympäristöt, tutkiva oppiminen ja aineintegraatio monipuolistavat metodologiansa puolesta myös oppimisen tavoitteistoa. Näin saavutetaan kätevästi opetussuunnitelman perusteiden vuosiluokille 3-9 ja perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden vuosiluokille 1-2 (2003) yleistä oppimistavoitteistoa. Opetusmateriaaliin (liite 1, kohta 2) on sen johdosta kirjattu projektiin liittyvät tavoitteet, soveltuvuus ja ajankäyttö. Vaikka tavoitteisto on kattava, niin materiaalin toimivuuden tarkastelun yhteydessä tullaan havaitsemaan, kuinka monipuolisiin tavoitteisiin on mahdollista päästä.

6. OPETUSMATERIAALISTA – KONSTRUKTIVISMIA KÄYTÄNNÖSSÄ

Opetusmateriaalin aihepiiristä on ollut jo puhetta sen laatimisen edetessä teoreettisen tarkastelun yhteydessä vaihe vaiheelta. Käytännön toteutuksena materiaali yhdistää kestävän kehityksen, teknologiakasvatuksen, luovuuden, suunnittelutyön, rakentamisen ja tutkimisen osia toisiinsa konstruktivismin opetusmetodologian mukaisesti. Työprosessissa käytetään suunnittelemalla oppimisen periaatteita, jossa oppilaille annetaan pääpiirteittäinen ongelma ja työtehtävä valmistaa aurinko-, tuuli- tai vesivoimalla toimiva käytännön tarpeeseen vastaava tuote. Oppilaat toimivat ryhmissä ja heidän tulee selvittää ratkaisuja myös tutkiviin kysymyksiin kirjallisten-, kuvallisten-, elektronisten- ja asiantuntijalähteiden, sekä oman toiminnan kautta. Projekti vaatii ongelmanratkaisukykyjen kehittämistä, yhteistoiminnallisuutta, tiedonhakua, itsenäisyyttä ja tiedollisissa ja taidollisissa valmiuksissa etenemistä. Prosessista on pidettävä kirjaa, valmistettava piirustukset, tehdä selvitys voiman käytöstä ja siirrosta, huolehtia tiedollisiin tavoitteisiin pääsystä ja toteuttaa itse esineen rakentaminen. Työskentelyssä käytetään myös tietoteknisiä apuvälineitä ja lopuksi kootaan tiedot ja saavutukset esitettävään muotoon muuta luokkaa varten.

Teoreettinen tarkastelu pyrki jo itsessään tuomaan jotain ratkaisuja opetussuunnitelmallisiin tavoitteisiin ja oppilaiden vaatimuksiin opetusta kohtaan. Siten tutkimuksen alkuosa toimii itsenäisenä kokonaisuutena, kannanottona ja ratkaisuvaihtoehtona opetuksen kehittämisen vaatimukseen nähden. Lisäksi se on opetusmateriaalin kehys, integroitu taustateoreettinen synteesi. Oppimismateriaalin luomiseen liittyen, joudun kuitenkin käsittelemään vielä hieman uutta oppimateriaalitutkimuksen teoriaa projektin tehostamiseksi.

Tietoyhteiskunnan luomat uudet haasteet ovat myös oppimisen kannalta vaatimuksia. Kun ne yhdistetään didaktiseen tietämykseen, saavutetaan laaja-alaisia itsenäisiä työprosesseja. Useissa tutkimuksissa on havaittu, että oppikirjasidonnaisuus vähentää oppimisen vapautta ja lisää opettajakeskeisyyttä. Oppikirjat ovat pitkälti johdattelleet didaktisia prosesseja, jolloin opetussuunnitelmalliset ja –teoreettiset lähtökohdat ovat jääneet sivuun. Kehittämisaatimuksia ovat oppilaiden kokemusten, odotusten, opiskelutapojen ja motivaation korostaminen, jotka toimisivat lähtökohtana materiaalien ja menetelmien vaihtelevalla käytöllä. Opetusmenetelmät ovat siten osa opiskelun kokonaisuutta ja oppimateriaalien tehtävä on synnyttää ajatteluprosesseja. Tällöin tiedolliset sisällöt eivät määrittäisi opetusprosessia, vaan oppimisesta muodostuisi kokonaisuus. Materiaalien tehtävän tulisi olla mielekkyyden luominen,

kokonaiskuvan tarjoaminen, tiedon jäsentäminen, käytännön stimulointi, sovellusten tarjoaminen ja itsearviointin mahdollistaja. Näin opetuskaan ei ole irrallinen osa oppimista vaan oppimisen myötäilijä. (Kiiskinen 1987, 104-124.)

Gröhnin (1987) tutkimus korostaa, että yleisellä tasolla esitettävät perustelut, joissa ei ole tarttumapintaa oppilaiden kokemusmaailmaan, ovat huono motivointikeino. Juuri oppilaan oman, sisäisen motivaation löytäminen olisi tärkeää. Tiedonkäsittelyyn liittyy materiaalin jäsenyisyys, sillä atomistinen ote tekstissä jää irralliseksi palatiedoksi, jonka merkitys näkyy vain ulkoa opettelussa. Vertailussa kokonaisvaltaisempaa ja atomistisempaa materiaalia käyttäneiden koulujen välillä löytyi jonkin verran eroa, siten että kokonaisuudet ja käsitteet olivat paremmin hallussa kokonaisvaltaisempaa materiaalia käyttäneiden parissa. Atomistinen teksti näyttää suosivan pintasuuntautunutta oppimista ja yksityiskohtien muistamista.

Kun tarkastellaan Ekolan (1987) selostusta ammatillisten oppilaitosten kehittämisestä, ammatillisesta laaja-alaisuudesta ja prosessionaalisesta työstä nähdään selkeitä ideologisia yhteyksiä nykypäivän konstruktivistiseen ajattelumaailmaan peruskoulutasolla. Toimintaa tulee hallita kokonaisuutena, itsenäisesti, laaja-alaisesti ja erilaisissa tilanteissa. Mitään suoritusta ei hallita vain motorisesti, vaan se edellyttää havainnoinnin, muistin ja ajattelun yhteistoimintaa, jossa motivaatio takaa toiminnan pitkäjännitteisyyden. Motivoitumiseen vaikuttavat aineelliset, sosiaaliset ja henkiset tarpeet, sekä uskomukset, tunteet, arvot ja asenteet, jotka muodostavat kompleksisen kokonaisuuden. Toiminnan kokonaisvaltaisuus vaatii teoreettisen pohjan, jonka voi yhdistää käytännön toimintaa. Näin kognitiivinen säätely ja motorinen toiminta yhdistyvät. Kognitiivisessa säätelyssä sitoudutaan ja orientoidutaan tehtävään, suunnitellaan sen toteutus ja kontrolloidaan suorituksen edistymistä. Tällainen kokonaisuus puolestaan edellyttää holistista oppimista. Opetuksen mielekäs jäsentäminen, motivaatio ja holistinen oppiminen vaativat oppiaineen koossapitävän ytimen löytämisen, jonka ympärille tarvittava tietoaines rakentuu. Orientoituminen on siten hyvin tarkoituksenmukaista. Tämän jälkeen tekemällä harjoittelu on osoittautunut useimmiten parhaaksi menetelmäksi, jossa kognitiivinen toiminta yhdistyy motoriseen suoritukseen.

Kuusiston (1989) selonteon mukaan oppimateriaalien (=oppi- ja työkirjat sekä opettajanoppaat ja av-materiaali) merkitys on 80-luvun lopulla opettajien keskuudessa tunnustettu jopa opetussuunnitelmaa korkeammaksi. Oppimateriaalien nähtiin helpottavan opettajan työtä ja tekevän oppimisesta tehokasta. Tärkein opetuksellinen tehtävä oli tiedon jakaminen. Niiden katsottiin myös motivoivan oppilaita ja ohjaavan itsenäiseen opiskelutekniikkaan.

Havainnollisuus, toiminnallisuus ja elämyksellisyys eivät nousseet yhtä merkityksellisiksi. Oppikirjat nähtiin useissa vastauksissa ainoana järkevänä materiaalina itsenäiseen työskentelyyn ja oppilaskeskeisyyteen. Tosin erityisesti alkuopetuksessa kannatettiin eheyttävään kokonaisopetukseen siirtymistä. Yksinkertaiset työkirjat nähtiin toimimattomina ja ala-asteella toivottiin kokonaisuuksia käsittelevää materiaalia. Kaiken kaikkiaan oppimateriaaleja arvostettiin erittäin korkealle.

Kiiskisen (1987) koonnin mukaan oppikirjasidonnaisuus kuitenkin passivoittaa oppimista ja Koskenniemen ja Komulaisen (1983) tulokset osoittavat, että oppikirjat eivät tarjonneet vapautta ilmaista omia ajatuksia tai mahdollistaneet sosiaalisia kontakteja. Lisäksi oppikirjojen käyttäminen teki tunneista opettajakeskeisiä ja yksipuolisia. Tällöin oppilaskeskeiset ja yhteistoiminnalliset opetusmuodot hävisivät. Opettajat muuttivat vain harvoin oppikirjamaista etenemistä, joskin poikkeukset osoittivat, että variointi ja tuntien monipuolistaminen on mahdollista vaikka oppikirjoja käyttäisikin. Samoja tuloksia on nähtävissä myös Karin (1988) tutkimuksessa. Hän painottaakin siirtymistä pois oppikirjasidonnaisuudesta, kohti oppilaan omiin ongelmiin ja toimintoihin. Niin ikään Gröhn (1987) ja Ekola (1987) peräänkuuluttavat aktivoivaa oppimista didaktisin ja oppimisteoreettisin perustein.

Nämä tulokset on luonnollisesti huomioitu opetusmateriaalia laadittaessa. Se ei ole tiukan oppikirjamainen ja ehdoton kokonaisuus, vaan nimen omaan varioitavissa oleva innostemateriaali opetuksen monipuolistamiseksi (liite 1). Tällaisen opetusmateriaalin kautta ei toivottavasti ole mahdollista passivoittaa oppimista, kuten tulokset osoittavat oppikirjojen tekävän. Näin ollen kokonaisopetukseen on mahdollista siirtyä juuri avoimempien materiaalien kautta. Tällöin sosiaalisten kontaktien löytyminen ja tuntien vaihteleva eteneminen tulee mahdolliseksi. Passivoittavaan oppikirjasidonnaisuuteen liittyen on huomioitava tietysti miten materiaalia hyväksikäyttää. Jos kirja toimii ainoana oppimisen lähteenä pelkän lukemisen ja kyselemisen kautta, ei tuki oppimisprosessille ole kummoinen. Toisaalta, jos oppikirjoja on useita ja niitä käytetään tutkivan projektin osalähteinä, ne voivat tukea konstruktivistista oppimista. Tämä edellyttää kuitenkin syvempää tiedonkäsittelyä, keskustelua, sosiaalista vuorovaikutusta ja mielellään käytännön havainnointia, kuten opetuspaketissäkin on ohjattu tekemään.

Lisäksi oppikirjat ja opetussuunnitelmat, kuin myös opettajankoulutus ovat kehittyneet tutkimusten ajankohdan 1980-luvun lopun jälkeen. Kuitenkin, opetuspakettia luodessani pidän tärkeänä keskittyä erityisesti motivaation ja orientaation löytämiseen, sillä tutkimustulokset

peräänkuuluttavat niiden merkitystä. Tämän jälkeen oppilaat saavat toimia itsenäisinä ryhminä erilaisten materiaalien, lähteiden ja suunnitelmien parissa omaa luovuuttaan käyttäen, mikä osaltaan edesauttaa mielekkään toiminnan ylläpitämistä ja sisäisen motivaation jatkumista. Tällöin teoreettinen tiedonhaku yhdistyy käytännön suunnittelu- ja rakennustyöhön. Lopulta koonti kasaa ryhmien tuotosten tieto- ja taitopohjaa. Näin vältetään tiettyyn kirjaan paneutumista ja edesautetaan autonomisuuden ja itsenäisyyden kehittymistä sekä tiedonrakentamista konstruktivistisen oppimissuuntauksen mukaisesti. En ole myöskään laatinut oppimispakettiin (demoa lukuun ottamatta) tarkkaa tai ehdotonta tiedollista lähdemateriaalia, sillä se saattaisi yllä oleviin oppimateriaalitutkimusten tuloksiin pohjaten rajoittaa avointa tutkimusprojektia. Lähinnä opettajan taustoittamiseksi avoimen projektin toimivuuden kannalta, on laadittu opettajan asiantuntemusta tukeva koonti (liite 1, kohta 3) sekä oppilaiden monikanavaisuutta tukeva materiaalitarkastelu (liite 1, kohta 4). Tämä siksi, koska teknologiakasvatus on aihepiirinä usealla opettajalle outo. Kyseiselle tiedollisella taustoituksella, on kuitenkin mahdollista selvittää projektin toteuttamisesta opettajan näkökulmasta.

Erityisesti 1980-luvun oppimateriaalitutkimuksissa on vedottu Engeströmin (1981a, 1983, 1984) oppimisprosessin kuvauksiin ja opetuksen kehittämisen ideoihin. Silloin oli käynnissä opetusmateriaalitutkimuksen buumi, joten suuri osa käsittelemääni tutkimusaineistoa liittyy 1980-lukuun ja 1990-luvun vaihteeseen. Olisi kuitenkin ajankohtaista käynnistää materiaalitutkimus uudelleen, sillä alati kehittyvät oppimiskäsitykset edellyttävät myös monipuolisempaa materiaalia. Siihen nähden laatimani materiaali vastaa uusiin vaatimuksiin, huomioiden myös materiaalitutkimuksen tavoitteet ja edellytykset.

Engeström (1981a, 53-55; 1982, 45-50, 127-130) puhuu paljon monipuolisen oppimisprosessin puolesta ja vetoaa opetuksen kehittämiseen siltä pohjalta. Oppija nähdään tutkijana, joka etsii selityksiä ilmiökokonaisuudelle. Hän koettelee mallia käytännössä ja korjaa sitä edelleen. Tällainen prosessi on mahdollista jakaa osatekijöihin, jotka kuvaavat oppimisprosessin vaiheita.

1. Motivoituminen tarkoittaa mielenkiinnon heräämistä opittavaa asiaa kohtaan. Se edellyttää ristiriidan tiedostamista vanhojen tietorakenteiden ja uuden asian välillä.
2. Orientoituminen sisältää enakkokuvan ja lähtömallin luomisen, jotka selittävät ongelmanratkaisun periaatteet. Tästä voidaan laatia myös kirjallinen kaavio.
3. Sisäistämisvaiheessa vanhaa ajattelumallia pyritään muokkaamaan uuden tiedon avulla. Oppija suhteuttaa tiedon uudeksi sisäiseksi malliksi.

4. Ulkoistaminen on mallin soveltamista käytännössä, jolloin pyritään ratkaisemaan konkreetteja ongelmia. Vaihe on ehdoton edellytys mallin sisäistämiseksi, sillä tässä vaiheessa teoriaa sovelletaan käytäntöön.
5. Arviointivaiheessa oppija tarkastelee selitysmallinsa pätevyyttä, heikkouksia ja aukkoja syventääkseen mallin toimivuutta.
6. Kuudes vaihe eli kontrolli liittyy oman oppimisen tarkasteluun, jossa korjataan suoritusta ja käsityksiä asiasta sekä tehostetaan oppimismenetelmiä tietoisella tasolla.

Oppimisprosessin ydinkohtia ovat todelliset ongelmat, joihin haetaan ratkaisua. Tehokas oppimisprosessi edellyttää kaikkien osa-alueiden läpikäymistä. Vastaavasti opettajan osalta on esitetty opetuksellisia ja didaktisia tavoitteita, joihin opettajan on prosessin perusteella pyrittävä. Kyseiset osa-alueet noudattavat oppimisprosessin ideaa.

1. Valmistaminen uuteen ja motivointi on uuden oppiaineen pohjustamista, siten että sen merkityksiä ja yhteyksiä aiemmin opittuun selvitetään. Oppilaiden mielenkiinto on herätettävä ongelman ja ristiriidan aiheuttamisen kautta, jolloin oppilaiden aikaisemmat tiedot kyseenalaistuvat.
2. Orientointi liittyy oppimisen tavoitteiden selvittämiseen ja orientaatioperustan luomiseen oppilaille. Orientointia voi rakentaa yhdessä oppilaiden kanssa, ja tavoitteita voi kehittää oppimisen edetessä.
3. Uuden tiedon välittäminen rikastuttaa orientaatioperustaa, jolloin välitetään uutta tietoa erilaisilla opetusmuodoilla. Parhaimmillaan tiedonhankinta on aktiivista tutkimista ja tiedonetsintää.
4. Opetetun kertaaminen keskittyy aineksen keskeisimpiin kohtiin ja se voi muodoltaan olla esimerkiksi itsenäistä lukemista, mutta myös muuta vaihtelevaa toimintaa.
5. Systematisointi selventää opitun jäsentämistä. Aktiiviset projektit ovat raskaita, joten oppilaat tarvitsevat hengähdystaukoja ja mahdollisuuksia tarkastella opittavaa ja esittää kysymyksiä, jolloin tietoa voidaan jäsentää.
6. Harjoitusvaihe muokkaa opittua suoritustoiminnaksi. Käytännön lisäksi se harjoittaa käsitteiden käyttöä ja ajattelun kehittämistä.
7. Soveltaminen liittyy uusien tehtävien ratkaisemiseen opitun avulla, jolloin tietoa ja taitoa sovelletaan tuottavaan toimintaan uusien ongelmien parissa.

8. Kontrolli käsittää arvioinnin kuten oppilaan prosessissa, mutta on laajempi kokonaisuus, sillä opettaja on mukana toiminnan ja tuloksen tarkastelussa yhdessä oppilaan kanssa.

Engeströmin uudemmassa teoksessa (1982) systematisointi on asetettu ennen harjoitusta, kun taas vanhemmassa (1981a) harjoitus esitettiin olevan ennen systematisointia. Muilta osin ja sisällöiltään didaktiset prosessit ovat hyvin yhteneviä. Systematisointi vaikuttaa olevan loogisesti järkevämällä paikalla uuden mallin mukaisesti, sillä tiedon jäsentäminen on perusteltua ennen käytännön toimintaa, jotta mahdollisilta vaikeuksilta vältytään. Engeströmin (1984) teos käsittelee eritellen muun muassa Ausubelin ja kognitiivisen psykologian ajatuksia. Hänen muissakin teoksissa on selkeitä ajatuksellisia yhteyksiä Ausubelin (Ivie 1998, Leinonen 2002) muistin rakenteeseen ja ennakkotietojen merkitykseen ja siten väistämättä myös Piaget'n (1998) käsityksiin assimilaatiosta ja akkomodaatiosta.

Pyrinkin hyödyntämään Engeströmin (1981a, 1982) prosessimallia opetuspakettia rakentaessani, joskin laajennan sen ideaa Ruokamon (2002) mielekkään oppimisen ideoilla (kuvio 5) ja oppimisprosessin kuvauksellani (kuvio 6), jolloin Engeströmin mallit saavat vähemmän steriilin ulottuvuuden, huomioiden oppimisen häiriötekijöitä ja rajoitteita sekä sosiaalisen kommunikaation, vuorovaikutuksen ja sopivan tuen merkityksen. Lukijan tarkastellessa opetusmateriaalia (liite 1), sen rakenteesta havaitaan linkittäminen oppimiskäsityksiä integroivaan taustaideologiaan ja opetusmetodeihin. Sinä korostetaan mainitun motivaation, orientaation merkitystä, sekä edetään toisiinsa linkittyvien vaiheiden kautta edelleen prosessiin, koontiin ja analyysiin sekä arviointiin.

7. TUTKIMUSMENETELMÄT

7.1 Yleistä

Oppimateriaalin tai opetuspaketin tulee lähteä didaktisesta tietämyksestä, eikä irralliselta pohjalta, siten että materiaalin näytävävyys olisi ensisijaista. Kun pohjana ovat opetus- ja oppimisteoreettiset lähtökohdat, niin materiaalistakin voi muodostua oppimista tukeva ja edesauttava kokonaisuus. Koistinen (1986, 11, 21-22, 32, 124-128) kritisoi oppimateriaaleihin kohdistettuja yleisiä vaatimuksia, joita ei ole johdettu teoreettisista näkemyksistä. Merkityksellisintä esimerkiksi oppikirjatutkimuksessa olisi tarkastella opetus-oppimisprosessia ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Tällöin kognitiivinen lähestymistapa on behaviorismia kattavampi ja toimivampi, joskin behaviorismin idea materiaalien ulkoisten ominaisuuksia toimivuudesta on edelleen käypä. Tarkastellessa materiaalien toimivuutta on lähdettävä liikkeelle oppimisenäkemyksestä ja peilattava sitä materiaalin didaktisiin ominaisuuksiin, materiaalin oppimiseen vaikuttaviin ulkoisiin ominaisuuksiin, oppimistavoitteisiin ja oppilaiden käyttökokemuksiin. Motivoinnin merkitystä ei voi väheksyä, sillä se vaikuttaa ratkaisevasti koko oppimisprosessiin. Vastaavasti orientaatio on avainkohta, johon kiinnitetään liian vähän huomioita. Se mitä materiaalit yleensä korostavat, on tieto ja sen määrä. Valitettavasti soveltamisen mahdollisuudet ovat kuitenkin heikot, joten oppimisen prosessi jää hyvin yksipuoliseksi.

Tässä yhteydessä käsitelty opetuspaketti (liite 1) pitää itsessään sisällä vain vähän tiedollista materiaalia, joten analyysikin keskittyy didaktisiin ominaisuuksiin, tavoitteiden tarkasteluun ja oppilaiden kokemuksiin. Näin lähestytään monipuolisesti oppimisen ja opetuksen sekä opetusmateriaalin toimivuuden tarkastelua suhteessa opetussuunnitelmiin, oppimisteorioihin ja oppilaiden toiveisiin. Tutkimus- ja aineistonkeruu- ja analyysimenetelmien suhteen noudatetaan triangulaation periaatetta, jossa useilla otteilla katsotaan saatavan perusteellisempia tuloksia kuin yksittäisellä tutkimusmenetelmällä (Patton 1990, 464-470), mikä osaltaan nostaa tutkimuksen luotettavuutta ja tulosten siirrettävyyttä. Sisällön osalta on tietysti oleellista, että materiaalia hyödyntävä opettaja pystyy käyttämään pakettia joustavasti, josta saadaan tietoa päiväkirjaa pitämällä. Lisäksi erona Koistiseen (1986) ja Gröhniin (1987), kognitiivisen näkemyksen laajentaminen konstruktivistisen suuntauksen mukaiseen kehykseen, on osa paketin ideaa.

Tällöin vanhan tiedon merkitystä, tiedon rakentamista ja sosiaalista toimintaa tulee kattavammin käsiteltyä.

7.2 Osallistuva havainnointi

Kutsun päiväkirjan pitämiseksi osallistuvan havainnoinnin ideaa, jossa etnografisin periaattein lähestytään tutkimuksellisesti opetusmateriaalin testaamista ja toimivuuden tarkastelua. Tarkoituksena on selvittää oppimisprosessin autenttisissa yhteyksissä, mitä materiaalin soveltamisen aikana tapahtuu. Kuten Hirsjärvi ym. (2001, 199-201) esittävät, kyseisen menetelmän yhtenä tarkoituksena on selvittää toimivatko ihmiset, kuten ovat sanoneet toimivansa. Tätä linkitystä tarkastellaan neljän eri aineistonhankinnan kautta. Havainnoinnin etuna on saada tietoa vuorovaikutuksesta sekä yksilöiden ja ryhmien toiminnasta. Koska opettaja toimii itse havainnoijana, sillä vähennetään ulkopuolisen tarkkailijan väistämätöntä vaikutusta toiminnan luonteeseen. Toisaalta objektiivisuus vastaavasti kärsii. Tuloksia voidaan kuitenkin peilata muiden menetelmien tuloksiin, jolloin luotettavuus saa tukea. Tämän tutkimuksen havainnointi saa hyvin vapaan luonteen, jossa se on luonnolliseen toimintaan mukautunutta osallistuvaa havainnointia. (ks. Eskola & Suoranta 1998, 99-103; Hirsjärvi ym. 2001, 199-201.) Näin toimitaan kuten lehtimies, joka elää kuvaustensa kohteiden parissa (Grönfors 1982, 92).

Osallistuvan havainnoinnin ideologiasta poiketen havainnointi ei tapahdu pelkästään tutkittavien ehdoilla (ks. Grönfors 1982, 93), sillä tässä tapauksessa tutkija on myös opettaja, vaikkakin avoimen oppimisen ohjaajana toimiikin. Tämä on toisaalta hyvä, sillä näin tutkija on opettajan roolissaan integroituneempi yhteisöön ja sen toimintaan. Itse osallistuminen liittää havainnoinnin kenties tiiviimmin etnografisiin perinteisiin (Eskola & Suoranta 1998, 107). Havainnoija itse on instrumentti kulttuurin sisällä (Sanday 1989, 20), joskaan tässä tutkimuksessa etnografiassa mainittu vuoden tarkkailujakso ei toteudu, sillä tutkimus keskittyy yhden menetelmämateriaalin toimivuuden tarkasteluun. Ideana on kuitenkin kaivautua konkretiaan ja toimintakulttuuriin, kuten Nikkonen ym. (2001, 44-45) luonnehtivat.

Päiväkirjan pitämisen ohjeistus on nähtävissä liitteenä (liite 3), jonka pohjalta opettaja kirjaa ylös jokaisen tunnin osalta huomioitaan projektiin liittyen.

7.3 Miellekarttamittaus

Käsitekartat voivat toimia avaimena mielekkääseen oppimiseen, sillä ne ovat luonnollinen tapa yhdistää keksittyä tietoa toisiinsa. Kartat toimivat myös suunnittelun polkuna ja yhteenvetona opitusta. Hierarkia yleisten ja yksityiskohtaisimpia asioiden välillä selkeyttää oppimista ja kartan konkreettista käyttöä. Kartoituksen tarkoituksena on ulkoistaa käsitteitä ja väittämiä, jolloin saatamme kehittää uusia käsiteyhteyksiä rakentamalla uusia suhteita käsitteiden välille. Siinä mielessä käsitekartoitus on luovuuttakin tukevaa toimintaa. Koska käsitekarttojen avulla pyritään lähestymään täsmällisesti ja avoimesti yksilön käsitemaailmaa, vaatii sen tehokas käyttäminen reflektiivisen ajattelun kehittämistä, karttojen vertailua, täydentämistä ja korjaamista. Ne ovat tehokkaita myös väärinkäsitysten paljastamisessa, osoittaen selkeästi oppilaiden vanhan ja uuden tiedon jäsentämisen suhteita. Ryhmässä tehdyt käsitekartat toimivat sosiaalisena ja keskustelua herättävänä harjoituksena. (Novak & Govin 1998, 18-26, 87-101.)

Mind-mapin (= ajatuskartta, ajatusrunko, miellekartta, miellekaavio ym.) eli ajatuskartan käyttö perustuu aivojen toimintaan. Se rakentuu avainsanoista, joiden tärkeysjärjestys ja riippuvuus havainnollistetaan visuaalisesti. Muistin innostamiseksi voi käyttää värejä, kuvia, symboleja ja korostuksia. Ajattelukarttaa on käytetty luovuuden tukemisessa, ongelmien etsimisessä ja ideoinnin tukena. Siinä annetaan tilaa mielikuville, tunteille ja tiedolle. Runko aikaansaa mielle yhtymiä, jotka kytkeytyvät toisiinsa deduktiivisesti. Sahlberg ym. (1993, 31-34.)

Miellekartan avulla tarkastellaan tietorakenteiden muodostumista ja käsitteiden välisiä yhteyksiä. Laadittu kuvio on konstruktio maailmasta, sisäisen representaation ulkoistamista. Käsitekartta on graafinen tapa kuva asioita, ja sitä puoltaa kartan laatimisen helppous. Kaikki osaavat piirtää viivoja ja ympyröitä, joten toiminta ei vaadi kirjallista tai suullista esityskyvykkyyttä. Kartta on paitsi esittävä ja kertova, se toimii myös metakognitiivisena välineenä ja oppimisen strategiana, sillä kyseessä on tiedon jäsentämisen tekniikka. Näin se voi tukea myös oppimista. Koska käsitteiden merkitys koko ajattelulla ja toiminnalla on suuri, niitä voidaan siten pitää oppimisen perusyksikköinä. Tosin tutkijoilla ei ole täyttä yksimielisyyttä käsitteiden luonteesta. Käsitteiden välillä on kuitenkin yhteyksiä, linkkejä, jolloin lähestytään sisäisen mallin eli skeeman ideaa. (Åhlberg 1990.)

Käsitekartat ovat juuri konstruktivismiin sopiva lähestymistapa, sillä ne huomioivat teorian muistin hierarkisesta rakentumisesta ja ennakkotiedoista, käsitteiden muodostumisesta ja uuden ja vanhan tiedon linkittymisestä toisiinsa (ks. opinnäytteen kohdat 4.4 ja 5.1.3.). Novak (2002, 38-43) pohjaakin käsitteiden jäsentymistä Ausubelin esittämiin ajatuksiin mielekkästä oppimisesta ja muistin rakentumisesta. Tulokset osoittavat, että informatiivisuutensa lisäksi miellekartat (concept mapping) ovat välineitä oppimisen tehostamiseksi. Hän laajentaa käsitekarttojen käyttöä mille tahansa alalle, joskin niiden käyttäminen vaatii harjaantumista. Lapset oppivat niiden käyttöön helpommin, sillä aikuisten vanha (behaviorismista juontuva) tapa opetella ulkoa asioita, ei sovi kovinkaan hyvin miellekarttojen käytön kokonaisvaltaiseen luonteeseen. Tämä näkyy selvästi Kinchin (2001) tutkimuksesta Britannian tilanteesta, jossa myös peruskoulutasolla miellekarttojen sujuva käyttö on vajaata juuri opettajien tietokäsityksen takia. Opettajat kokevat itsensä tiedonvälittäjiksi, joten monipuolisempaan oppimiseen ja oppimisen prosesseihin liittyvä käsitekarttojen käyttö ei sovi opettajien episteemiseen asetelmaan.

Hyvin laadittu käsitekartta on yksikäsitteinen, ja sitä voi lukea helposti. Käsitekartan huolellinen laatiminen vaatii omien kokemusten pohdintaa ja uusien merkitysten luomista. siten siitä tulee oppimisenkin tukija käsitteiden selkeyttäjä. Voidaan puhua laadullisesta tiedonhankinnan keinosta, diagnosoitavasta. On todettu, että käsitekarttatekniikalla voidaan selvittää ajattelun kehittymistä. Miellekartalla on myös nähty ajattelun kehittymättömyyttä ja vastaavasti hyvin menestyneiden oppilaiden osalta ajattelun selkeyttä ja käsitteiden mielekkäitä yhteyksiä. Onkin esitetty, että käsitekarttojen käyttö toimisi syväoppimiseen suuntaavana tekijänä, koska kokonaisuudet liittyvät metakognitiivisuuteen. Näin miellekartat ovat yhteydessä tutkivaan oppimiseen ja kokonaisopetukseen (Åhlberg 1990.)

Åhlberg (1990) kehottaa tutustumaan aiheeseen lisää, ja soveltamaan menetelmää käytännössä. Se on yksi haaste ja tavoite, johon olen projektissani tarttunut, sillä miellekarttamittausta on tärkeä osa projekti toimivuuden kartoittamista. (ks. liite 1, kohdat 5.2 ja 11.) Tällöin vastataan myös Kinchin (2001) tutkimaan ongelmaan, jossa opettajien tietokäsitys on ristiriidassa avoimen prosessioppimisen, ja siten miellekarttojen käytön kanssa. Näin opetusmateriaali pyrkii tarjoamaan toimivia avoimen oppimisen malleja ja sovelluksia miellekartan käytölle. Changin ym. (2001) tulosten pohjalta havaitaankin jo, että miellekarttatyylinen visualisointi tukee oppimista. Tottumattomuus vaatii kuitenkin ohjausta ja tukea reflektiivisen ajattelun ja uudenlaisen tyylin oppimiseksi, jolloin miellekarttojen merkitys oppimisen edesauttajana on suuri. Tutkimus kehottaa tukeen karttojen luomisessa, jolloin lähestytään jälleen vygotskylaista

(1978) lähikehityksellistä tukea. On kuitenkin huomioitava, että täysin itsenäinen tiedonrakentaminen miellekartoin aikaansai suurimman innon jatkaa miellekarttojen käyttöä. Näin ollen pitkällä tähtäimellä tuen tarjoaminen miellekartan rakentamisessa ei ole suotavaa.

Puhuttaessa arvioinnin kehittämisestä nousee käsitekartta-arviointi yhdeksi merkittäväksi vaihtoehdoksi. Perinteisin kokein selvitetään helposti oppilaiden tiedollista osaamista. Vaikeampaa sen sijaan on tarkastella miten oppilaat analysoivat, arvioivat ja jäsentävät tietoa. Novakin ja Govinin (1998, 27, 40, 46-62, 102-109) mukaan käsitekarttoitus edellyttää oppilailta monipuolisempaa ajatustyötä ja paljastaa laajempien tavoitteiden mukaisia saavutuksia. Vaikka miellekartan käyttöön voi kehittää pisteytysmallinkin, merkityksellisintä on tarkastella käsitteiden kehittymisen kokonaisuutta ennen ja jälkeen oppimistilanteen, pitkienkin aikavälien jälkeen. Käsitekarttoitus pureutuu nimenomaan oppijan laajempiin tiedollisiin rakenteisiin, kokonaisvaltaiseen oppimiseen, eikä sen käyttöalue ole rajattu tiettyyn oppiaineeseen. Käsitekarttamenetelmä toimii osana kognitiivista oppimisteoriaa, sillä se osallistuu oppimisprosessiin, ja tarkastelee käsitteiden täydentymistä jatkuvana kehänä.

Tässä tutkimuksessa miellekarttaa on käytetty sekä ennakotietojen, että oppimisen tarkastelun ja kehityksen tukena sekä opetusmateriaalin kiinteänä osana (liite 1, kohdat 5.2 ja 11). Liitteenä (liite 4) on myöskin nähtävissä miellekarttamittauksessa käytetty ydinkäsite, jonka ympärille oppilaat lähtivät rakentamaan aihepiiriin liittyvää käsitemaailmaa, ennen ja jälkeen teknologisen prosessin. Näin miellekartan avulla on tarkasteltu millaista käsitteellistä jäsenytyneisyyttä ja kehitystä projektilla on mahdollista saavuttaa. Miellekartan laatimista edeltää opetusmateriaaliin liittyvän demon (liite 2) esittäminen. Tämä siksi, koska demon tarkoitus on herättää assosiaatioita ja motivaatiota oppilaissa, joiden luonne näkyisi siten myös miellekartassa. Vaikka käsitteet ovat demon kautta voineet jo muokkautua, se ei haittaa, sillä näin saadaan tietoa oppilaiden alkukäsityksistä ja luuloista projektin suhteen. Käsitekartta voi olla puutteellinen, asenteellinen, aukkoinen ja hyvin omalaatuinen, sillä juuri oppilaiden sisäisiä käsityksiä on pyritty ulkoistamaan. Karttaan tulee liittää myös affektiivinen osa, eli kaikki oppilaiden asenteet saavat vapaasti näkyä. Kyseessä ei ole vain tiedollista osaamista mittaava testi, vaan oppilaan maailmaa tarkkaileva kokonaisuus. Loppumittaus sitten kertoo, miten prosessikokonaisuus on vaikuttanut oppilaiden käsitteisiin ja ajatuksiin projektista. Opettajan tulee painottaa, että kartassa pitää näkyä tiedollisen aineksen lisäksi oppilaiden tunteita, asenteita, luuloja ja muita käsityksiä. Tarkoituksena on, kuten Gröhnkin (1987, 29-30) esittää, etsiä tiedollisten rakenteiden osia, subjektiivisia ja yksilöllisiä oppimistuloksia sekä oppimisen laadullisia ja loogisia tunnusmerkkejä ja tieteellistä pätevyyttä.

7.4 Lomakekysely oppilaille

Lomakearvioinnin tarkoituksena on tarkastella projektin mielekkyyttä, toimivuutta ja oppilaiden oppimiskokemuksia ja tiedonhankinnan- ja käsittelyn mielekkyyttä ja tapoja. Siten se on reflektiivinen kokonaisuus. Idea on lähestyä aihepiiriä nimen omaan oppilasnäkökulmasta, sillä juuri heidän ovat oman oppimisensa asiantuntijoita, ja osallistuivat projektiin.

Lomakkeen mittaamiin aihepiireihin on haettu tukea opetussuunnitelman perusteista vuosiluokille 3-9 ja perusopetuksen opetussuunnitelman perusteista vuosiluokille 1-2 (2003), jonka yleiseen oppimistavoitteistoon on pyritty pääsemään, ja siten myös onnistumista mittaamaan. Lisäksi mittauskenttää on laajennettu Koistisen (1986) oppimateriaalitutkimuksen kyselylomakkeen pohjalta, Olkinuoran (1979) esityksen mukaisesti ja Määtän (1984) oppimateriaalien arvioinnin, käytön ja vallinnan kautta. Tällöin huomioidaan arvioinnin moninaisia vaatimuksia ja kasvatetaan siten mittauksen reliabiliteettia suhteessa oppimateriaalitutkimuksen luonteeseen ja opetuksen kehittämisen tavoitteisiin. Lisäksi olen tehnyt omia lisäyksiä tämän nimenomaisen opetusmateriaalin ja sen tavoitteiden näkökulmasta (liite 1, kohta 2).

Lomakkeeseen on tarkoituksellisesti liitetty sekä avoimia että likert-asteikon mukaisia kysymyksiä. Tällöin huomioidaan paitsi nuorten oppilaiden osittain kehittymätön analyysitaito tarjoten selkeitä vastausvaihtoehtoja, mutta myös mahdollistetaan avoimin kysymyksin vapaammat vastaukset, jolloin on mahdollista korostaa mieleen tulevia seikkoja. Lomake ja sen analyysi noudattavat vertailevan sekä selittävän lomakesurveyn yleisiä periaatteita puolistrukturoidulla tutkimusotteella, jolloin niin määrällinen kuin laadullisempikin tarkastelu on mahdollista. (esim. de Vaus 1986). Kvantitatiivisessa mielessä analyysi on noudattanut määrällisen tutkimuksen metodeita (ks. esim. Friend 1987). Lopullinen, mittauksissa käytetty lomake on nähtävissä liitteenä (liite 5). Se täytettiin oppilaiden osalta vasta kun projekti oli saatettu täysin päätökseen.

7.5 Teknisen laitteen selittäminen

Teknisen laitteen selittämisen taustoitukseksi ja toimivuuden synnyttämiseksi en ole kasannut erillistä teoriaosaa. Sen käyttö liittyy kuitenkin perinteiseen tapaan tarkastella oppimisprosessin toimivuutta ennakko- ja jälkimittausten avulla, kuten miellekarttamittauskin tekee. Erona on kuitenkin se, että miellekartan käyttö liitetään usein luonnontieteellisen asetelman mukaiseen käsitteelliseen kehittymiseen, vaikka sitä käytetään muissakin yhteyksissä. Teknologiakasvatuksen (ks. opinnäytteen kohta 5.3.7) näkökulmasta on merkityksellistä tarkastella lisäksi teknisen ymmärryksen kehittymistä ja jäsentyneisyyttä. Koska teknologiakasvatukseen liittyvän teoreettisen taustoituksen mukaan tekninen oivaltaminen ei välttämättä vaadi luonnontieteellistä tietämystä, pidän tärkeänä mitata erikseen teknologiakasvatuksen osa-alueen toimivuutta. Kuvio 10 nähdään mittauksessa käytetty esine.



KUVIO 10. Dynamolamppu.

Nimensä mukaisesti kyseessä on liikevoimaa hyväksikäyttävä lamppu, joka muuntaa puristusvoiman liike-energiaa dynamon eli generaattorin avulla sähköksi. Pyörimisliikkeen kasvattamiseksi mekanismissa on myös rataskoneisto. Muodostettu sähkö antaa edelleen tarvittavan jännitteen lampun sytyttämiseksi. Lampun kuoret ovat läpinäkyvää muovia, joten mekanismi on selvästi oppilaiden nähtävillä. Esine oli konkreettisesti, eikä vain kuvana läsnä, oppilaiden tutkittavana. Oppilaiden tehtävänä oli tarkastella lamppua, kokeilla sitä käytännössä ja selvittää sen toimintaperiaate. Mitään ennakkotietoa ei lampun toiminnasta annettu ja

ensitestaus tehtiin miellekartan laatimisen yhteydessä demon esittämisen jälkeen. Vastaavasti loppumittaukset niin miellekartan, kuin esineen selittämisen osalta, tehtiin valmiiden rakennettujen töiden esittelyn ja loppukeskustelujen jälkeen. Esineen selittämiseen käytetty vastauspaperi on ohjeistuksineen nähtävissä liitteenä (liite 6.).

8. OPETUSMATERIAALIN SOVELTAMINEN JA TOIMIVUUS

8.1 Testiryhmää etsimässä

Alkuperäinen ajatus oli luetuttaa laatimaani materiaalia ulkopuolisilla opettajilla ennakkotestauksen omaisesti, tarkoituksena saada alustavia kehitysnäkemyksiä käytännön työtä tekeviltä opettajilta. Lähestyin kaikkia Rovaniemen kaupungin ala-asteen kouluja, joista ainoastaan yksi ilmoitti halukkuudestaan. Ensimmäinen konkreettinen tulos kuriositeetin tasolla olikin, että jo pelkkä uudistushenkisen opetuspaketin lukeminen ja kommentointi sai aikaiseksi vastustusta. Vähäiseen kiinnostukseen ilmoitettiin syiksi ajan-, tiedon- ja resurssipuute sekä ennakkoluulot liian avointa, hankalaa ja työlästä projektia kohtaan. Kolmesta yläasteen teknisentyön opettajasta yksi sanoi heti ajan olevan liian tiukalla, toinen ei vastannut sähköpostikyselyyn ja kolmas puhui pitkään oman koulutuksensa puutteellisuudesta, oppilaiden kyvyttömyydestä ja käytännön mahdottomuuksista koko teknologiakasvatuksen suhteen, kieltäytyen näin edes materiaalin lukemisesta.

Paketista kiinnostunut ala-asteen koulu ilmoitti lähtevänsä mukaan myös testaukseen, sillä se sopi heidän jo suunniteltuun projektiinsa. Tällöin aikaa olisi ollut reilusti, ja integraatio YLTin, teknisen ja ATKn välillä olisi onnistunut helposti. Näin suhtautuminen paketin työstämiseenkin olisi voinut olla objektiivisempaa. Tarkoitus oli myös toteuttaa projekti kahden luokan osalta, jolloin luokkien välillä olisi käyty keskinäistä kommunikointia. Kun materiaaliin kuitenkin tutustuttiin tarkemmin, sitä alettiin pitää liian pitkänä, aikaa vievänä ja oppilaille sekä opettajille liian haastavana ja vaativana. Oppilaiden kykyä selvittää siitä pohdittiin, ja oppilasryhmiä pidettiin liian suurina ja heterogeenisinä. Näin ollen viimeinenkin ulkopuolisen testauksen mahdollisuus Rovaniemen kaupungin alueelta hävisi.

Vaihtoehdoksi jäi omaehtoinen testaaminen Lapin yliopiston harjoittelukoululla. Siellä ongelmaksi kuitenkin nousi teknisten rakennustilojen jatkuva käyttö teknisen opetukseen, joten yhden luokan osallistuminen ja moninainen ajallinen aineintegraatio sekä tilojen vapaa käyttö ei ollut mahdollista. Tämän johdosta testasin opetusmateriaalia teknisentyön oppilasryhmän kanssa, jonka tunteja ja siten myös tiloja pystyi käyttämään projektiin. Ryhmään kuului kahdeksan viidennen luokan oppilasta yhdeltä luokalta, seitsemän kuudennen luokan oppilasta toiselta luokalta ja yksi kuudennen luokan oppilas edelleen rinnakkaisluokalta. Kaksi viidennen luokan

ja yksi kuudennen luokan oppilaista olivat tyttöjä. Seitsemän kuudennen luokan oppilaista olivat minulle tuttuja aiemmasta opetuksesta, mikä vaikutti toimivaan dynamiikkaan heidän välillään.

Tunteja oli käytössä kaksi peräkkäistä tuntia viikkoa kohti, joten tunnit pystyi pitämään yhteen. Sain käyttööni maksimissaan 16 tuntia, mikä edellytti projektin hienoista supistamista, sitä että kaikki osa-alueet tuli kuitenkin käytyä läpi. Lähinnä tiedollisen tutkimustyön osaa kavennettiin ajallisesti työn alkuvaiheessa. Siihen käytettiin aluksi vain 2 tuntia, mutta tämän jälkeen tarpeen vaatiessa aikaa muun työn ohella videoiden katseluun, kirjojen ja netin käyttöön sekä monipuoliseen teknisen materiaalin testaamiseen ja tutkimiseen. Näin ollen tutkiva työskentely linkittyi lopulta saumattomasti tuotteen suunnitteluun ja rakentamiseen, sillä se oli välttämätöntä ratkaisujen selvittämiseksi. Koska materiaalissa on ryhmien yhteisiä tehtäviä runsaasti, mahdollistaa se myös niiden vaihtelevan käytön. Yleinen suunnittelu- ja rakennusprojekti pysyy kuitenkin päällimmäisenä tavoitteena.

8.2 Projektin eteneminen

1. Projektin aloittaminen vaati meneillään olleen teknisentyön keskeyttämistä. Se ei kuitenkaan herättänyt minkäänlaista vastustusta, sillä alustava ilmoitus avoimesta teknisestä työstä synnytti jo orastavaa mielenkiintoa niin vapaata projektia kohtaan. Mitä suuria paljastuksia projektin luonteesta ei vielä tässä vaiheessa kuitenkaan tehty, vaan jännitys säilyi aina demoon asti. Demon esityksen aikana oppilaat seurasivat sitä hyvin intensiivisesti nauraen välillä iloisesti, osoittaen huolestuneisuutta luonnon tilaa kohtaan ja kehittellen ideoita luomusähköstä. Innostuneisuus ja jännitystila oli käsin kosketeltavaa, joskin pientä huolestuneisuutta osoitettiin sen vaativaa luonnetta kohtaan, mikä näkyi lyhyessä keskustelussa ennen alkumittauksia. Motivaatio oli joka tapauksessa synnytetty annetun haasteen avulla.

Tutkimukselliset alkumittaukset keskeyttivät vähän hyvin alkanutta motivaatiota, mutta toisaalta ne myös tasoittivat hieman tilannetta, jolloin projektiin ryhdyttiin myöhemmin rauhallisemmin. Miellekartta mittaustapana vaikutti toimivalta, joskin siihen tottuminen vaikuttaa sen toimivuuteen. Menetelmä oli oppilaille entuudestaan tuttu, mutta sitä ei oltu paljoa käytetty. Sen käyttö kokeenomaisesti vaatii enemmän harjoitusta, mutta tutkimuslähteenä se palveli tarkoitusta.

2. Ensimmäisten tuntien välillä pidettiin välitunti, jonka aikana oppilaat olivat keskustelleet mahdollisista ideoista työn suhteen. Tämä herätti jo alustavia ideoita. Ennen ryhmien jakoa esittelin työn luonteen tarkemmin, kuten opetuspaketin rakennekin kertoo. Oleellisin tehtävä, eli tuotteen suunnittelu ja rakentaminen herätti uudelleen edellisen tunnin innostuneisuuden, kun taas muihin tehtäviin suhtauduttiin vaisummin. Tästä keskusteltuani selvisi, että oppilailla on vanhat asenteelliset ainejaot edelleen vahvoja. Näin ollen tutkimustyöskentely ei heidän mielestään sovi teknisen tunneille.

Ryhmiä ei sekoitettu 5-6 luokkien kesken, koska uusi ryhmä olisi vaatinut tutustumisaikaa, joten viidennen ja kuudennen luokan oppilaat toimivat luokkajakoisesti. Tämä sopi oppilaillekin mainosti ja yhdessä sovitut ryhmät tuntuivat niin mieleisiltä kuin sillä kokoonpanolla oli mahdollista. Ryhmiksi muodostui seuraavanlainen kokonaisuus (taulukko 1):

TAULUKKO 1. Projektin oppilas-, luokka ja ryhmäjako

Oppilas	Luokka-aste	Sukupuoli	Työryhmä
1	6. luokka	poika	aurinko
2	6. luokka	poika	aurinko
3	6. luokka	poika	aurinko
4	6. luokka	poika	aurinko
5	5. luokka	tyttö	vesi
6	5. luokka	tyttö	vesi
7	5. luokka	poika	vesi
8	5. luokka	poika	vesi
9	5. luokka	poika	tuuli
10	5. luokka	poika	tuuli
11	5. luokka	poika	tuuli
12	6. luokka	poika	akku
13	6. luokka	tyttö	akku
14	6. luokka	poika	akku
15	6. luokka	poika	akku
16	5. luokka	poika	tuuli

Viidennen luokan vesiryhmässä oli kaksi tytöstä ja kuudennen luokan akkuryhmässä oli kolmas tyttö. Taulukon lukemista haittaa hieman kuudennentoista oppilaan sijoitus, sillä sairauden takia sain tämän loppumittaustulokset vasta muita myöhemmin. Tämän takia hän päätyi listan viimeiseksi, vaikka ryhmäjakonsa puoleisesti voisi olla luokiteltuna aiemmin. Hän ei myöskään sairauden vuoksi osallistunut demo-kertaan, joten alkumittaukset jäivät saamatta. Hän kuitenkin osallistui muuten projektiin ja vastasi myös lopun lomakekyselyyn, muttei tietenkään muihin mittauksiin.

Ryhmäjaon jälkeen materiaaleihin tutustuttiin neljän pisteen ryhmätyönä ja innostuminen siellä näkyi selkeästi. Materiaalin tutustuminen kyseisellä tavalla ei ole kirjattu opetusmateriaaliin. Se oli kuitenkin varsin toimiva ratkaisu, joten materiaalin kehittämisessä se on lisättynä. Ohjeistus näkyy liitteenä (liite 7). Itsenäisen pistetyön aikana generaattoreiden, kennojen ja materiaalin alustava idea alkoi selvitä oppilaille. Niiden energiantuoton suhteuttaminen todellisuuteen oli kuitenkin vielä epäselvää, kuten alustavista suunnitelmista näkyy.

Tunnin lopuksi jäi vielä aikaa (mikä tärkeää, sillä motivaatio oli katossa) laatia alustavia suunnitelmia työtä varten. Kuten oletettua, vauhdikkaita ne olivatkin. Vesiryhmä mietti vesihuvipuiston tekemistä, joka sai ryhmän sisällä suuren kannatuksen. Aurinkokennoryhmä pohti kennoilla toimivan ja ilmaan nousevan lentokoneen rakentamista, kuten myös tuuliryhmäkin, mutta vastaavasti tuulella toimivana. Paristoryhmä ei vielä päässyt vauhtiin.

3. –4. Koska ajatukset olivat niin viljejä, niin niitä oli tarpeen palauttaa hieman maan pinnalle. Se tapahtui niin, että verrattiin pistetoissa mitattuja jännitemääriä paristojen jännitteisiin. Oppilaat tekivät tämän itse pienen ohjeistuksen kautta. He päättelivät paristojen käytön kautta, että mitä niillä jännitemäärillä oikeasti saa liikkeelle. Kennoilla kun tuli sormipariston verran jännitettä (1,5 V) ja tuulella potkurista ja generaattorista riippuen n. 6 V, joka ei sekään suurta paristo vastaa. Oppilaat päätyivät jännitteiden ja myös virran määrän sopivat kenties herätyskellolle tai kevyelle paristokulkuiselle leikkiautolle. Tämä tasoittikin ajatuksia ja tietoa siihen oli tullut omista tutkimuksista.

Tutkimistyöskentelyä jatkettiin tehtävien pohjalta ja tuloksia myös tuli. Ongelmaksi nousi lähteiden liiallinen määrä. Oppilaiden oli vaikea päättää mikä lähde kannattaa valita, sillä niitä oli käytössä materiaalipaketin mainitsevat määrät kirjoista videoihin ja nettiin. Lähteitä onkin hyvä hieman jäsentää. Jos luokka ei ole tottunut avoimeen tutkimukseen, niin opettaja voi laittaa kunkin tehtävän yhteyteen maininnan käytettävästä lähteestä. Toki vaihdellen, siten että tietoa haetaan tehtävästä riippuen netistä, kirjoista, videoilta tai rompuista, jolloin monipuolisuus säilyy. Vielä tottumattomampien ja pienempien kanssa voi lisätä jopa suoran sivuosoitteen, hakusanat tai sivunumeron. Kyseinen käytännön aspekti on tarpeen lisätä myös opetuspaketin osaksi.

Tämän projektin oppilaat olivat tottuneempia itsenäiseen työhön, joten hetken jälkeen ryhmät olivat selvittäneet keskenään 'mitä, mistä, kuka ja miten'. Tässä tapauksessa testaustehtävät ja

konkreetti tutustuminen olivat mielekkäimpiä, ja tuloksia tuli kaikkiin annettuihin tehtäviin, eri painotuksin ryhmistä ja oppilaista riippuen. Osa oppilaista piti kirjoista, erityisesti kuvarikkauden takia ja osa oli taas omaksunut netin käytön. Kaikki arvostivat kokeilemista tutkimuslähteenä. Asiantuntijan käyttöön ei ollut tarvetta kuin yhdellä ryhmällä, mikä vastasi täysin tutkimustehtäviä. Jossain tapauksissa eri lähteiden käyttöön voi ohjata tutkimuksen monipuolisuuden nimissä, mutta tässä tapauksessa lisäohjaukseen ei ollut tarvetta. Alla oppilaita hakemassa tietoa (kuvio 11, kuvio 12). He lähestyivät niitä lähteitä, jotka tuntuivat itselle mielekkäimmiltä. Keksijänä toimimisen päämäärä pysyi mielessä.



KUVIO 11. Tiedonhakua kuvarikkaista kirjallisista lähteistä. Taustalla tutustumista polystyreeniin.



KUVIO 12. Yhteydenotto Lapin ympäristökeskuksen tiedottajaan.

Erityisesti ne oppilaat, jotka oppivat tekemällä, vastustivat eniten kirjojen käyttöä. Tämä kertonee siitä, että heille vahvan aineen periaatteita alettiin murtaa, mikä saattaisi näkyä menestymisessä. Näitä oppilaita olivat numeroituina oppilas kuusi, tyttö vesiryhmästä viidenneltä luokalta, oppilas 12, poika akkuryhmästä kuudennelta ja oppilas 14, myös poika akkuryhmästä kuudennelta luokalta. Oppilas 14 oli poissa myös kyseiset kaksi tutkimuspainotteista tuntia, joten hän koki liittymisen tietoa keränneeseen muuhun ryhmään hieman hankalana. Oppilaiden suhtautuminen jatkui kyllä hyvin myönteisenä, mutta keskustelut kuvastavat oppiainejakoista asennoitumista. Projektin tutkiva luonne olisi ollut oppilaille perustellumpaa oppiaineintegraation kautta, siten että esimerkiksi YLT:in tunteja olisi käytetty projektin toteuttamiseen. Tämä näkyi myöhemmin hienoisena motivaation laskuna erityisesti kyseisten kolmen oppilaan kohdalla, sillä he mielsivät teknisen tunnit vain rakentamiseen liittyviksi.

Huomattavaa on, että tiedon hankkiminen erilaisista lähdemateriaaleista voi helposti jäädä muusta toiminnasta irralliseksi. Nyt motivaation säilymisen kannalta tutkiminen rajoitettiin kyseisiin kahteen tuntiin. Tämä aikaansai kuitenkin sen, että nopea siirtyminen suunnittelutyöhön vaati edelleen lisätietoa, joten suunnittelu ja rakennustyön aikana tehtiin tutkimustyötä väistämättä, ja vieläpä huomaamatta. Oli synnytetty ongelma, johon oppilaat todella halusivat löytää ratkaisun. Tällöin he tutkivat lähes automaattisesti eri lähteistä, materiaaleista ja rakennusvälineistä ratkaisuja toimivan tuotteen luomiseksi. Erityisesti käytännön testausta tehtiin runsaasti. Näin saavutettiin tutkivan (luku 5.3.3), suunnittelemalla oppimisen (luku 5.3.2) ja Deweyn (1957) ideoita kinesteettisin painotuksin avoimessa (luku 5.3.5) ja yhteistoiminnallisessa (luku 5.3.4) oppimisympäristössä. Tämä havainto on liitetty myös materiaalin kehittämisen osaksi, korostuksena tutkimisen, suunnittelun ja rakentamisen kiinteämmästä linkittämisestä toisiinsa.

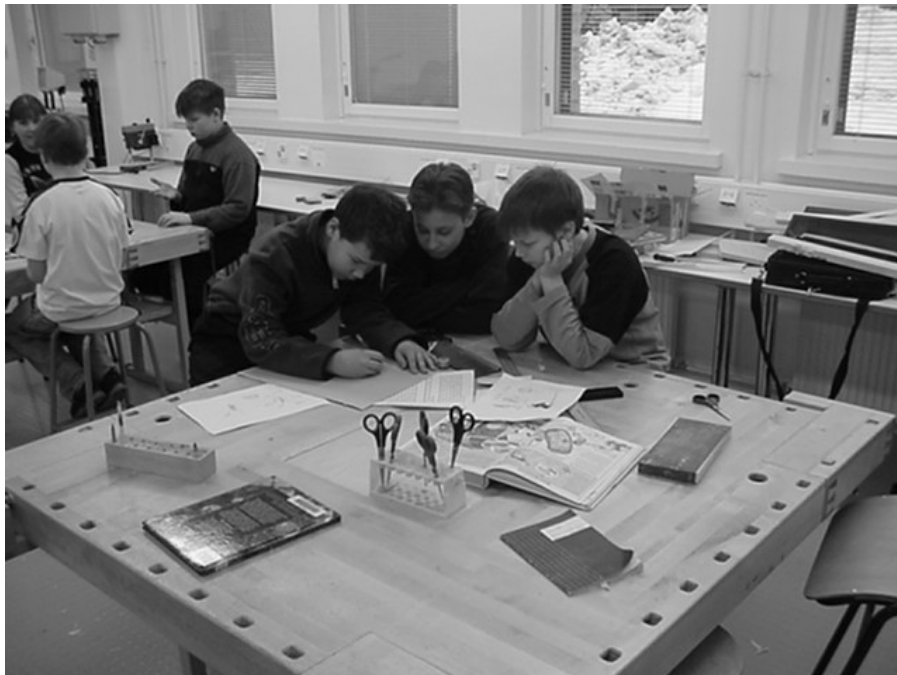
Ryhmätyön toimivuudesta kertoo oppilaan kaksi poissaolo puolilta tunneista. Hän pystyi olemaan vain ensimmäisellä tunnilla kahdesta jokaisella viikolla, muiden opintojen takia. Hän kuitenkin linkittyi sitäkin vahvemmin projektiin ja ryhmä piti hänet hyvin tilanteen tasalla.

5.-6. Tutkimiskerran jälkeen suunnittelu oli jäsentyneempää ja tarkempaa kuin aiemmin. Työskentely oli erittäin motivoitunutta ja tuotteen suunnitteluideat hyvin omaperäisiä. Hahmotelmissa näkyy Kimbellin (2000a,b) asteittaisen suunnittelun mallia ja Lehtosen (2002) siitä tehdyn ryhmätyöskentelyversion ideat, kuten tullaan huomaamaan.

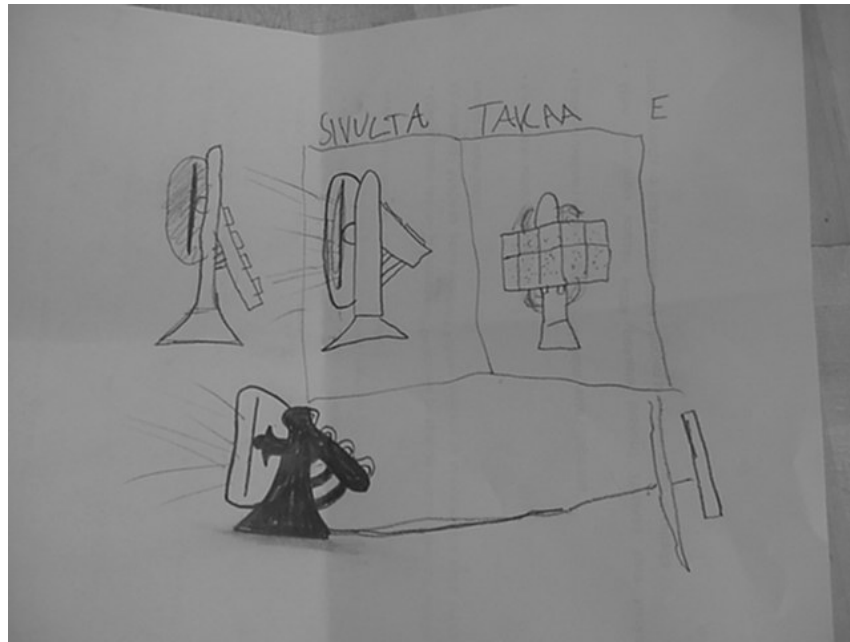
Aurinkovoimalla operoijat:

”Ensiksi mietimme aurinkovoimalla toimivaa lentokonetta, mutta se ei olisi päässyt ilmaan. Sitten oppilas 3 ehdotti tankkia (turha sanoa että hylkäsimme sen idean), sitten tuli sähkökitara, ydinohjus ja sitten oppilas 2 keksi TUULETTIMEN. Rupesimme kehittämään sitä ja se tuntui aurinkovoimalle liian isolta ja meinasimme hylätä sen. Mutta emme keksineet mitään muuta joten jatkoimme sen kehittämistä ja se kannatti.”

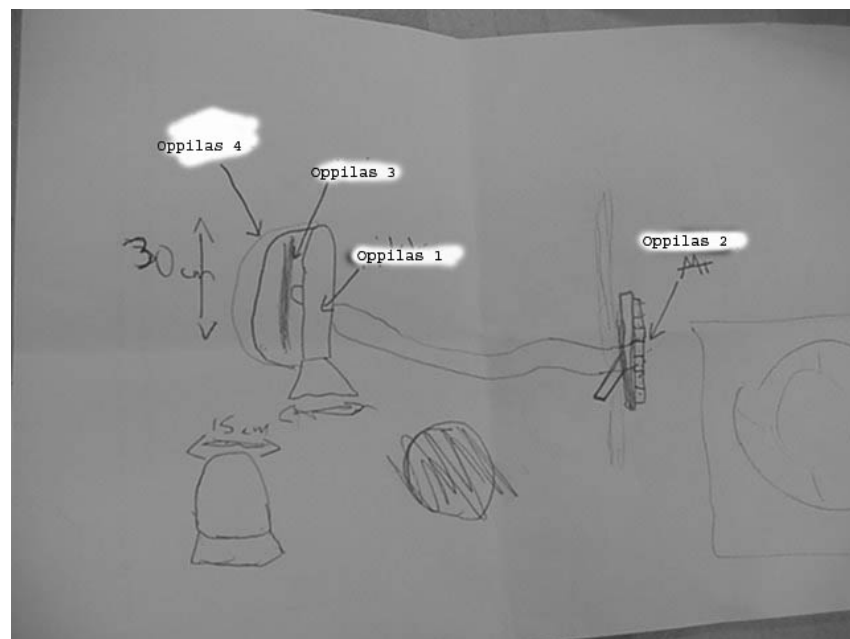
Kyseinen lainaus on taltioitu oppilaiden tekemästä seinätyöraportista, jossa he kertoivat suunnittelutyön vaiheista. Jo raportista näkee, että ryhmä oli tiiviinä kokonaisuutena mukana suunnitteluprosessissa ja ideoita jaettiin ryhmän kanssa. Tämä konkretisoitui vielä selvemmin paikan päällä (kuvio 13) ja lopullisen idean kehittyminen sekä työnjako (kuviot 14 ja 15) näkyvät suunnitelmissa.



KUVIO 13. Aurinkoryhmä suunnittelee yhteisvoimin tuuletinta.



KUVIO 14. Ensimmäinen versio tuulettimesta. Paneelit olivat kiinni tuotteessa.

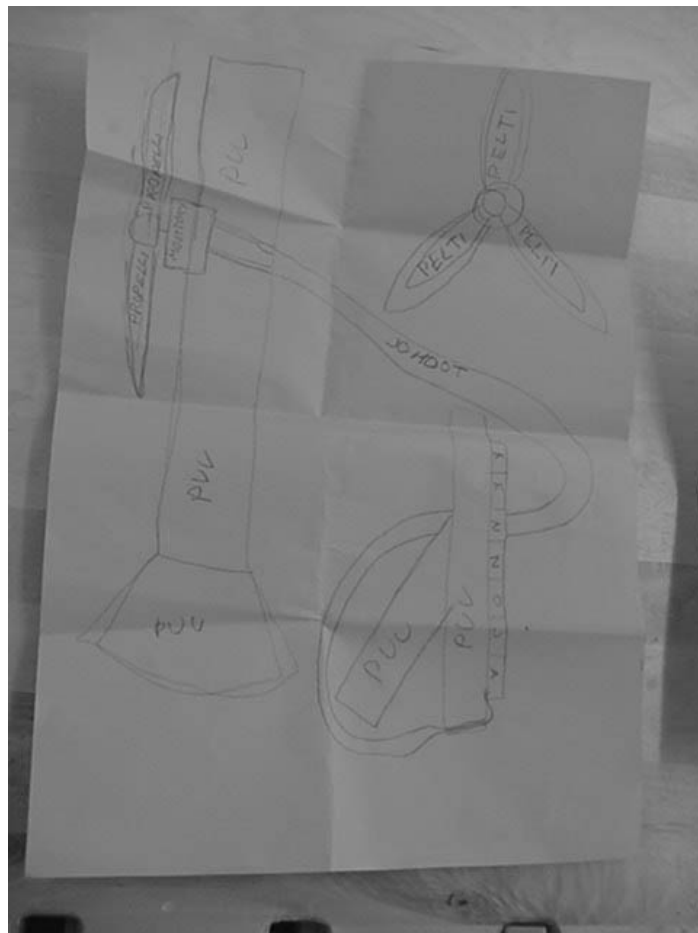


KUVIO 15. Toinen versio tuulettimesta, jossa paneelit on erotettu tuulettimosta ja työnjako on selkeä.

Ideana on, että paneelit ovat erillinen osa, jotta niitä voisi liikutella esimerkiksi ikkunan ulkopuolelle, jolloin itse tuuletin voisi olla sisällä viilentämässä ilmaa. Itsenäinen ryhmätyö toimi, mistä kertoo omaehtoisesti tehty työnjako. Näin kukaan ei vain istuskellut, vaan dynamiikka toimi ja kaikki osallistuivat. Toki työskentely ei ollut aina niin autonomista. Nytkin

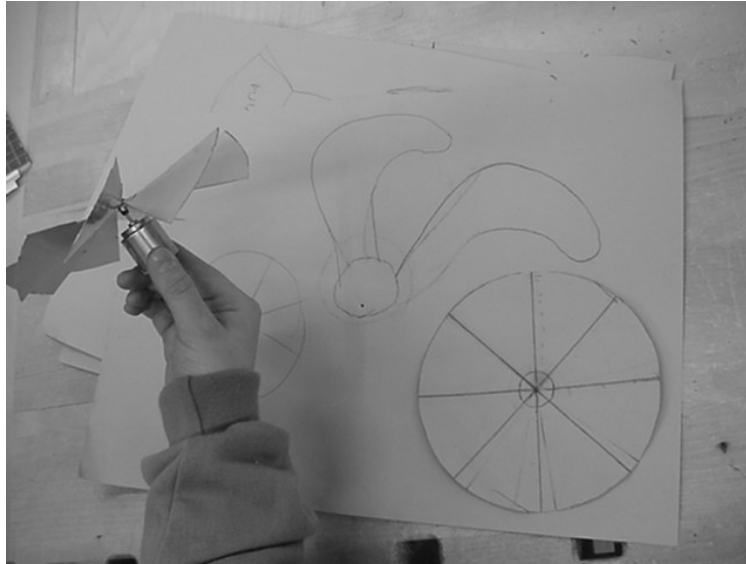
toimin ohjaajana, siten että jokaisella oppilaalla on oltava töitä, joten oppilaiden tuli miettiä työnjako. Se myös tehtiin oppilaiden toimesta, tosin katapulttia suunnitelleessa ryhmässä oli hieman vaikeuksia. Tässä korostuukin opettajan asiantuntemus. Viides luokka oli minulle sikäli outo, että aloitin työskentelyn heidän kanssaan vasta tämän projektin yhteydessä. Siten keskinäisen toiminnan ennakkointi oli epäselvää. Loppua kohti katapulttiryhmän toiminta kuitenkin parani, kun ryhmät tulivat enemmän tutuiksi.

Aurinkovoimalla toimivasta tuulettimesta tehtiin tarkemmat suunnitelmat, jossa näkyi 1:1 mittasuhteet ja työssä käytetyt materiaalit. Kenno-osaan oppilaat suunnittelivat kulmaa vaihtavan tuen, sillä he olivat kennojen testauksessa havainneet kulman vaikuttavan sähköntuottoon (kuvio 16).



KUVIO 16. Tuuletin suhteessa 1:1. Näkyvissä myös materiaalit.

Työn potkuriosa tehtiin aluksi puusta, mutta testauksessa se osoittautui liian painavaksi. Näin ollen ryhmä valitsi materiaaliksi kevyen metallin (kuvio 17), jonka malliin haettiin vinkkiä kuvarikkaista tietokirjoista.

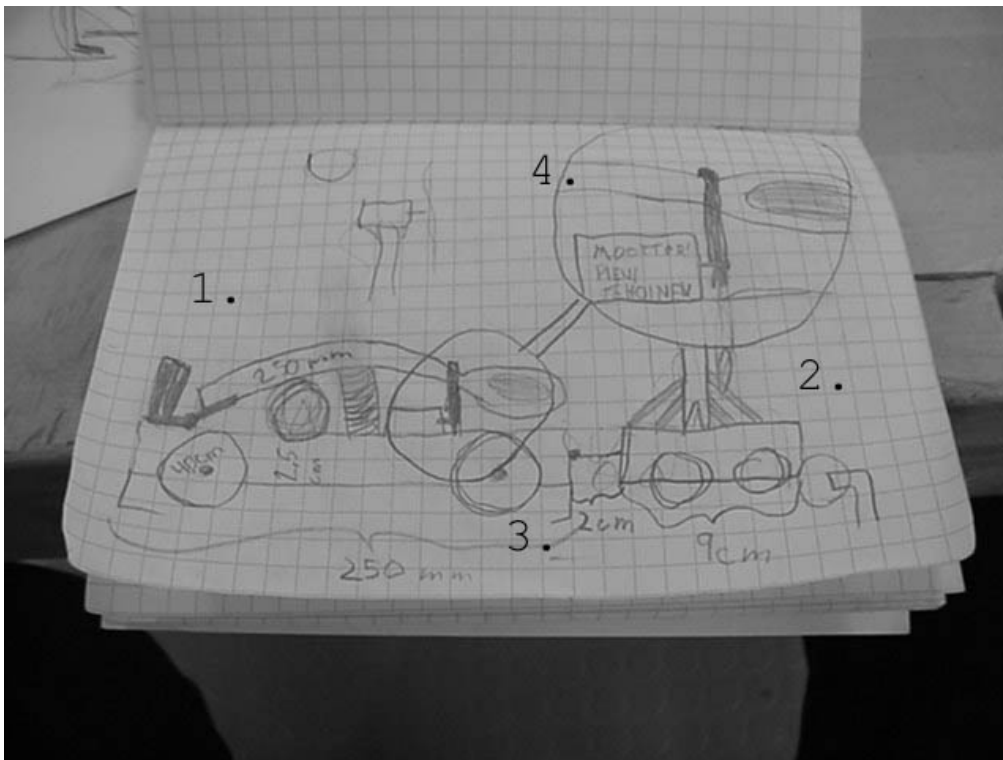


KUVIO 17. Potkuri ja siihen valittu moottori, sekä potkurista tehdyt piirustukset.

Tuulivoimalla operoineet halusivat puolestaan tehdä laitteen, jonka avulla tiedettäisiin milloin ulkona tulee rankasti katsomatta ulos. Tähän ongelmaan vastasi tuulivoimaan reagoiva ja siitä energiansa saava katapultti. Myös heidän ideointinsa kehittyi ryhmän yhteistyönä:

”Ensiksi oli suunnitteilla tuulivoimalla toimiva lentokone, mutta se ei oikein ollut mahdollista. Sitten oppilas 10 keksi että tehdään purjevene joka toimii niin että kun purjeeseen puhaltaa tuuli niin se käynnistäisi moottorin, mutta se ei ollut kovin hyvä idea. Sitten oppilas 16 ehdotti katapulttia (vitsillä että sillä voisi ampua opettajia). Sitten päätimme tehdä sen.”

Ryhmät keskustelivat ja miettivät erilaisia vaihtoehtoisia toteutuksen mahdollisuuksia. Sisäistä ideointia tuotiin esille verbalisoinnin kautta. Ajatukset kehittyivät asteittaisesta ja kun toimiva idea tuntui löytyvän, siitä elettiin tehdä suunnitelmia myös paperille (kuvio 18).



KUVIO 18. Katapultin asteittain paranneltu suunnitelma.

Tuuliryhmällä oli mielenkiintoinen tapa tehdä suunnitelmia. He eivät käyttäneet useita papereita, kuten aurinkokennoryhmä, vaan ideaa kasvatettiin asteittain. Ensimmäisenä muodostui katapultin runko-osa. Toisena takana kulkeva vaunu, johon myös tuuligeneraattori kiinnitettäisiin, kolmantena mittasuhteet ja neljäntenä suurennos katapultin toimintamekanismista. Ideana oli, että sähkömoottoriin kiinnitetty koukku pitää katapultin varren paikoillaan. Kun tulee, se käynnistää moottorin, joka vapauttaa katapultin varren, jonka jousi puolestaan työntää ylös. Idea on varsin nerokas tekninen ratkaisu ja se oli myös mahdollista toteuttaa. Jousi korvattiin lopulta oppilaiden toimesta kuminauhaviritelmällä, sillä sopivaa joustaa ei löytynyt. Ratkaisusta ei tehty erillisiä suunnitelmia.

Vesivoimaryhmä lähti liikkeelle ehkä kaikkein villimmästä ideasta, vesihuvipuistosta. Tämä oli alustavin ajatus, eikä sitä muistettu kirjata loppuraporttiin. Heidän suunnittelunsa palasi toteutuskelpoisiin mittasuhteisiin ryhmistä viimeisenä:

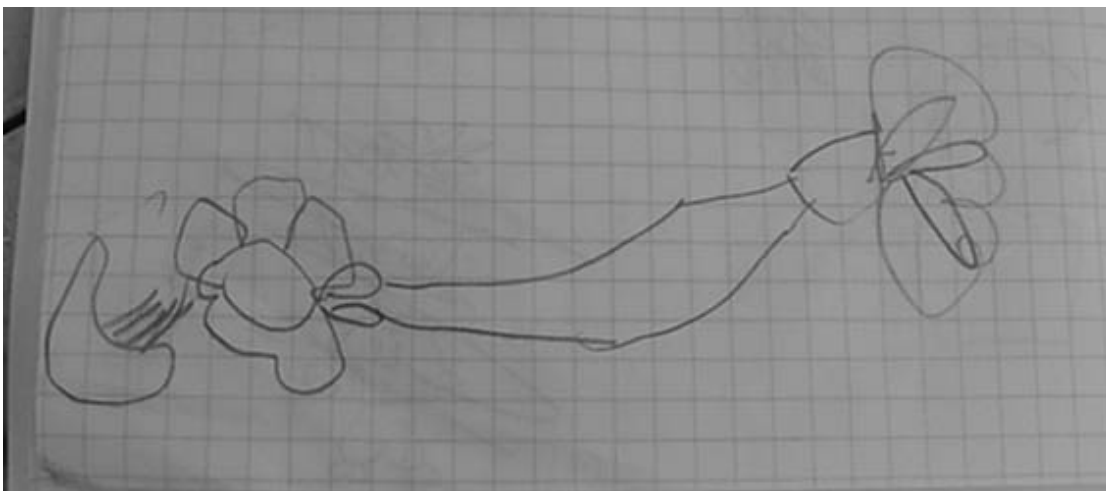
”Aluksi mietimme tehdä jonkinlaista niin sanottua suihkulähdettä josta suihkuaisi vettä. Sitten mietimme laivan jossa ropelli pyörii ja laiva liikkuu ja samalla generaattori antaa vesivoiman avulla sähköä ja saisimme valot sisäpuolelle. Sen jälkeen oppilas 8 tokaisi jotain kukasta (vitsillä) ja tytöt innostuivat siitä eikä meillä pojilla ollut muuta mahdollisuutta. Idea oli parempi koska se oli kuitenkin aika helppo suunnitella ja tehdä vaikka meillä oli vähän

suunnitelmaongelmia. Kehitimme suunnitelmaa koska se tuntui kuitenkin kaikkien mielestä hyvältä idealta.”

Ryhmä ideoi ja suunnitteli myös vesivoimasta energiansa saava propellihatun (kuvio 19), mutta sen idea tuntui lopulta liian turhalta ryhmän mielestä. Näin ollen he päätyivät toiseen hupilaitteeseen, eli pyörivään rintakukkaan (kuvio 20), jonka yksinkertainen suunnitelma riitti mielekkääseen lopputulokseen.



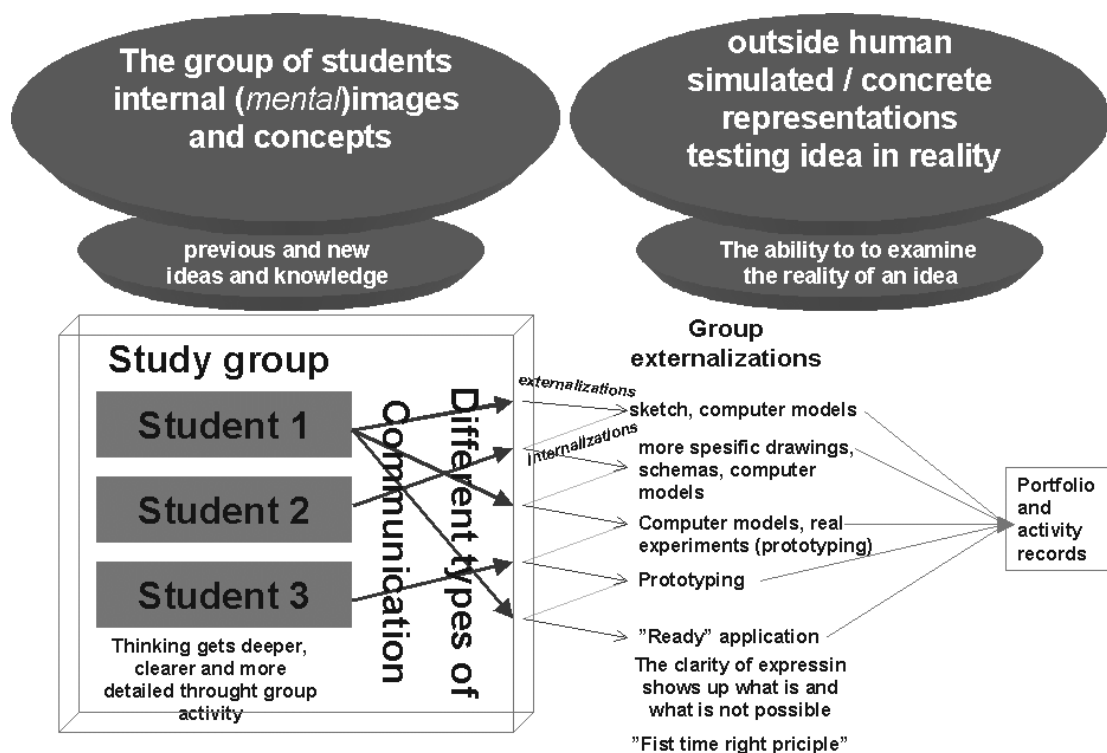
KUVIO 19. Propellihattu vesivoimalla toimivana.



KUVIO 20. Vesivoimalla toimiva pyörivä rintakukka.

Kukan generaattoriossa kiinnitettäisiin kädessä pidettävään varteen, josta johdot kulkisivat sähkömoottoriin. Moottorin akseliin kiinnitettiin pieni potkuri, joka päällystettiin kukan muodon antavalla kankaalla.

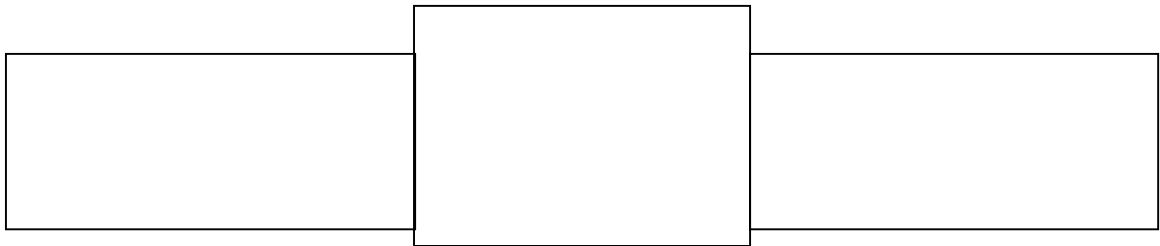
Kuten oppilaiden suunnittelutyön ratkaisut kertovat ne etenivät vaiheittain. Sisäisiä miellekuvia lähdettiin ulkoistamaan aluksi verbalisoinnin kautta ryhmälle, ja tämän jälkeen visualisoinnin kautta paperille. Ryhmien oppilaat toimivat kiinteässä vuorovaikutuksessa keskenään ja suunnitelmat tarkentuivat, täsmentyivät ja tulivat yhä enemmän tuotteen näköisiksi. Myöhemmin tulevassa rakennusvaiheessa ideoita kehitettiin edelleen, kun huomattiin että jokin ratkaisu oli toimimaton. Näin ajattelu ja kuva tuotteesta tuli selvemmäksi ja kirkkaammaksi ryhmän toiminnan kautta, mikä näkyy myös kuvallisena mallina Lehtosen (2002) Kimbellin (2000a, b) mallista kehittämässä ryhmäoppimisen ideassa (kuvio 21, ks. myös opinnäytteen luku 5.3.7).



KUVIO 21. Ryhmäoppimisen malli (Lehtonen 2002).

Ainoastaan paristoa/akkua käyttäneen ryhmä ideointi ei noudattanut vaiheittaisen suunnittelun mallia. Kyseisen ryhmä sai ideansa luokassa olleesta metallisesta tangosta, jossa oli reikä keskellä (kuvio 22). Tämä herätti mielikuvitusta liikkeelle ja loi kuvia lennokista, jonka keskelle kiinnitetään paristo. Mielikuvitusta siis riittää, mutta nähdyn esineen lisäksi vähäisempään pohdintaan vaikutti myös yksinkertaisempi energianlähde, paristo. Ryhmä ei joutunut

miettimään miten he energianlähdeään hyödyntävät ja mihin laitteeseen sitä on mahdollista käyttää. Tämä näkyi myös ryhmän oppimisen vähäisempänä määränä, mikä kertoo ratkaisujen etsimisen tukevan oppimista, kuten muiden tulosten yhteydessä tullaan tarkastelemaan.

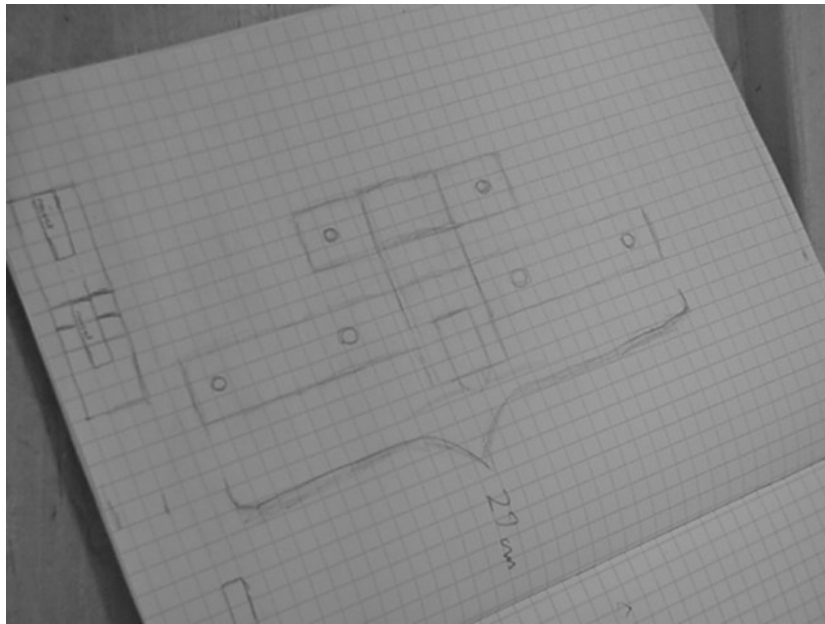


KUVIO 22. Piirros esineen mallista, josta paristoryhmä sai ideansa lennokkiin.

Akkuryhmä:

”Ajattelimme ensin tehdä lennokin, joka liitäisi laskuvarjolla ja propellin voimalla eteenpäin. Testitilaisuudessa varjon langat menivät sekaisin ja katkeilivat, joten testi epäonnistui. Kone olisi toiminut periaatteessa, mutta toteutus epäonnistui. Materiaalina käytimme polystyreeniä ja moottorina oli solarmoottori. Varjo oli tehty kankaasta, joka ei päästänyt ilmaan lävitseen, joten se oli erinomaista varjokangasta. Tarkoituksenamme oli käyttää luomuparistoja, mutta koulussa niitä ei ollut.”

Akkukäyttöinen liitovarjolennokki (kuvio 23) sai nopeasti muotonsa. Juuri suunnittelutyön vähäisyys helposta energianlähteestä johtuen vähensi myös ongelmanratkaisun tarvetta. Kyseisen ensimmäisen suunnitelman pohjalta ryhmä toteutti työnsä loppuun asti materiaalina polystyreeni, joka keveydeltään sopi mainiosti lennokkiin. Vasta liitovarjon rakentamisessa oppilaat lähtivät tarkastelemaan netin kautta, millainen muoto ja koko suhteessa lennokkiin olisi varjolle sopiva. Mallina käytettiin lopulta laskuvarjoa.



KUVIO 23. Suunnitelma lennokista työn toteuttamista varten.

Kaiken kaikkiaan ideointi lähti käyntiin varsin tasokkaasti kaikilla ryhmillä ja tietoa haettiin, kun sitä tarvittiin. Näin muodostui konkreettisesti ongelmia joihin oppilaat oikeasti halusivat saada vastauksia. Tällaisia ongelmia olivat generaattoreiden ja potkurien vaihtelun yhteys jännitemäärään, aurinkokennojen erilaisten kokoonpanojen ja käyttökulmien vaikutus tuulettimen pyörimisnopeuteen, ilmanvastuksen merkitys paristoryhmän lennoksissa, painosuhteet sekä liitovarjon muoto ja materiaali. Näitä ja muita ongelmia selvitettiin täysin omaehtoisesti tavoitteena rakentaa mahdollisimman hyvä tuote. Tutkimista ei koettu ikävänä vaan tarkoituksenmukaisena ja mielenkiintoisena. Tosin edelleen kyseiset kolme oppilasta olisivat vain halunneet rakennella, sillä se on heidän suurin vahvuutensa ja paras keino oppia. Kaiken kaikkiaan suunnitteleminen, monikanavainen tutkiminen ja rakentaminen voivat muodostaa yhtenäisen ja mielekkään kokonaisuuden (eli oppimista). Kuviossa 24 suunnittelu ja rakentaminen on osalta luokasta keskeytynyt, koska he päättivät katsoa informatiivisen videon energiantuotosta tähän väliin.



KUVIO 24. Osa oppilaista tutustuvat energiantuotantoon videon kautta.

Toisella kerralla jotain alustavia osia alettiin rakentaa, töiden kappaleita valmistettiin ja lisäksi tavaroihin tutustuttiin tarkemmin, miettien miten niitä voisi parhaiten hyödyntää. Katapultin rakentamisessa oli pieniä ongelmia ryhmän toiminnassa, erityisesti työnjaon suhteen. Kaksi ryhmän jäsentä eivät olleet yhtä vastuullisia, ja heidän sujuva toiminta vaati hieman paimentamista. Luovaan työhön en silti puuttunut, vaan vain järjestyksen ylläpitämiseen. Vesivoimaryhmää lukuun ottamatta tässä vaiheessa töitä tehtiin jo vauhdilla suunnitelmien pohjalta.

7. – 8. Vesivoimalla operoijat olivat eniten jäljessä tämän kerran ensimmäisellä tunnilla. Vaikka idea oli yksinkertainen, sen toteuttaminen tuntui vaikealta. Tämä johtui ensisijaisesti vähäisestä vedenpaineesta, jota luokassa oli saatavilla. Paineen tuottama pyörimisliike generaattoriin ei ollut riittävä tuottamaan moottorin vaatimaan sähkönmäärää. Tätä oppilaat miettivätkin hermostuneina pitkään, joten annoin heille mahdollisuuden vaihtaa veden luontevasti tuulen hyväksikäyttämiseen. Jotta alkuperäinen idea olisi kuitenkin säilynyt oppilaat valitsivat työhönsä potkurin, joka muodoltaan kykenee hyödyntämään sekä veden virtauksen, että tuulen. Näin sitä pystyy käyttämään kummalla uusiutuvalla energialla tahansa.

Kukan työstäjillä oli ongelmia myös siksi, että toisella tytöistä oli itsetunto-ongelmia (oppilas 5). Se vaikutti luovaan työskentelyyn, jossa olisi pitänyt ottaa vastuuta itsestä ja luottaa omiin ratkaisuihin. Siltikin ideointi oli tasokasta. Jos luokalla onkin sisäisiä ongelmia, niitä kannattaa

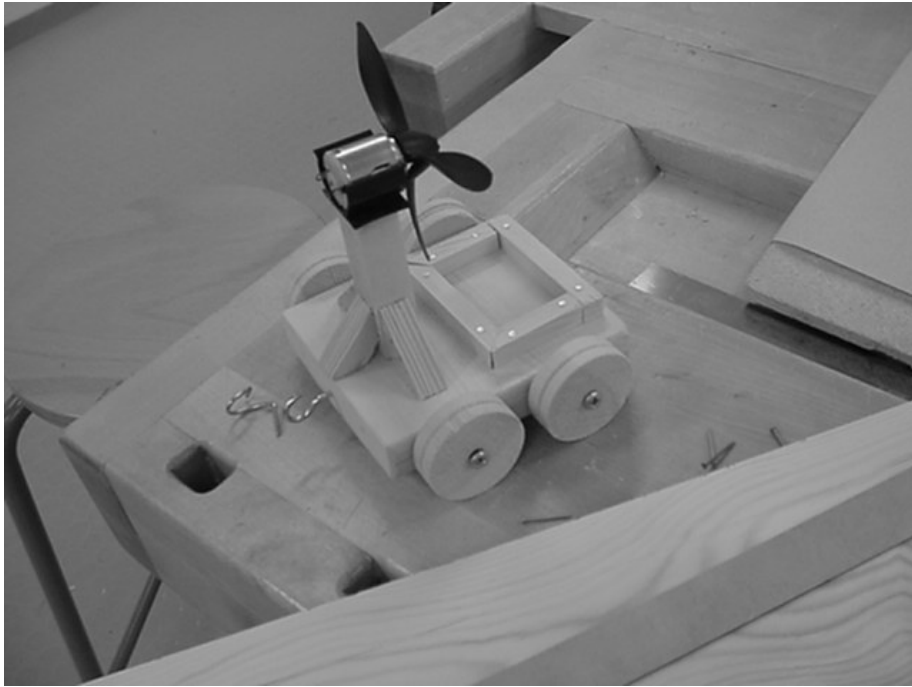
ensin selvittää, sillä muuten prosessi voi epäonnistua ryhmän vajavaisen toiminnan takia. Työ on vaativa – tosin ehkä opettajalle oppilaita enemmän. Opettajan toiminnan monipuolisuus korostuu avoimessa oppimisessä, sillä eri ryhmillä on eri aiheita. Tällöin joutuu repeämään moneen paikkaan ja muuttamaan omaa ajatteluaankin tuotteiden mukaisesti. Sillä toki opettaja on mukana keskusteluissa, jotta tietää missä vaiheessa työt etenevät. Silloin voi myös herätellä ajatuksia jos tarvetta.

Katapultti, tuuletin ja liidokki edistyivät näillä tunneilla jo hyvin pitkälle, sillä edellisillä kahdella tunnilla ne oltiin saatu erinomaiseen alkuun suunnitelmien pohjalta. Suunnitelmia täydennettiin edelleen työn jatkuessa. Niitä ei juurikaan lisätty paperisuunnitelmiin vaan ajatustasoiset yhteiset sopimukset ryhmien kesken riittivät. Seuraavissa kuvissa (kuvio 25, kuvio 26, kuvio 27, kuvio 28, kuvio 29) työt ovat rakennusvaiheessa.

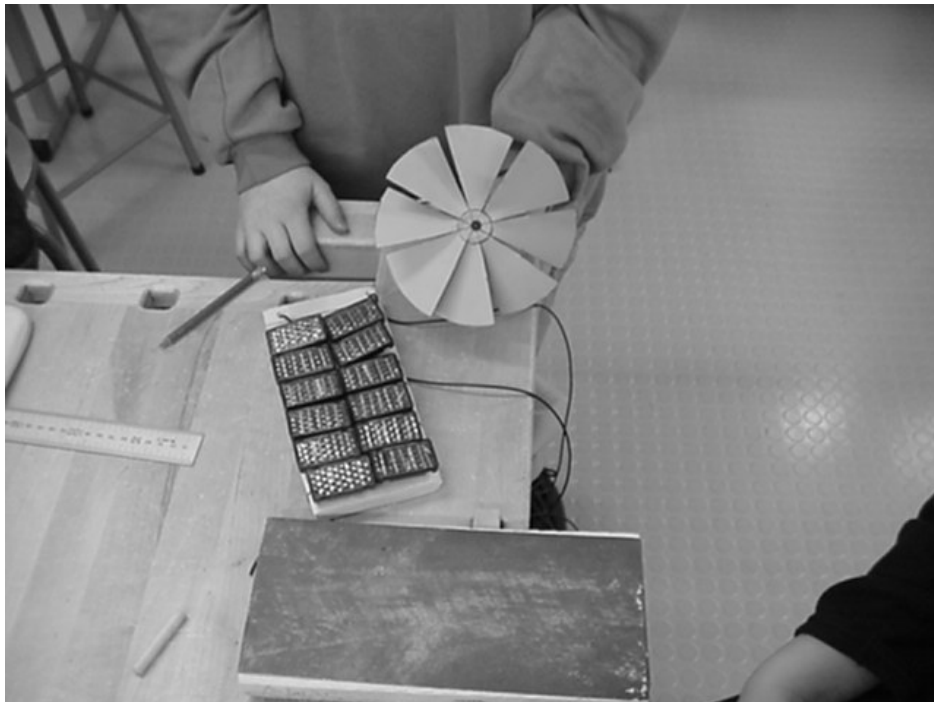


KUVIO 25. Tuuliryhmän yhteistyötä katapultin puuosia varten.

Ryhmä oli jakautunut viisaasti kahteen osaan.



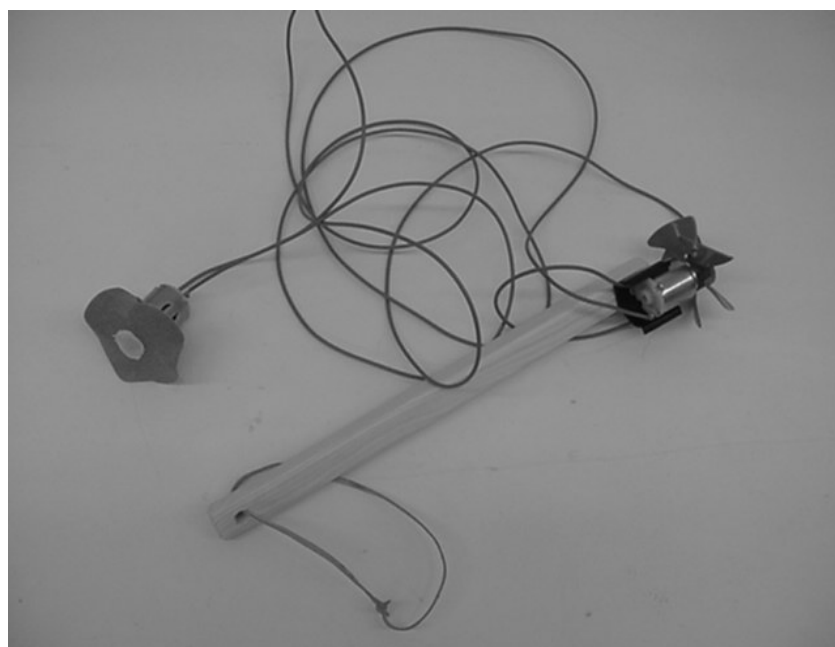
KUVIO 26. Katapultin perävaunuun integroitu tuuligeneraattori.



KUVIO 27. Aurinkokennojen kiinnitys tukilevyyn ja metallista tehty tuuletinosa.



KUVIO 28. Lennokin ja liitovarjon mittasuhteita pohditaan ryhmän voimin.



KUVIO 29. Vaikeuksien kautta voittoon. Vesiryhmän kukkamobiiliksi ristityn työn raakaversio.

9.-10. Alun vaikeuksista huolimatta kukkaryhmä sai työnsä valmiiksi ennen muita ryhmiä. He liittivät työhönsä paidan (kuvio 30), johon pyörivän kukan voi liittää ja aloittavat tekemään loppuraporttia. Siinä harjoitetaan myös tiedonhakua eri lähteistä. Ryhmä saa työnsä täysin valmiiksi kyseisen kerran aikana. He ovat tyytyväisiä ja kokeilevat mielellään lopputuloksen toimivuutta.



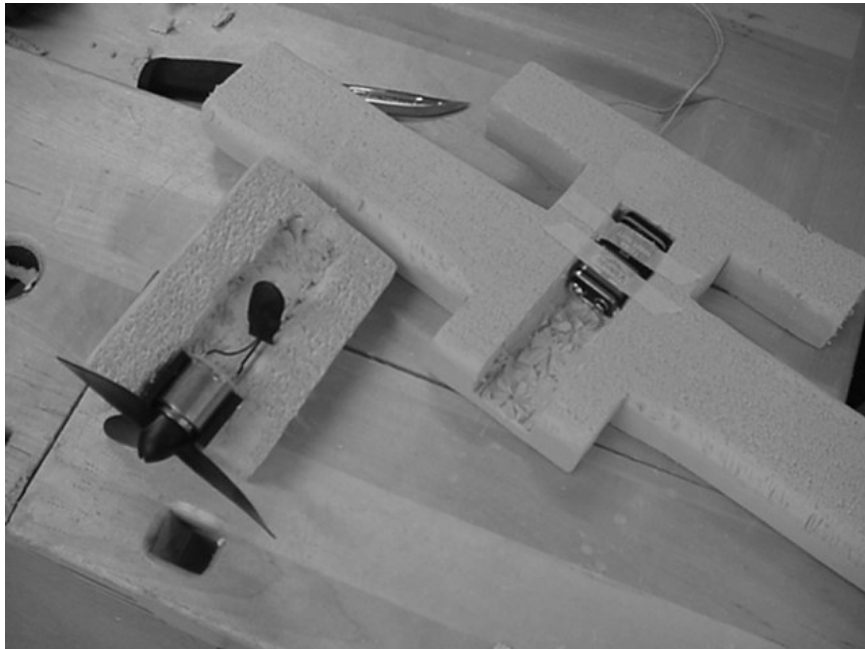
KUVIO 30. Vesi- ja tuulivoimalla toimiva kukkamobiili paitaan kiinnitettynä.

Katapultti ryhmä on myös hyvin pitkällä. He työstävät yhteistyössä katapultin varren metallista lusikkaosaa (kuvio 31) sekä valitsevat potkureita ja moottoria sekä generaattoria.



KUVIO 31. Tuuliryhmä työstää toimivana yhteistyönä katapulttinsa lusikkaosaa metallista.

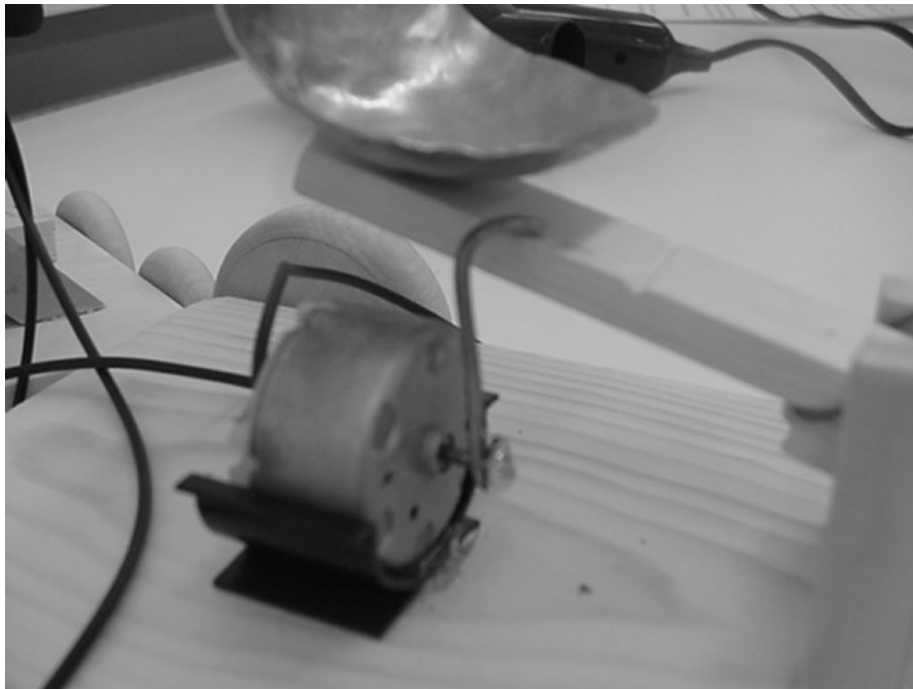
Myös tuuletin valmistuu aivan tuntien loppuvaiheessa. Erityisen suuren innon synnytti, kun se toimi myös ulkona auringonvalossa, eikä pelkästään testivalonheittimellä. Liidokkikin saatiin hyvälle mallille (kuvio 32). Siinä rakentamisen tasokkuus korostui polystyreenin kanssa, myös työnjako oli jatkuvasti toimivaa.



KUVIO 32. Akkuryhmän oivallus pariston liittämistä lennokkiin.

11.-12. Kyseisille kahdelle tunnille ei kukkamobiilin valmistajien tarvinnut osallistua. Nämä tunnit järjestettiin ylimääräisinä jotta kolme muuta ryhmää saivat viimeisteltä tuotteensa ja tehtyä seinätyöt loppuraportiksi.

Katapultin työstäjät pohtivat potkurin tehokkuutta tuulen vastaanottajana. He päättelivät, että vähäinen lapojen määrä ei riitä tuulen tehokkaaseen vastaanottamiseen useiden kokeiden perusteella. Propelliin tehokkuuden lisäämiseksi potkuriin liitettiin lisäsiipiä. Suurin työ oli kuitenkin lukitusmekanismissa, jonka millilleen tarkkaan paikalle asettamiseen ei oppilaiden kärsivällisyys tahtonut riittää. Tässä yhteydessä toimin yhteistyössä ryhmän kanssa, jotta lukitusmekanismi saatiin oikealle kohdalle. Kiinnityskoukun (kuvio 33) kulman testaaminen oli tarkkaa työtä, jotta se ei aikaansaisi liian suurta vastusta katapultin varren vapauttamisessa. Juuri siinä kulman etsimisessä olin tukena. Huomattava on, että koko idea mekanismin toiminnasta tuli oppilailta.

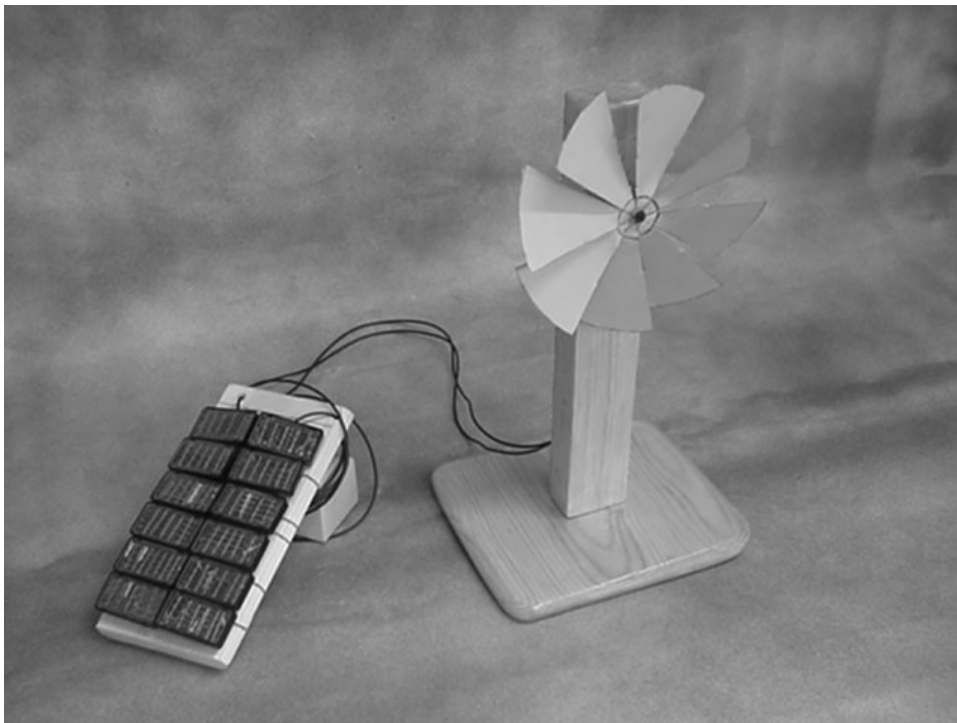


KUVIO 33. Voimakkaaseen sähkömoottoriin kolvaamalla kiinnitetty koukku piti katapultin vartta paikoillaan. Kun alkaa tuulla, moottori käynnistyy generaattorin voimasta ja koukku vapauttaa varren.

Liidokin varjon suhde lennokkiin oli kaikista vaikein työvaihe ryhmän työssä. Painosuhteet, lankojen pituudet, kiinnityskohdat, aerodynamiikka ja muuta ongelmat tuntuivat välillä liian vaativilta. Niin hyvin, kuin oppilaat olivat aluksi ajatelleet, ei työtä lähtenytkään toimimaan. Tämä koettiin hienoisena pettymyksenä, mikä kertoo työn merkityksestä ja siihen panostamisesta. Myös muiden mittausten yhteydessä ilmeni työn merkittävyys ja toive täydelliseen toimivuuteen. Muilta osin oppilaat olivat erittäin tyytyväisiä työhönsä.

Oletin, että itsearviointi seinätyön (ks. liite 8) yhteydessä olisi riittävä, mutta projektin toimivuutta mittaavissa testeissä se koettiin ainoastaan keskinkertaisena. Seinätöiden tekemiseen ei oikein maltettu paneutua, vaikka ne loppuun asti tehtiinkin. Varsinaiset tuotteet olivat niin mielenkiintoisia, että niiden testailuun olisi voitu käyttää vaikka koko aika.

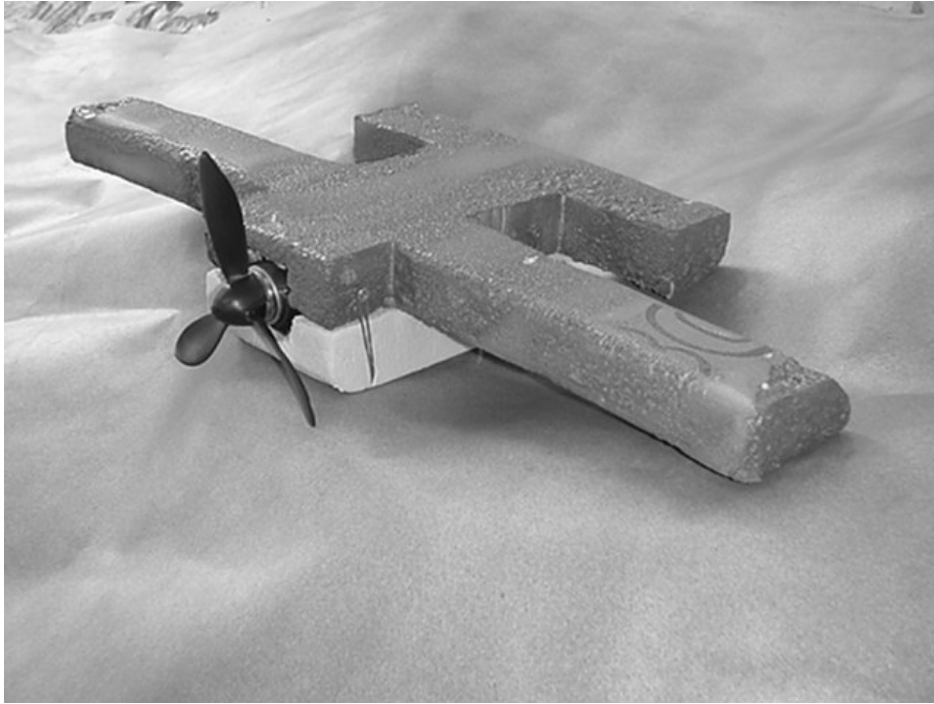
Työt saatiin kaikin puolin valmiiksi (kuvio 34, kuvio 34, kuvio 35, kuvio 36) seinätöitä myöten. Viimeiset kaksi tuntia käytettiin töiden esittelyyn ja tutkimuksellisiin loppumittauksiin.



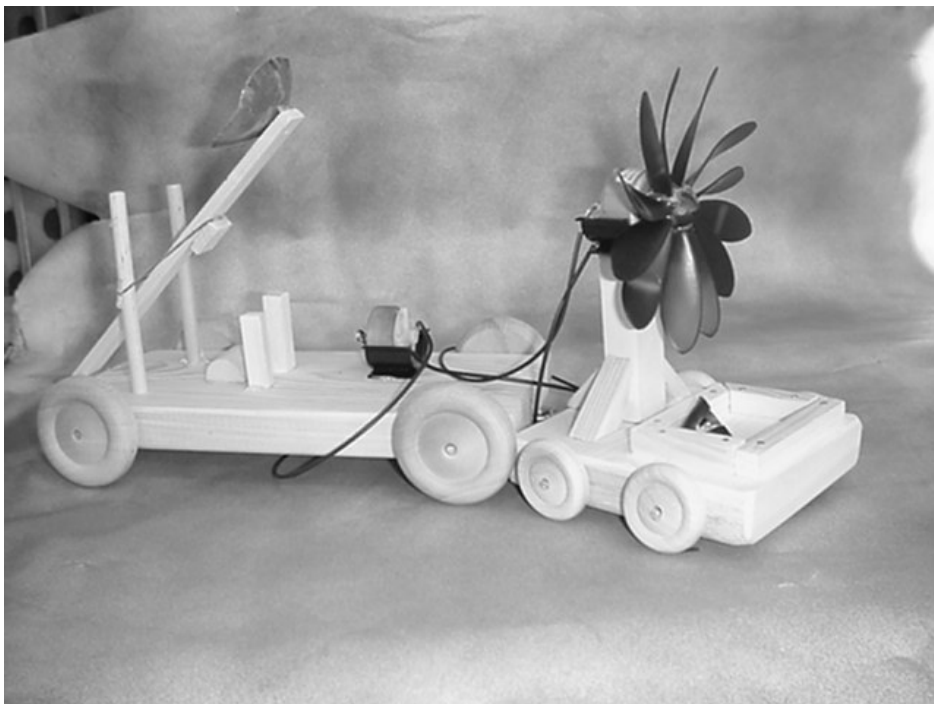
KUVIO 34. Aurinkovoimalla toimiva tuuletin.



KUVIO 35. Vesi- tai tuulivoimalla toimiva 'kukkamobiili' eli pyörivä rintakukka.

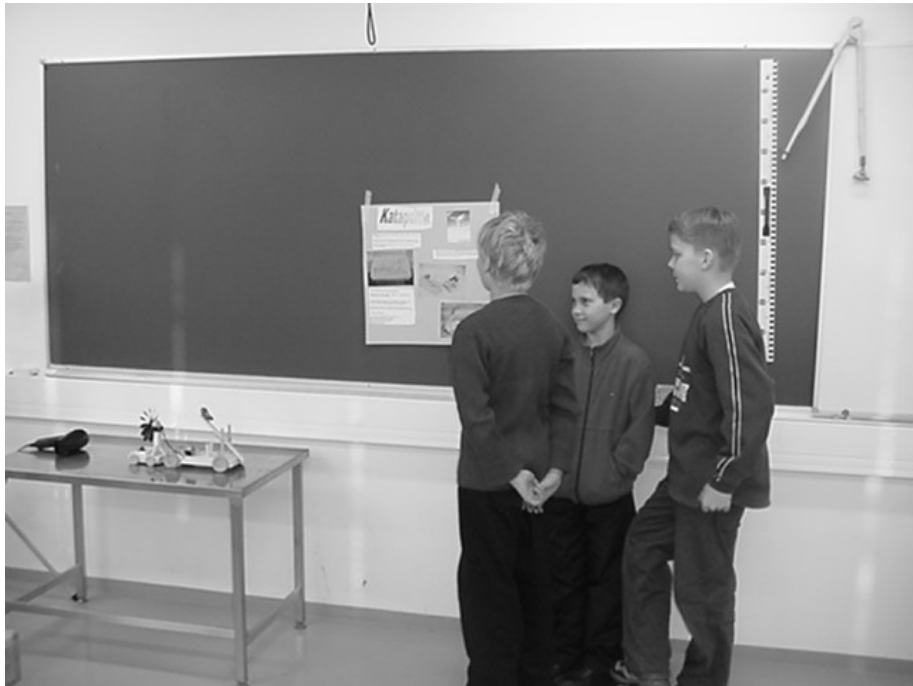


KUVIO 36. Paristokäyttöinen liitovarjolentokone.



KUVIO 37. Tuulivoimaan reagoiva ja tuulivoimalla toimiva katapultti.

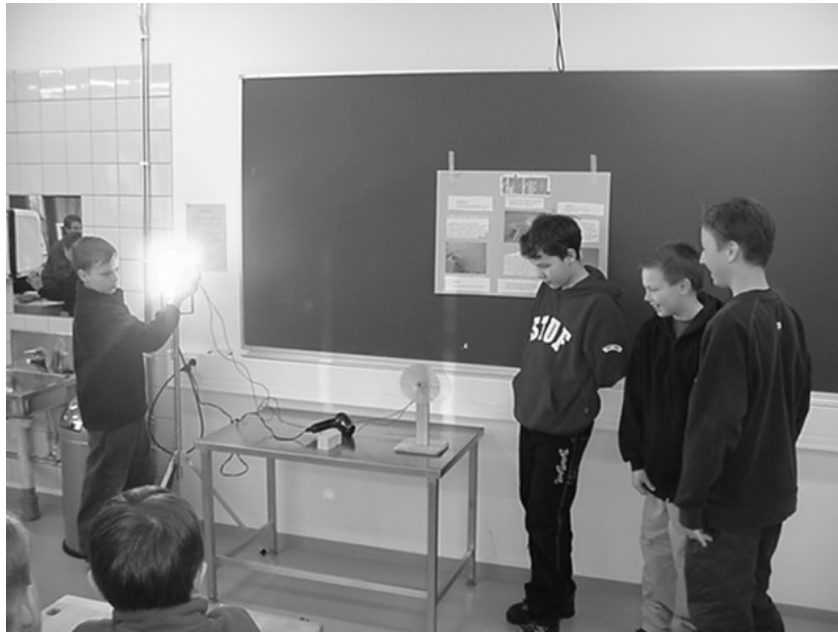
12.-14. Panostamisesta työhön, ja muiden ryhmien töiden arvostamisesta kertoi, että neljän työn esittämiseen käytettiin tunnin verran aikaa. Oppilaat keskustelivat niistä mielellään, seurasivat toisten esityksiä tarkkaavaisesti ja jännittivät oman työn demonstraatiovuoroa (kuvio 38, kuvio 39, kuvio 40, kuvio 41). Esitysten jälkeen taputettiin luontevasti keksinnöille.



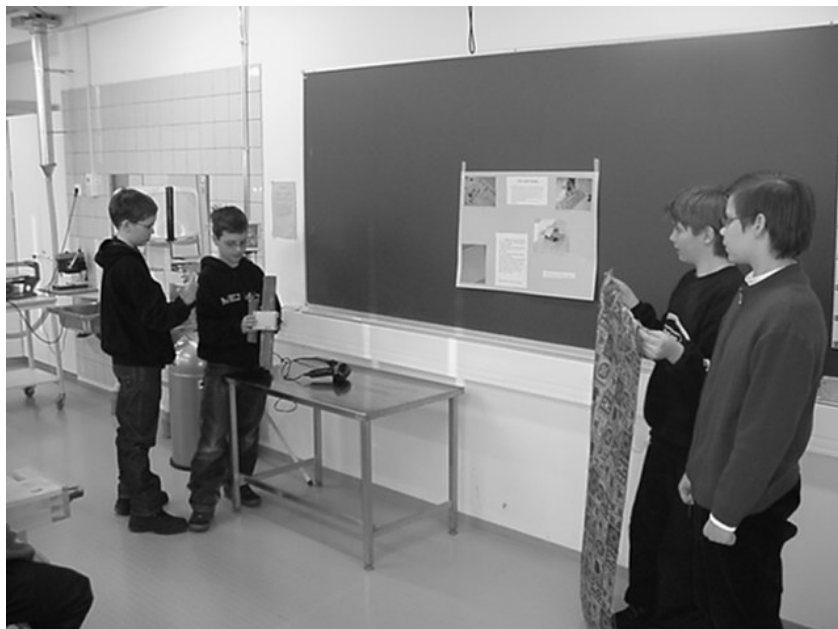
KUVIO 38. Katapultin esittely seinätyön pohjalta. Katapultin laukaisua oltaisiin jaksettu katsoa loputtomasti.



KUVIO 39. Kukkamobiili pyörimässä. Sitä pidettiin ennen kaikkea hauskana työnä.



KUVIO 40. Tuuletin toiminnassa. Paneelit on siirretty aivan valonlähteen eteen.



KUVIO 41. Lennokin potkurin toimintaa esiteltiin, mutta liitovarjo jäi käsin pideltäväksi.

8.3 Muut tulokset

8.3.1 Oppimistyylien jäljillä

Ennen oppimistulosten esittämistä on tarpeen käsitellä jo prosessikuvauksen yhteydessä ilmenneitä oppimistyyliin ja -kokemuksiin liittyviä tuloksia. Projektin toimivuutta mitanneen lomakkeen (liite 5) viimeisellä sivulla kartoitettiin oppilaiden arvioinnin kautta heidän tapojaan oppia eri tavoilla. Korrelaatiotaulukko (taulukko 2) on tarkastelun helpottamiseksi jaoteltu kysymyslomakkeesta poiketen hieman eri tavalla. Jaottelu jo noudattaa löydettyjä oppimistyylien korrelaatioita, jotta sen tutkiminen tässä yhteydessä olisi helpompaa. Sen pohjalta miten oppilaat arvioivat eri tavoilla oppivansa, lähdin etsimään tapojen välisiä yhdistäviä korrelaatioita. Tämä paljasti tosiinsa yhdistyviä tekijöitä, joista muodostettiin lopulta oppimistyylien luokitukset (esim. Dryden & Vos 2002, 99, 130, 353-355).

TAULUKKO 2. Eri tavoilla oppimisen keskinäiset korrelaatiot

	Op.k. luk.	Muid. k.luk.	Kats.	Kuunt.	Kesk.	Suul. k.	Ong. ratk.	Tutk.	Tek. ja kok.	Ryhm. t.
Op.k.luk.		,931**	,533*	,400	,341	,135	,369	,137	,000	,315
Muid.k.lu	,931**		,563*	,465	,488	,174	,365	,138	,147	,386
Kats.	,533*	,563*		,908**	,434	,565*	,482	,100	,193	,539*
Kuunt.	,400	,465	,908**		,633**	,631*	,425	,097	,103	,540*
Kesk.	,341	,488	,434	,633**		,443	,370	,026	,049	,391
Suul.k.	,135	,174	,565*	,631*	,443		,395	,434	,051	,073
Ong.	,369	,365	,482	,425	,370	,395		,555*	,178	,213
Tutk.	,137	,138	,100	,097	,026	,434	,555*		,148	-,154
Tek. ja	,000	,147	,193	,103	,049	,051	,178	,148		,705**
Ryhm.t.	,315	,386	,539*	,540*	,391	,073	,213	-,154	,705**	

** . Korrelaatio on tilastollisesti merkitsevä riskitasolla 0.01 (2-suuntainen testi).

* . Korrelaatio on tilastollisesti merkitsevä riskitasolla 0.05 (2-suuntainen testi).

Kuten taulukosta havaitaan korreloivat oppikirjoja ja muita kirjoja lukemalla oppimiset vahvasti toisiaan. Ne ovat yhteydessä myös katselemiseen, mutta eivät tilastollisesti merkittävästi muihin tapoihin oppia. Tämä kolminaisuus liittyy selkeästi visuaalisuuteen, mistä johtuen yhteyttä voi pitää *visuaalisena oppimistyylinä*.

Katseleminen korreloi kyllä muitakin tapoja kuten kuuntelemista ja suullisiin kysymyksiin vastaamista sekä ryhmätyötä. Tämä yhteys liittyy mielestäni enemmänkin näköaistin toimintaan kuin todelliseen oppimistyylliseen yhteyteen. Kun ihminen kuuntelee näkyviä ympäristön tapahtumia tai vastailee kysymyksiin, hän automaattisesti kohdistaa myös katseensa kohteeseen. Näin ollen visuaalisuus liittyy aistina kyseisiin tilanteisiin, eikä niinkään oppimistyylinä. Tästä kertoo lukemisen yhteyden puuttuminen kuuntelemisen erilaisiin variaatioihin, kuten taulukosta nähdään. Jos visuaalisuudella olisi todellinen yhteys auditiivisuuteen oppimisen näkökulmasta, se näkyisi myös lukemisen osalta. Ryhmätyö on puolestaan tapana muista poikkeava, sillä siihen voi liittyä minkälaisia vaiheita, vaatimuksia ja korostettuja tyylejä tahansa. Näin ollen sen käyttö korrelaatioiden osalta ei edes ole mielekäästä, sillä oppilaat ovat voineet mieltää sen aivan eri tavoilla erilaisista ryhmätyökokemuksista riippuen. Se on siten muunkin informatiivisuutensa osalta epävalidi.

Seuraavan oppimistyylin muodostavat kuunteleminen, keskustelu ja suullisiin kysymyksiin vastaaminen, kuunteleminen korreloidessa selvästi molempien kanssa. Tätä yhteyttä voidaan pitää *auditiivisena oppimistyylinä*. Kolmanteen luokkaan päästään tarkastelemalla tutkimista ja ongelmanratkaisua. Ne korreloivat tilastollisesti merkitsevästi ainoastaan keskenään, ja eroavat siten omaksi osakseen oppimistyylien osalta. Tätä uutta jaottelua vahvistaa tutkimisen yhteyden tarkastelu muihin alueisiin, sillä sen osalta korrelaatiot ovat hyvin pieniä ja siten kaukana tilastollisesta merkittävyydestä. Ongelmanratkaisulla oli puolestaan suuremmat yhteydet muihinkin oppimistapoihin, mutta ei merkittävällä tavalla. Vastoin vanhempia oppimistyylien luokituksia ongelmanratkaisuun liittyvä *tutkiva oppiminen* nousee tässä tutkimuksessa omaksi luokakseen. Se voi liittyä oppimisen tarkastelun yleiseen muutokseen. Ei ole kovinkaan kauan siitä, kun tutkivaa oppimista ruvettiin laajemmin tarkastelemaan. Siten se on voinut vain jäädä tutkimatta vanhemmissa oppimistyyliä lähestyvissä tutkimuksissa.

Neljäntenä, ja jälleen tutumpana tyylinä näkyy tekemällä oppiminen, josta puhutaan *kinesteettisenä oppimisena*. Se korreloi hyvin heikosti minkään muun osa-alueen kanssa ollessa siten kiinteästi oma kokonaisuutensa. Ainoana poikkeuksena on yhteys ryhmätyöhön, mutta ryhmätyön ollessa niin moniselitteinen käsite, ei yhteyttä voi huomioida.

Korrelaatioiden pohjalta lähdin rakentamaan summamuuttujia auditiivisen, visuaalisen, tutkivan ja kinesteettisen oppimisen suhteen (taulukko 3). Koska osa-alueisiin kuuluu eri määriä mitattuja tapoja oppia, muokkasin jokaisesta laaditusta summamuuttujasta viisiportaisen asteikon, jotta niitä voisi vertailla keskenään. Asteikoissa on pyritty saavuttamaan pisteprosentuaalisesti sama

suhde vastaamaan kutakin viisiportaisen asteikon osaa, mutta kaikissa tapauksissa se ei ollut täysin mahdollista. Tämä johtuu ymmärrettävästi siitä, että summamuuttujien pistearvot eivät vaihtelustaan johtuen jakautuneet aina samalla periaatteella. Visuaaliseen oppimiseen esimerkiksi liittyy kolme osa-aluetta, kun taas tutkivaan oppimiseen vain kaksi. Näin ollen visuaalinen oppiminen voi saada arvot 3-15, kun taas tutkiva 2-10. Jako viisiportaisuuteen ei siten voi noudattaa täysin samaa suhdetta. Viisiportainen asteikko noudattaa kylläkin kyselylomakkeen (liite 5) viimeisen sivun mukaista jakoa, jossa erittäin huonosti kyseisillä tyyleillä oppiminen saa arvon 1, melko huonosti arvon 2, keskimukaisesti arvon 3, melko hyvin arvon 4 ja vastaavasti erittäin hyvä arvon 5.

TAULUKKO 3. Oppimistyylit

Oppilas	Ryhmä	Auditiivinen oppiminen	Visuaalinen oppiminen	Tutkimalla oppiminen	Kinesteettinen oppiminen
1	aurinko	3	5	5	5
2	aurinko	5	5	4	5
3	aurinko	4	5	4	5
4	aurinko	4	3	4	5
5	vesi	3	4	4	4
6	vesi	4	3	3	5
7	vesi	5	3	5	5
8	vesi	4	4	4	4
9	tuuli	4	3	4	4
10	tuuli	4	3	4	3
11	tuuli	3	4	4	4
12	akku	3	2	3	5
13	akku	4	3	4	5
14	akku	2	2	2	4
15	akku	,	3	4	5
16	tuuli	2	1	5	5

Taulukkoa luettaessa nähdään, että oppilailla nousevat pinnalla yleensä kaksi osa-aluetta oppimistyyleistä. Joillakin oppilailla alueista korostuvat jopa kolme, kuten aurinkoryhmässä. Näyttää siltä, että aurinkoryhmään oli sattunut oppimistyyleiltään selvästi monipuolisimmat oppijat. Heidän oppimistuloksensa ovat myös olleet keskiarvoisesti korkeita. Kuitenkin on huomioitava, että tuuliryhmä on saavuttanut niin ikään kärkipään oppimistuloksia, joita tullaan myöhemmin tarkastelemaan enemmän. Voidaan kuitenkin todeta, että pelkkä monipuolinen oppimiskyky ei tuota hyviä tuloksia, vaan enemmänkin monipuoliset tutkimusongelmat, joita tuuliryhmän projektista juuri löytyi, kuten myös aurinkoryhmänkin. Oppimistyylien väliltä ei löydy merkittäviä korrelaatioita, joten korostukset oppimistyylien välillä ovat täysin oppilaskohtaisen satunnaisia. Se, että oppilailla on eri tapoja rakentaa tietoa, tulisi näkyä myös

monikanavaisena opetuksena. Oppimistuloksiin ja oppilaiden positiivisiin kommentteihin nähden, avoin suunnittelu-, tutkimis- ja rakennusprojekti vastaa näihin vaatimuksiin. Merkityksellistä on, että yhtä poikkeusta lukuun ottamatta jokaisella oppilaalla kinesteettinen oppiminen nousee vähintäänkin melko hyväksi tavaksi oppia. Sen suhteen esiintyykin vähiten variaatioita oppilaiden välillä. Tekemisen merkitys on näin ollen suuri, mitä taas verrattain harvoin lähdetään perus- tai muussakaan opetuksessa toteuttamaan. Kuitenkin ainoastaan kaksi oppilaista olivat selviä kinesteettisiä oppijoita (oppilaat 12 ja 14), siten että mikään muu alue ei korostunut.

Vaikka eri tavoilla oppimisesta haettiin yllä olevan taulukon mukaisesti yhtenäisiä oppimistyyplejä, niin niiden tarkastelu myös paloitetuina tarjoaa tuloksia. Taulukosta 4 nähdään, että visuaalisen oppimisen osalta kirjoja paremmin oppilaat kokevat oppivansa katselemisen kautta. Auditiiivisessa oppimisessa puolestaan kuunteleminen ja keskustelu nousivat suullisiin kysymyksiin vastailua merkittävämmiksi. Tutkivan oppimisen osalta pelkkä ongelmanratkaisu yksistään tuntuu tukevan oppimista vähemmän kuin laajempi tutkiva asetelma. Tekemisen ja kokeilemisen kautta tapahtuvan oppimisen arvostus näkyy niin ikään tässäkin taulukossa. 63 prosenttia oppilaista arvioivat oppivansa erittäin hyvin kinesteettisesti sekä 31 prosenttia melko hyvin. Ryhmätyö on säilytetty taulukossa, joskin se moniselitteisyytensä takia vastaa ainoastaan kuriositeetin, jos senkään näkökulmasta oppimisen analyysiin.

TAULUKKO 4. Eri tavoilla oppimisen jakaumat

	Erittäin huonosti	Melko huonosti	Keskinkertaisesti	Melko hyvin	Erittäin hyvin
Op.k.luk.	1	6	3	4	2
Muid.k.luk.	1	5	6	2	2
Kats.			4	10	2
Kuunt.		3	3	8	2
Kesk.		2	3	10	1
Suul.k.		1	9	4	1
Ong. ratk.		2	6	6	2
Tutk.		2		12	2
Tek. ja kok.			1	5	10
Ryhm.t.		1	6	6	3

Kun edellisen taulukon tarkasteluun liitetään oppimisen mielekkyyden kokemukset, niin saavutamme kattavampaa analyysia oppimisesta. Vaikka oppilaat kokevatkin oppivansa kirjojen kautta oppilaista riippuen jopa erittäin hyvin (11 %), niin oppimisen mielekkyys sitä vastoin on heikompi. Taulukon 4 vertailussa taulukkoon 5 nähdään, että oppi- ja muiden kirjojen käyttö

oppimisessa on ikävämpää, kuin jakaumat itse oppimisen suhteen niiden osalta antavat ymmärtää.

TAULUKKO 5. Eri tavoilla oppimisen mielekkyys

	erittäin ikävää	Melko ikävää	Keskin-kertaista	Melko mukavaa	Erittäin mukavaa
Op.k.luk.	4	2	5	5	
Muid.k.luk.	5	1	7	2	1
Kats.			5	7	4
Kuunt.		2	9	3	2
Kesk.		2	4	8	2
Suul.k.		3	7	6	
Ong. ratk.		2	7	5	2
Tutk.	2	2	2	7	3
Tek. ja kok.			1	3	12
Ryhm.t.		2	4	6	4

Oppilaat ovat vastauksissaan osanneet analysoida mielekkyiden ja oppimisen kokemuksia erillisinä, jolloin on mahdollista tarkastella oppimista laajemmin. Vaikka lukeminen tuottaisikin oppimistuloksia, se koetaan 38 % mielestä erittäin tai melko ikävänä tapana oppia, sekä 31 % mielestä keskinkertaisena. Katseleminen laajemmin, jolla viitataan esimerkiksi TV:n ja videoiden katsomiseen tai muuhun seuraamiseen, koettiin sen sijaan mielekkäämpänä. Auditiiivisessa oppimisessa keskustelu saavutti suurimman suosion. Tutkivaan oppimiseen liittyen, sen mielekkyys koettiin oppimistukea pienempänä. Tämä voi liittyä oppilaiden tarpeeseen saada välittömästi tietoa (ks. Fox 2001). Tutkiva oppiminen on myös työlästä ja aikaa vievää. Sitä ei pidäkään käyttää ainoana opetustapana, mitä puoltavat myös oppilaiden erilaiset oppimistyyli. Tietoa voi rakentaa ja prosessoida monin tavoin. Mielekkyyskysymykset ovat motivaation kannalta tärkeitä.

8.3.2 Tuki monipuolisille oppimistavoitteille

Projektin toimivuutta mitanneen lomakkeen (liite 5) ensimmäisellä sivulla tarkasteltiin oppilaiden arvioinnin kautta, kuinka hyvin he ovat mielestään oppineet moninaisilla osa-alueilla, jotka liittyvät opetuspaketin ja siten myös uuden opetussuunnitelman tavoitteistoon. Kunnianhimoinen tavoite oli, että projekti voisi tukea oppimista jopa 18 alueella, joista perinteiset tiedolliset oppimistulokset olisivat yksi osa. Näin vastattaisiin opetuksen uusiin tavoitteisiin monialaisen oppimisen suhteen postmodernissa yhteiskunnassa.

Taulukoista 6 ja 7 nähdään 18 osa-alueen toimivuuden tunnus- ja keskilukuja, jotka aineiston vähäisen kvantitatiivisen määrän vuoksi eivät välttämättä ole yksinään kuvaavia, vaan vaativat tuekseen laadullisempaa tarkastelua. Keskiarvo on näin pienessä aineistossa kvantitatiivisessa mielessä paikoitellen harhaanjohtava. Kuudessatoista tapauksessa vaihtelu näkyy hyvin vahvana keskiarvossa, jos yksikin vastaus poikkeaa yleisestä linjasta. Tämä näkyykin keksihajonnan paikoittaisena suuruutena, mikä kertoo oppilaskohtaisesta vaihtelusta. Mediaani eli keskiluku on siinä mielessä kuvaavampi, sillä se lähestyy järkevämmiin tyypillisintä arviointia oppimisen suhteen tässä aineistossa. Keskilukua suurempia ja pienempiä arvoja on annettu yhtä paljon, joten se informoi yleisestä toimivuudesta keskiarvoa paremmin. Myös moodin tarkastelu on paikoitellen mielekästä, sillä siitä näkee suoraan tyypillisimmän vastausarvon, jolla siis on suurin frekvenssi kyseisen kysymyksen aineistossa. Arvot on annettu yhden desimaalin tarkkuudella keskiarvon, mediaanin ja keskihajonnan osalta. Pienin mahdollinen vastausarvo on yksi, kuvaten erittäin vähäistä tukea, luvun viisi kuvaten vastaavasti erittäin suurta tukea oppimisen suhteen, kuten liitteestä 5 voidaan havaita.

TAULUKKO 6. Tuki oppimiselle alueittain

	Val.vap.	Luov.	Tiet.op.	Ong.rat.	Suun. tek.	Keks.k.	Rakent.	Yht.t. k.	ATK
KA	4,1	3,6	3,8	3,6	4,0	4,1	4,1	3,7	3,6
Mediaani	4,0	3,5	4,0	3,5	4,0	4,0	4,0	3,5	4,0
Moodi	5	3	4	3	4	4	4	3	5
Keskihajonta	,9	,7	,9	1,0	,9	,8	,7	,8	1,4

Taulukon 6 mukaisesti valinnanvapaus projektissa arvioitiin hyvin suureksi. Tyypillisin vastaus oli, että projekti tuki oppimisenvapautta erittäin paljon, keskiluvunkin noustessa neljään. Tämä olisi tärkeää kaikessa oppimisessa, sillä se vaikuttaa luonnollisesti motivoitumiseen omakohtaisten vahvuuksien ja kiinnostustenkohteiden etsimisen ja löytämisen kautta. Taulukon 6 osalta nähdään vähintäänkin keskinkertaista tukea jokaisella osa-alueella, suurimmassa osassa sen nousevan melko suureen tukeen mittaluvun tyypistä huolimatta. Ongelmanratkaisukyvyn osalta arviointi painui keskinkertaiseen tukeen, mihin vaikutti erityisesti akkuryhmän alhaisemmat arviot. Se on puolestaan täysin ymmärrettävää, sillä heidän valitsemansa aihe oli melko vähän ongelmanratkaisua vaativaa, varjoa lukuun ottamatta. Niin tietojen oppiminen, suunnitelmien tekeminen, keksimiskyky, rakentamisen taidot kuin ATK:n hallinta arvioitiin melko paljon kehittyneiksi pienellä vaihtelulla mittaluvusta riippuen. ATK:n osalta näkyy

mittauksen suurin keskihajonta. Tietotekniikan parissa puuhasivatkin vain osa oppilaista, sillä tiedonetsintä eri lähteistä oli jaettu oppilaiden kesken ryhmissä. Vaikka luovuuden osalta moodi on keskinkertaisessa tuen ja siten kehittymisen kohdalla, niin mediaani osoittaa että suurempia arvoja kuin 3,5 oli kuitenkin 50 %. Kaiken kaikkiaan on vaikuttavaa, että millään alueella tulokset eivät laskeneet vähäiseen tukeen.

Taulukkoon 7 on jaoteltu mittauksen yhdeksän seuraavaa kohtaa. Siitä havaitaan, että tuki on kaikkien muiden paitsi esiintymistaitojen osalta arvioitu vähintäänkin keskinkertaiseksi tai melko suureksi.

TAULUKKO 7. Tuki oppimiselle alueittain

	Tekn. ym.	Es.taid.	Luon.h. ja suoj.	Its.toim.	Innos. pro.	Miel.k. säi.	Tied. ets.t.	Käyt. sov.	Its.arv.
KA	3,4	2,8	3,9	3,7	3,4	3,3	3,3	3,6	3,2
Mediaani	3,0	2,5	4,0	4,0	3,5	3,0	3,0	4,0	3,0
Moodi	3	2	4	4	4	3	3	4	3
Keskihajonta	,7	1,3	1,0	,8	1,1	1,1	1,2	1,1	1,1

Esiintymistaitoihin ei projektissa keskitytty kuin ryhmien tuotteiden esittelyn yhteydessä, joten melko vähäinen, korkeintaan keskinkertainen tuki mittalukujen kautta sille osa-alueelle ei olekaan mitenkään ihmeellistä. Esiintymistaitojen osalta näkyy kuitenkin suurta vaihtelua keskihajontaa tarkastellessa. Tämä kertoo siitä, että yleensä joku oppilaista esitti ryhmän ideoita minulle työvaiheiden edetessä. Vaadin silloin tarkkaa ja huolellista esittämistä, jonka nämä oppilaat ovat kokeneet osa-aluetta tukevana. Tämä koski kuitenkin vain osaa oppilaista. Luonnon huomioimista, itsenäistä toimintaa, innostumista projektiin ja käytäntöön soveltamista projekti näyttää tukeneen melko paljon. Keskinkertaisemmat tulokset liittyvät tekniikan ymmärtämiseen, mielenkiinnon säilymiseen sekä tiedonetsintätaitojen ja itsearvioinnin kehittymiseen. Mielenkiinnon säilymisen osalta tuloksia näin pienessä aineistossa ovat alentaneet muutaman alhainen vastaus, jotka tulivat tekemistä ja rakentamista vahvimmin toivoneilta oppilailta.

Kaiken kaikkiaankin keskihajonta nousee yhteen tai sen yli seitsemässä taulukon kohdassa. Se kertoo tuen ja oppimisen arvioinnin vaihtelusta mittalukujen ympärillä sekä suurempaa, että pienempään suuntaan. Tämä puolestaan kertoo projektin toimivuudesta avoimen oppimisen suhteen. Prosessit eivät ole olleet tasapäistäviä, vaan oppilaat ovat saaneet hakea tukea omien vahvuuksien kehittämiseksi. Vastaavasti heikkoihin osa-alueisiin ei ole ketään pakotettu, mutta

niihin on voitu keskittyä omaehtoisesti ja omassa rauhassa. Siten kaikissa 18 osa-alueessa näkyy vähintään keskinkertaista, mutta useammin melko suurta tukea oppimisen suhteen.

Kun kaikista kahdeksastatoista osa-alueesta laadittiin summamuuttuja, joka porrastettiin edelleen tuttuun viiden asteikkoon, nähdään siitä oppilaiden ilmoittamana projektin tuki monipuoliselle oppimiselle (taulukko 8).

TAULUKKO 8. Tuki monipuoliselle oppimiselle

	oppilaat	%
Keskinkertainen tuki	5	31
Melko suuri tuki	10	63
Erittäin suuri tuki	1	6
Yht:	16	100

Taulukon summamuuttuja käsittää luonnollisesti arvot väliltä 18-90, jonka pohjalta viisiportainen jako käsittää ääripäiden osalta pistejakauman 14 ja keskimmäiset kolme pistejakauman 15. Huomattavaa on, että summamuuttujan osalta ei näy yhtään vähäistä tai edes melko vähäistä arviointia monipuolisen oppimistuen osalta. 63 prosenttia oppilaista katsoo, että projekti tuki heidän oppimistaan melko paljon, kun kaikki 18 osa-aluetta on yhdistetty. Viisi oppilasta ilmoittaa projektin tukeneen heidän oppimistaan keskinkertaisesti, kun taas yksi oppilaista päätyi erittäin suuren tuen kannalle oppimistaan tarkastellessa. Tulos on varsin positiivinen, kun huomioidaan kuinka montaa oppimiseen liittyvää osa-aluetta projekti on kyennyt tukemaan.

Kun akkuryhmän toimintaa on jo tulosten tarkastelun yhteydessä sivuttu, tarjoaa yllä olevan summamuuttujan yhdistäminen ryhmäkohtaiseen tarkasteluun siihen liittyviä tuloksia (taulukko 9).

TAULUKKO 9. Tuki monipuoliselle oppimiselle ryhmittäin

	Ryhmä			
	aurinko	vesi	tuuli	akku
Keskinkertainen tuki		2		3
Melko suuri tuki	3	2	4	1
Erittäin suuri tuki	1			

Aurinkoryhmä teki monipuolista työtä tehdessään tutkimuksia, suunnitelmia, pohtiessaan kennojen ja moottoreiden mahdollisia vaihtoehtoja ja tehokasta toimintaa sekä tuotteen soveltamista käytäntöön. Heidän tuloksensa kaiken oppimisen osalta ovatkin kattavimpia. Ongelmien parissa toimiminen ja siihen liittyvä tuotteen monipuolinen kehittäminen käytännössä näyttää tukevan oppimista kaikilla mitatuilla osa-alueilla. Sama suuntaus näkyy tuuliryhmän osalta, joka niin ikään työskenteli hyvin monipuolisten työvaiheiden, ongelmien ja ratkaisujen parissa. Vesiryhmän ratkaisu oli verrattain helppo, vaikka mukava ja hauska olikin. Näin ollen vähäisempi työskentely näkyi tuloksissa.

Vastaavasti akkuryhmän tekninen toiminta, johtuen helpon pariston nopeasta integroinnista, tuotti hieman alempia tuloksia oppimisen tuen suhteen, siltikin vähintään keskinkertaisia. Akkuryhmästä löytyvät myös vahvimmat kinesteettiset oppijat. Koska heidän työnsä ei tarjonnut tekemistä tai tutkimistakaan kuin yksinkertaisen teknisen ratkaisun parissa vaikutti se oppimistuloksiin. Videoiden tai kirjojen visuaalisuus, tai keskusteluiden auditiivisuus ei riittänyt optimaaliseen oppimiseen. Pariston käyttö akunomaisesti on kuitenkin varteenotettava tehtävä, mutta opettajan täytyy kyllä tarkasti miettiä ketkä oppilaista siihen ryhmään sijoittaa. Vaihtoehtoisesti heidän rakennustehtävänsä olisi jotenkin haasteellistettava, mutta se taas rajoittaisi oppilaiden itsenäistä vapautta suunnittelu- ja toteutustasolla.

Oppimistulosten suhteen samansuuntaisia havaintoja tehtiin myös miellekartta- ja dynamolampputestauksen osalta. Toki yksilöiden välillä oli eroa ryhmistä huolimatta, mutta ainoa hyvin selvä ero ryhmätuloksiin nähden koski valinnanvapautta. Paristoa oli niin helppo käyttää, että sitä käyttänyt ryhmä arvioi projektin tukevan eniten työskentelyn vapautta (taulukko 10). Generaattorit ja kennot puolestaan suuntaavat työtä niiden käyttöön sopiville alueille.

TAULUKKO 10. Tuki valinnanvapaudelle

	Ryhmä			
	aurinko	vesi	tuuli	akku
3 jonkin verran	2	1	2	
4 melko paljon	1	3	1	
5 erittäin paljon	1		1	4

8.3.3 Oppilaiden ajatuksia

Projektin toimivuutta tarkastelevan mittauksen (liite 5) avoimiin kysymyksiin annetut vastaukset liittyivät pääsääntöisesti rakentamiseen ja tuotteeseen liittyviin aiheisiin. Oma konkreetti tekeminen oltiin koettu erittäin vahvasti. Rakentaminen nostettiin 63 prosentista vastauksista merkittävimmäksi osa-alueeksi kiinnostavuutensa, mielekkyytensä, hauskuutensa ja vapautensa vuoksi. Oppilas viiden kommentti kuvanee hyvin luokan tuntemuksia:

”Parasta oli työn rakentaminen ja kokeilla toimiiko se kun se on valmis. Koska on jännittävää nähdä toimiiko työ.”

Onnistumisen merkitys nousikin tärkeäksi kokemukseksi muissakin vastauksissa ja se näkyi vahvana myös työskentelyä seuratessa. Muille osa-alueille, kuten ryhmätyöhön ja suunnitteluun tuli vain hajanaista arvostusta tässä yhteydessä.

Ikävimmiksi kokemuksiksi nousivat puolestaan huomattavasti vaihtelevammat asiat. Pieleen meneminen, 25 %, nousi erityisesti akkuryhmän osalta keskiöön, johtuen liitovarjon toimimattomuudesta. Muut ryhmät kirjasivat ylös keksinnön liiallista yksinkertaisuutta 12 %, tiedon etsimisen ja kirjoittamisen tylsyyttä 19 %, työnjaon ongelmia 19 % ja suunnittelutyön paljoutta 12 %. Nämä jaot noudattavat myös tarkkailussa havaittuja ongelmia. Työnjako liittyi erityisesti tuulivoiman parissa työskennelleiden katapulttiryhmän toimintaan. Suunnittelutyötä tekivät eniten puolestaan aurinkoryhmä, kuten suunnittelukuvistakin näkyi, ja vastaavasti vahvat tekemällä oppijat kritisoivat kirjoittamisen tylsyyttä. Työtä taas pitivät liian yksinkertaisena lähinnä kukkamobiilin rakentajat. Mielenkiintoinen kommentti tuli oppilaan seitsemän paperista, jossa hän nosti pinnalle erään oleellisen motivoitumiseen liittyvän seikan:

”Ikävintä oli kun meidän projektin kiinnostus meinasi meillä kaikilla vähän yhdessä vaiheessa heiketä, kun se oli vähän se semmoinen helponlainen.”

Nyt ollaankin mielekkyysskysymysten äärellä. Kommentti kiteyttää järkevästi minkä tahansa luokan toimintaan ja keskittymiseen liittyvän ongelman. Erityisesti heterogeenisessä luokassa tasapäinen opetus voi aikaansaada tilanteita, joissa edetään joko liian hitaasti tai liian nopeasti. Avoimen projektin etu onkin, että se tarjoaa vaihtoehtoisia ja monipuolisia mahdollisuuksia toteuttaa itseään. Vesiryhmän kukkamobiiliin liittäminen lopulta paitaan kasvatti työn

monipuolisuutta ja lisäsi uudelleen mielenkiintoa. Näin ollen oppilaan kommentti kuvaa mahdollista uhkaa liian yksinkertaisen tehtävän ollessa kyseessä, mutta myös selviämistä siitä.

Vaikka oppilaat testailivat tuotettaan erittäin innostuneesti ja olivat siihen tyytyväisiä, he siitä huolimatta olisivat halunneet monipuolistaa työtään edelleen. 56 % mainitsi tuotteen monipuolistamisen asiaksi, jota voisi projektissa kasvattaa. Nälkä näyttääkin kasvavan syödessä ja kunnianhimoa tuntuu riittävän. Päämäärät pidettiin korkealla, ja niitä nostettiin työn valmistuessa. Vaikka projekti keskittyi konkreettiin toimintaan, niin 19 % (joka vastaa kolmea oppilasta) halusivat sen painottavan vielä enemmän rakentamista. Näistä kuitenkin vain yksi oppilas kuuluu selvästi tekemällä oppivien joukkoon. Muilta osin vastaukset olivat hajanaisia.

Oppiainejakoisuuteen tottuminen näkyy selvästi neljännen avoimen kysymyksen vastauksissa, joissa pohdittiin asioita, joita projekti voisi käsitellä vähemmän. Seitsemän oppilaista, eli 44 %, mainitsivat paperitöiden, kirjoittamisen ja tiedon etsiminen olevan vähentämisen listalla. Tämä liittyy vahvasti oppiainejakoisuuteen, sillä oppilaat eivät tunteneet kirjallista tutkimista tekniseen liittyväksi, mikä vahvistaa aineintegraation tärkeyttä. Tällä viitattiin erityisesti projektin alun kahteen puhtaaseen tutkimistuntiin, sillä omaehtoiseksi tiedon etsiminen muuttui, kun se liitettiin kiinteämmin tuotteen suunnitteluun, kokeilemiseen ja tekemiseen. Toki se kertoo myös oppilaiden vahvasta halusta tehdä, ja myös heidän tavastaan oppia tekemällä. Yksi vahva tekemällä oppija (oppilas 6) kommentoi:

”Lisäisin projektiin rakentelua. Suoraa tekemistä, koska inhoan tutkimista.”

Asenne on hyvin vahva, ja vastoin kenties yleistä käsitystä, se on viidennen luokan tytön kommentoima. Sukupuolieroista ei oppimistyylien suhteen voi tämän tutkimuksen pohjalta sanoakaan mitään, sillä niitä ei näkynyt. Se olisi itsessään merkittävä tulos, mutta tyttö-poika suhteen ollessa kolme tyttöä ja 13 poikaa, on jako liian homogeeninen poikien eduksi, joten tuloksia ei voi lähteä sukupuolierojen osalta korostamaan. Muita korostuksia oppilailta ei tähän kohtaan juuri tullut.

Oppilaiden oppimistyylien jako näkyy myös erilaisten tehtävien arvostamisessa. 25 % mainitsi tiedon etsiminen eri lähteistä ja tutkimustyöskentelyn olevan parhaita tehtäviä, esimerkiksi haaskuutensa vuoksi. Tässä kuitenkin yksi oppilaista korosti, että tutkimisen tulee liittyä muuhunkin kuin kirjoihin. Rakentaminen mainittiin parhaimpana tehtävänä seitsemän oppilaan vastauksissa kuudestatoista. Itsearviointi sai tuekseen kaksi ja suunnittelu yhden oppilaan.

Lähteiden osalta monipuolisuutta korostettiin 31 % vastauksista. Sisältöä korostivat kolme oppilasta, kuvarikkautta yksi, liikkuvaa kuvaa kaksi ja selkeyttä yksi oppilas. Monipuolisuuden korostaminen liittyykin oppimistyylien jakoon, sillä niissähan nousivat kaksi osa-aluetta usein pinnalla parin muun ollessa vähäisemmin painottuneita. Puhtaita oppimistyyliä ei oikeastaan esiintynyt, kuin tekemällä oppimisen korostuksina. Näin ollen lähteidenkin pitää vastata tätä jakoa monipuolisuudellaan ja erityisesti monikanavaisuudellaan.

Projektin menestyksestä ja mielekkyydestä kertoo myös avointen kysymysten seitsemäs kohta, jossa oppilaat saivat täysin vapaasti kirjata mietteitään projektiin liittyen. Tässä kysymyksessä pinnalle nousi kahdeksan oppilaan eli 50 % osalta projektin hauskuus ja mielekkyys. Monipuolisuus, rakentaminen ja toisten työt mainittiin myös kivoina. Ja jälleen pelkkää tiedonetsimistä kritisoitiin viiden oppilaan voimin.

Oppilas 13: ”Mielestäni projekti oli mielenkiintoinen ja oli kiva olla tekemässä sitä. Olisi ollut kiva nähdä varjoliidokki käytössä.”

Oppilas 6: ”Tylsää etsiä tietoa. Kivaa rakentaa kuitenkin. Toisten töiden tutkailu oli kivaa.”

Oppilas 12: ”Tylsää boring koska keksiminen on tylsää ja elektroniikka on 50 kertaa mukavampaa.”

Oppilas 2: ”Minusta tämä projekti oli kymppin idea ja loistavasti toteutettu. Se oli inspiroiva ja jotakin täysin uutta.”

Kuten oppimistyylien taulukko (taulukko 3) ja siihen liittyvät oppimisen korrelaatiot (taulukko 2) osoittivat, ovat oppimistyyli vaihtelevia. Samat painotukset näkyivät myös avointen vastausten osalta. Tämän tutkimuksen tulosten pohjalta voidaankin havaita, että oppilaat arvostavat erilaisia asioita, ja kokevat oppivansa monilla tyyleillä käsitteitään rakentaen.

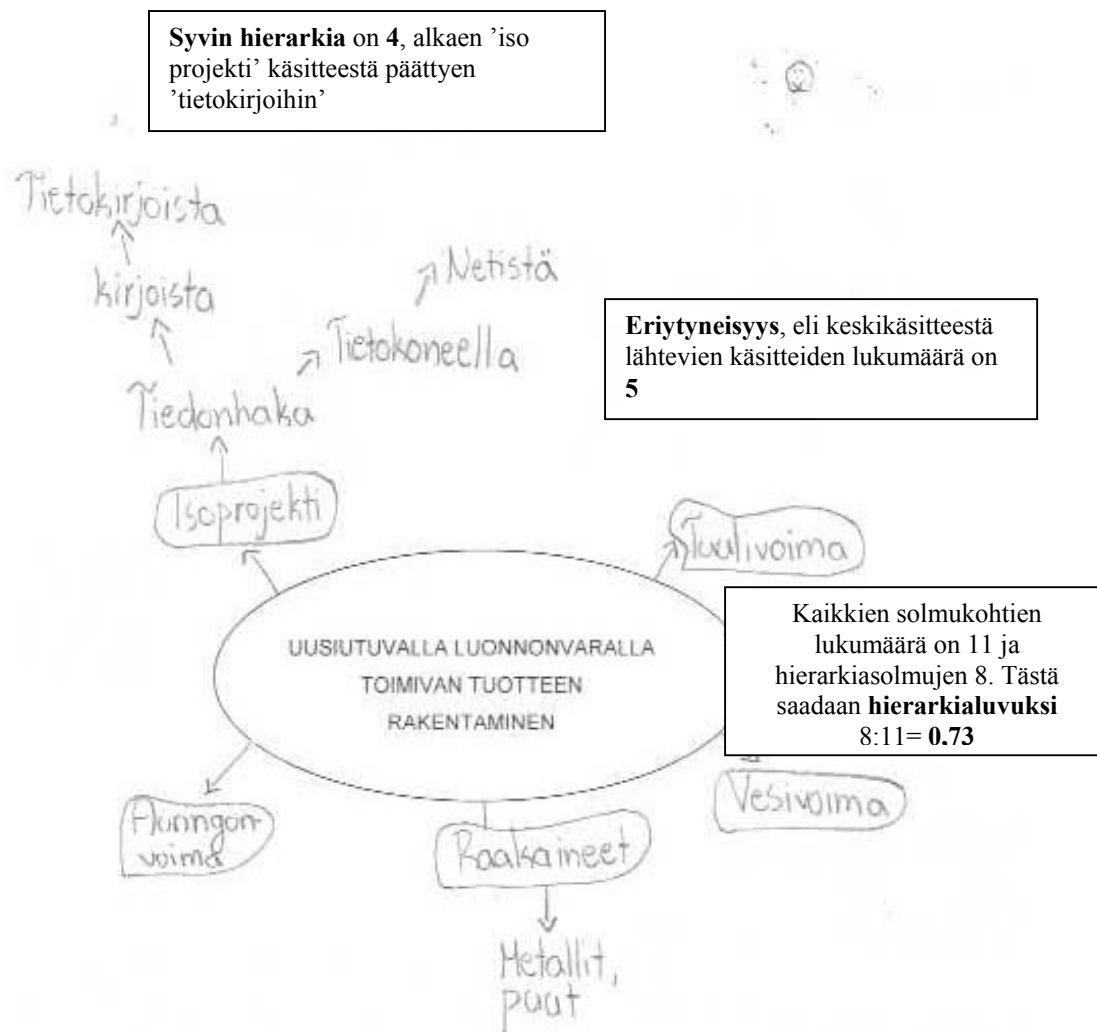
8.3.4 Käsitteiden konstruktio

Vaikka käsitekarttateknikka on laadullinen mittaustapa, sitä voi soveltaa myös kvantitatiivisessa mielessä, jolloin sovelletaan laadullisen aineiston kvantifioinnin periaatteita. (ks. Eskola & Suoranta 1998, 165-175.) Tarkoituksena on monipuolistaa ja selkeyttää tarkastelua taulukoin ja luvuin, silti säilyttäen laadullisen analyysin syvyys. Åhlbergin (1990, 73) mukaan korkea asema käsitehierarkiassa ja käsitteen yhteys muihin käsitteisiin voi ilmaista sen tärkeää asemaa.

Vastaavasti Shalitin (1982) metodi struktuurien kompleksisuuden kartoittamiseksi ehdottaa yhdeksi tarkastelukohteeksi differentaation, jolla hän viittaa ympäristöstä luotujen representaatioiden määrään. Tämän lisäksi artikulaatioon viitaten hän puhuu faktoreiden keskinäisestä suhteesta ja järjestyksestä yksilön näkökulmasta tarkasteltuna. Näiden kahden tarkasteltavan kokonaisuuden suhdetta hän kuvaa indeksiluvulla, joka on laskettu kaavalla $[D - (A - 1)] : D$, jossa D on differentaatio ja A on artikulaatioluku. Tällöin tuloksen mahdollisimman pieni indeksiluku ilmoittaa aina suurempaa keskinäistä järjestyneisyyttä ja hierarkiaa.

Tätä modifoiden yksinkertaistan hieman Shalitin (1982) indeksointia miellekartan näkökulmasta. Hierarkia- tai indeksiluku saadaan yksinkertaisella kaavalla $H : K$, jossa K kuvaa kaikkia solmukohtia eli differentaatiota, ja H hierarkian muodostavia solmukohtia eli artikulaatiota. Näin ollen maksimitulos on yksi, joka kertoo sen, että kaikki käsitteet ovat hierarkisoituneet. Vastaavasti pieni tulos kertoo vähäisestä hierarkiasta ja siten vähäisestä tiedon jäsenytyneisyydestä. On myös mielekkäämpää puhua hierarkiasolmuista, kuin artikulaatiosta, jonka konnotaatiot viittaisivat muihin asioihin. Näin ollen kaikkien miellekartan solmukohtien suhde hierarkiasolmuihin antaa miellekartan kokonaishierarkiaa kuvaavan hierarkialuvun.

Tämän lisäksi olen mitannut miellekartan eriytyneisyyden, joka kuvaa keskikäsitteestä lähtevien viivojen eli käsitteiden määrää. Myös Åhlbergin (1990, 73) mainitsema syvin hierarkia on mitattuna, jolloin havaitaan oppilaiden tiedollisten konstruktioiden suurin syvyys projektin osalta. Näin voidaan tarkastella miellekarttojen kehittymistä myös numeerisesti ja siten vertailla niitä muihin määrällisiin tuloksiin. Tämän lisäksi on toki mahdollista lähestyä aihetta laadullisen tarkastelun avulla, jota tullaan myös käymään. Käytännössä tämä tarkoittaa seuraavaa (kuvio 42):



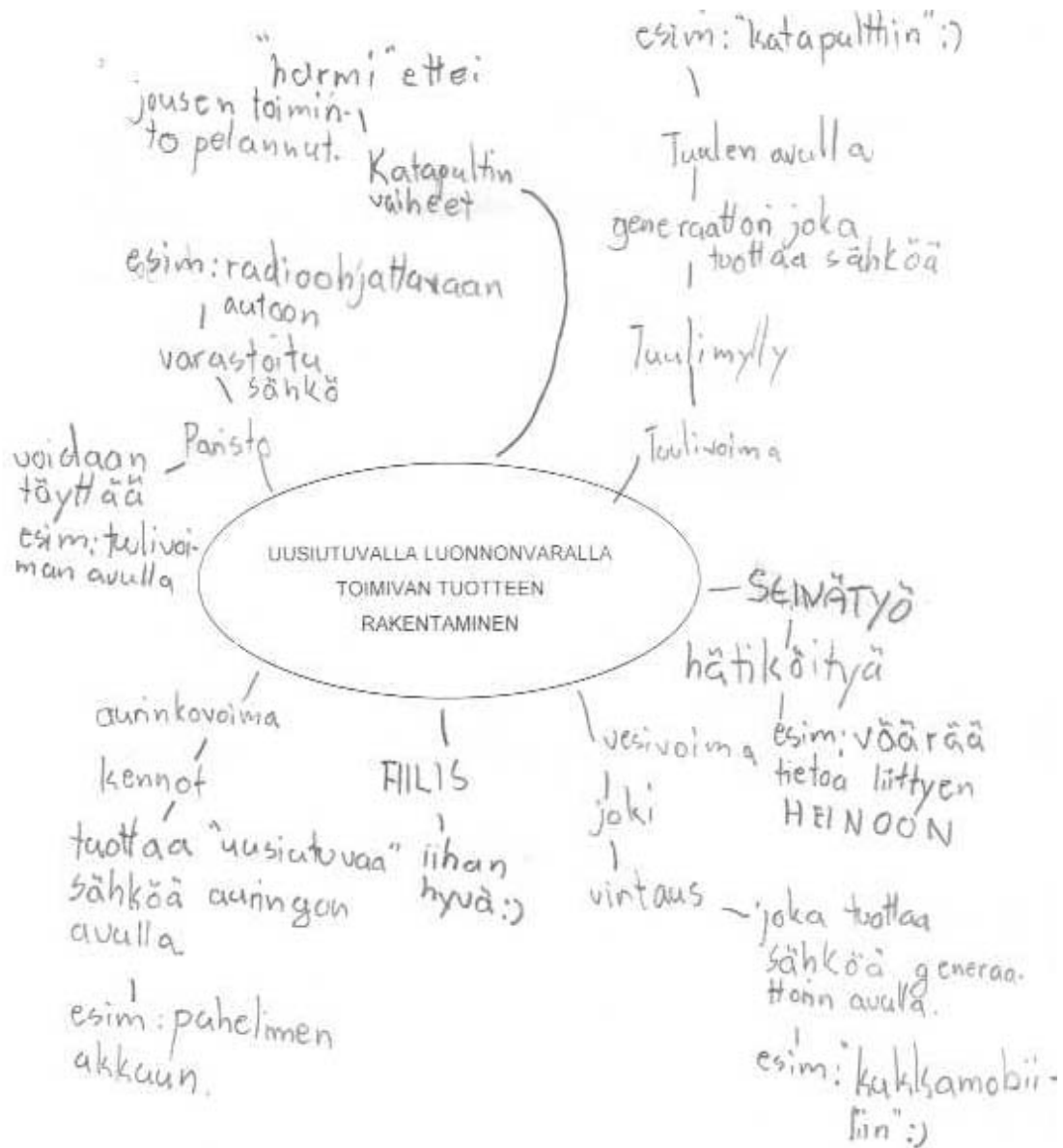
KUVIO 42. Oppilas 10 alkumittaus miellekartalla, jonka yhteydessä on tarkennettu miellekartan indeksointia.

Laadullisessa mielessä miellekartalla tehty alkumittaus kertoi pitkälti oppilaiden odotuksista projektin suhteen, kuten kuvion 42 esimerkistäkin huomataan. Oppilaat miettivät mistä tietoa etsitään, kuinka kauan projekti mahtaa kestää ja mitä materiaaleja ja työvälineitä siinä voidaan käyttää. Innostuminen keksimiseen näkyi myös mittauksissa. Oppilaat kirjasivat käsityksiään keksimisestä luonnon puolesta, mutta hyvin alustavalla ja vielä jokseenkin jäsentymättömällä tavalla. Ajatukset liittyivät pitkälti demoon, mikä kertoo sen toimivasta ja monikanavaisesta vaikutuksesta, sekä oppilaiden aiempien käsitysten vähäisestä määrästä vastaavan toiminnan suhteen.

Kun loppumittauksia lähdetään vertaamaan alkumittauksiin, havaitaan jo selvästi vankempia käsityksiä esimerkiksi luonnon suojelemisen mahdollisuuksista käytännön tasolla. Miellekartoissa mainittiin esimerkkejä uusiutuvista luonnonvaroista suhteessa saastuttamattomuuteen ja niiden todelliseen rakentamiseen. Generaattorin ja moottorin

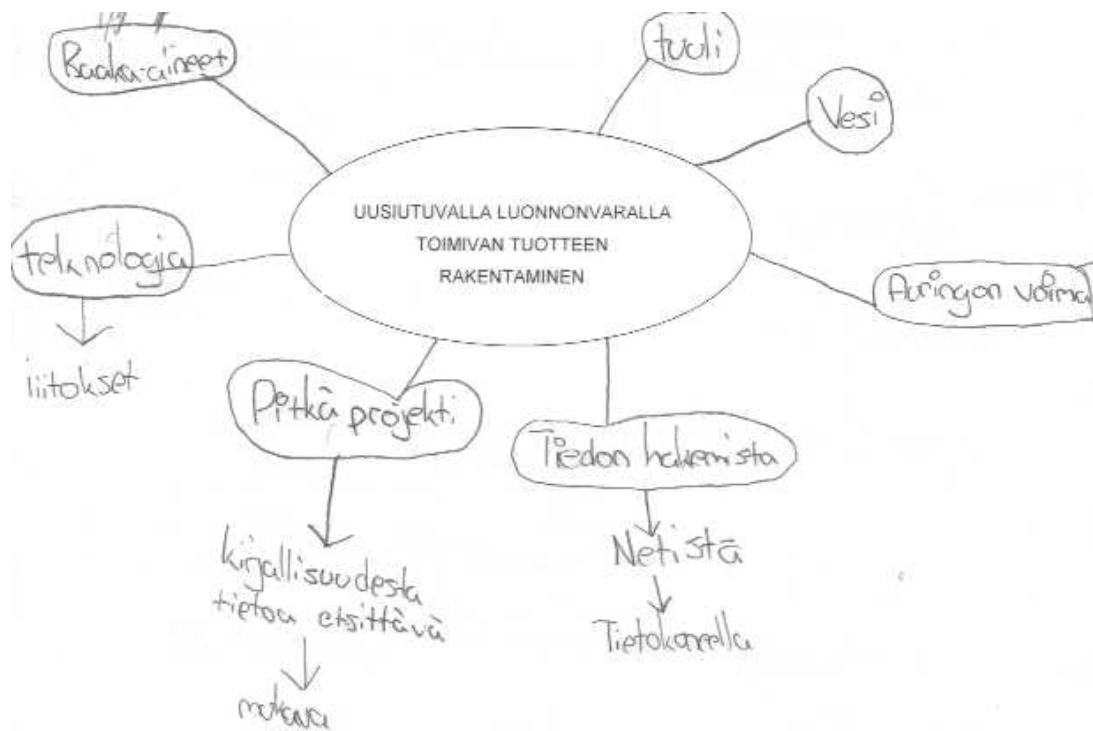
toiminnasta myös raportoitiin, jolloin ollaan energiatuottamisen äärellä. Eroa uusiutuvien ja uusiutumattomien energianlähteiden välillä oli myös löytynyt. Mainittiinpa myös mahdollisista ongelmista, joita pohjoinen seutumme aiheuttaa esimerkiksi aurinkovoiman käytölle. Oppilaiden kokemuksissa oli eroja ja niitä löytyi ryhmien välillä erityisesti onnistumisen kokemusten suhteen. Akkuryhmän varjon epäonnistuminen näkyi tässäkin mittauksessa, mikä edelleen korostaa sitä, että projektiin oltiin todella sitouduttu, ja että sitä pidettiin itselle merkityksellisenä. Asenne luonnon suojelemiseen korostui vahvana. Erona alkumittauksiin näkyi ymmärtävämpi ja hierarkisempi ote käsitteissä.

Loppumittaus oppilas 10 kohdalla kertookin sekä määrällisestä että laadullisesta käsitteellisyiden kehittämisestä (kuvio 43). Hierarkia on vahvempaa ja käsitteitä johdatetaan luontevasti eteenpäin. Myös esimerkkejä mainitaan, joita on käsitelty projektin aikana eri lähteiden ja kuvamateriaalin kautta sekä keskusteluissa ryhmän ja luokan kanssa. Käsitteissä näkyy myös itsearviointia seinätyön suhteen ja mukavan fiiliksen korostamista. Energiaan liittyvät tiedolliset tavoitteet näyttävät olevan hallussa.



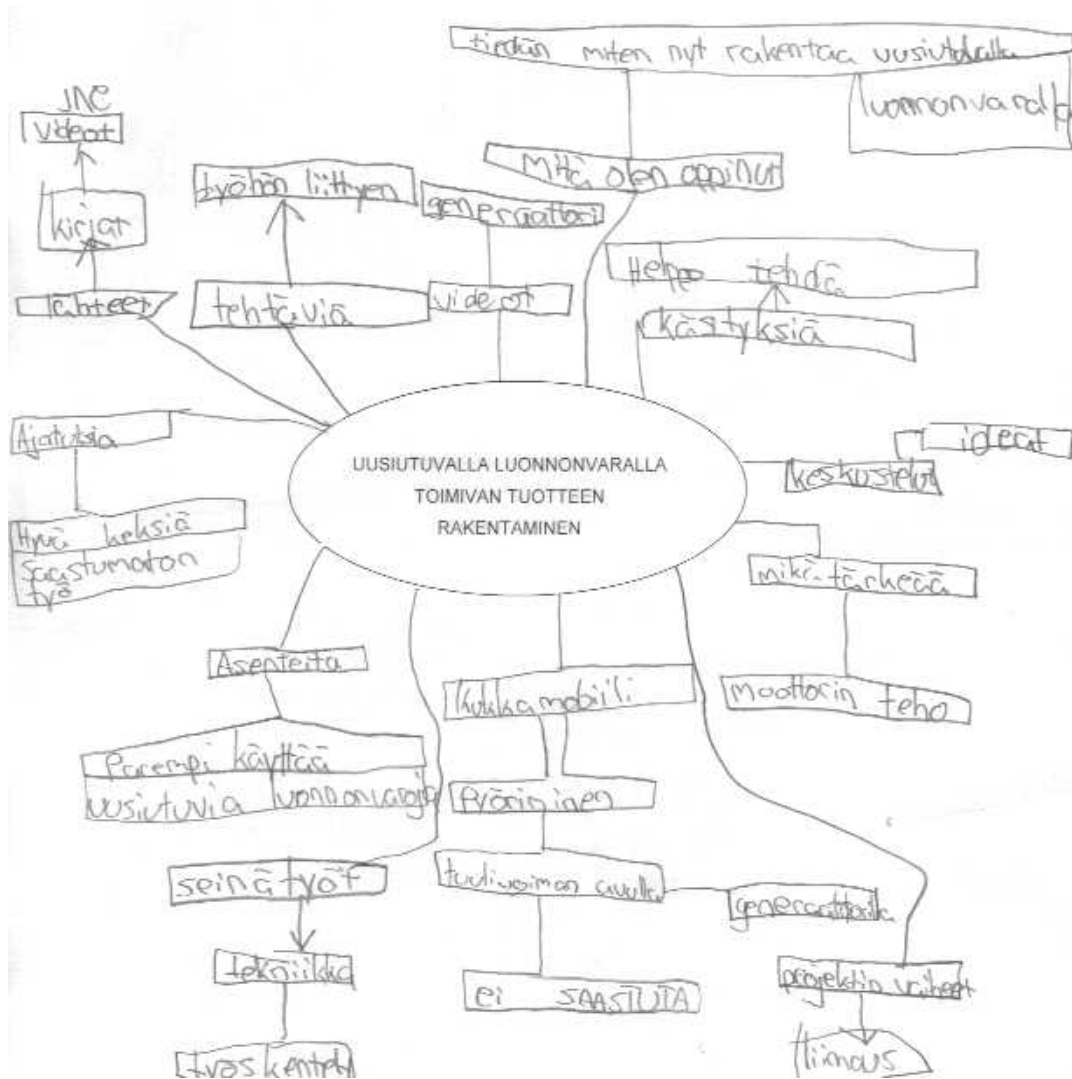
KUVIO 43. Oppilas 10 mellekartan loppumittaus (tuuliryhmä).

Seuraavan esimerkin (kuvio 44) pohjalta havaitaan samantyylinen selvästi kehittyvä suuntaus. Alkumittauksen tulokset viittaavat lähinnä raaka-aineisiin, projektin pituuteen ja tiedon hakemiseen. Hierarkia ei ole kovin jäsentynyt eivätkä käsitteet kerro juurikaan syvemmästä osaamisesta tai kokemuksista asian ympäriltä aiemmin. Demon vaikutus on niin ikään nähtävissä.



KUVIO 44. Oppilas seitsemän alkumittaus miellekartalla (vesiryhmä).

Projektin aikana ja sen vaikutuksesta on kuitenkin tapahtunut merkittävää muutosta, jota voidaan tarkkailla kuvion 45 yhteydessä. Niin syvin hierarkia, eriytyneisyys kuin hierarkialukukin ovat kehittyneet.



KUVIO 45. Oppilas seitsemän loppumittaus miellekartalla (vesiryhmä)

Oppilaan käsitteellinen jäsentyneisyys on selvästi näkyvillä. Siinä esitetään oppilaan konstruktioita niin asenteiden, käsitysten, oppimisen kuin työvaiheidenkin osalta. Oppilas on kyennyt jäsentämään tiedonhankkimisen osa-alueiksi. Hän on ulkoistanut oppimansa asiat jäsentyneesti ja järkevästi hierarkisoiden. Kuvasta voidaan lukea aihepiirin ymmärtäminen sekä asenteellinen kehitys suhteessa alkumittaukseen. Vesiryhmän pohtima moottorinteho on niin ikään näkyvillä. Energiaan liittyvät kysymykset ovat linkittyneet toimivasti omaan tuotteeseen, mikä kertoo todellisten yhteyksien ymmärtämisestä käytäntöön.

Jokaisen oppilaan kohdalla on havaittavissa selvää kehittymistä. Tästä kertoo paitsi laadullinen, myös määrällinen tarkastelu. Taulukosta 11 nähdään, että jokaisella oppilaalla on kehittynyt ainakin kaksi mitatuista miellekartan osa-alueista kolmesta. Merkittävämmäksi tästä tekee sen,

että eriytyneisyyden ei välttämättä tarvitse kasvaa, sillä suurempaa ymmärrystä kuvaa hierarkian syvyys, ja hierarkian suhde muihin käsitteisiin. Toki useilla oppilailla (63 %) myös eriytyneisyys on kasvanut, mikä kertoo ajatuksellisten peruskäsitteiden määrän kasvamisesta. Se on saattanut myös pienetä, mikä taas on näkynyt jäsentyneisyyden suurempana kehittymisenä.

TAULUKKO 11. Konstruktioiden kehittyminen

Oppilas	Ryhmä	Eriytyneisyys		Syvin hierarkia		Hierarkialuvut	
		Alku	Loppu	Alku	Loppu	Alku	Loppu
1	aurinko	4	4	2	3	,75	,91
2	aurinko	6	8	4	6	1	1
3	aurinko	7	5	2	3	,4	,93
4	aurinko	2	6	2	2	1	,29
5	vesi	6	6	2	3	,56	1
6	vesi	5	7	2	3	1	1
7	vesi	7	12	3	4	,8	1
8	vesi	2	4	1	3	0	1
9	tuuli	3	5	2	5	,6	1
10	tuuli	5	7	4	5	,73	1
11	tuuli	5	5	3	4	1	1
12	akku	4	6	2	2	1	,8
13	akku	4	6	2	2	,86	,92
14	akku	3	5	2	2	1	1
15	akku	6	4	3	5	,92	1

Ainoastaan neljällä oppilaasta kuudestatoista syvin hierarkia ei kehittynyt projektin aikana, mikä kertoo projektin synnyttäneen käsitteellisen ymmärryksen tasolla kehitystä syväsuuntautuneeseen suuntaan. Ennallaan pysyneistä syvimmistä hierarkioista kolme olivat akkuryhmän jäseniä, joiden osalta kehittymistä on muutenkin pohdittu. Sama trendi akkuryhmän oppimisessa näkyi siis myös miellekartan syvimmän hierarkia osalta, mikä kertoo vähäisemmästä käsitteellisestä jäsentyneisyydestä. Vähäisempi ongelmien määrä tuotteen rakentamisessa vaikutti vähäisempään oppimiseen. Lisäksi tiedollinen syvyys ei voinut kasvaa kahdella vahvalla kinesteettisellä oppijalla visuaalisen, auditiivisen tai tutkimuksellisen oppimisen kautta, joita projektissa harjoitettiin (oppilaat 12 ja 14).

Tämä asettaa suuria vaatimuksia opetuksen eriyttämiselle, sillä harva opetustapahtuma huomioi tekemistä niin paljon kuin tämä teki. Silti äärimmäisen kinesteettiset oppilaat tarvitsisivat vielä

enemmän tukea oppimiselleen tekemisen kautta, jos ajatellaan että optimaalinen kehitys olisi tavoitteena. Tämä on myös motivoitumisen ja sitä kautta myös mahdolliseen häiriintymiseen liittyvä aspekti. Jos oppilas ei viihdy, ei koe oppivansa eikä saa tukea erityistarpeilleen, aiheuttaa se varmasti ongelmia. Tämän tutkimuksen pohjalta niin vahvoja tekemällä oppijoita ei löytynyt kuin 2 oppilasta kuudestatoista, mutta jos suhde pysyy samana, heitä on joka luokalla. Toki on muistettava, että kyllä kehitystä on tapahtunut moninaisilla oppimisen osa-alueilla myös näillä kahdella äärimmäisellä tekemällä oppijalla.

Taulukosta 11 nähdään myös, että lähes jokaisella oppilaalla hierarkiasolmujen suhde kaikkiin solmuihin kasvoi selvästi projektin vaikutuksesta. 67 % oppilaista hierarkialuvuksi muodostui maksimi yksi loppumittauksessa. Näin ollen heillä oli jokainen käsite jonkinlaisessa hierarkiassa, eli jäsentyneenä tietona, mistä luvuissa 4.4 ja 5 puhuttiin Ausubeliin, Piaget'n, von Wrightiin ja siten muistin rakentumiseen liittyen. Myös muilla oppilailla, kahta lukuun ottamatta, hierarkia kehittyi selvästi. Oppilas neljän kohdalla hierarkialuvun muutos pienempään suuntaan vaatii taulukon ja prosessin laajempaa tarkastelua. Hänen alkumittauksensa käsitti vain kaksi solmua (kuvio 46), maksimihierarkian ollessa niin ikään kaksi. Hänen tapauksessa eriytyneisyyden tarkastelu on kuvaavampaa, sillä peruskäsitteiden määrä nousi kahdesta kuuteen (kuvio 47). Tämä vaikutti myös hierarkialuvun pienuuteen. Oppilaalla oli myös vaikea jäsentää ajatuksiaan kuvalliseen hierarkiaan. Samansuuntaisesti, mutta lievempänä tämä näkyi myös oppilaan 12 kohdalla. He ovat yleisestä linjasta eroavia poikkeuksia.



KUVIO 46. Oppilas neljän miellekartta alkumittauksessa.

Oppilaan neljä, aurinkoryhmästä, oli vaikea hahmottaa visuaalista miellekarttamittausta. Hän on myös vahva tekemällä oppija, ja kirjalliset työt sekä havaitsemisen keskittäminen on toisinaan vaikeaa, muuhun kuin konkreettiin toimintaan liittyen. Alkumittaukseen nähden projekti tuottikin hyviä tuloksia (kuvio 47)



KUVIO 47. Oppilas neljän miellekartan loppumittaus (aurinkoryhmä).

Kuten miellekartasta havaitaan sen sisällöt liittyvät vahvasti oman ryhmän tekemän tuotteen rakentamiseen. Tämä vahvistaa osaltaan tehtyä luokittelua oppimistyylien välillä, sillä oppilas neljä ei ole pystynyt omaksumaan tietoa kuin pääsääntöisesti toiminnan kautta ja osin auditiivisesti. Näin ollen visuaalinen tarkastelu ja tutkimistoiminta ei miellekartan perusteella ole tuottanut oppimistuloksia. Saastumiseen liittyvät asiat liittyivät ryhmän keskusteluihin, joten

oppilaan kinesteettisen ja auditiivisen tason oppimisen vahvuudet näkyvät tätäkin kautta mitattuna, jolloin yhteys taulukkoon 3 nähdään.

Miellekarttamittauksen toimivuudesta kertoo sen yhteys projektin toimivuutta mitanneen lomakkeen (liite 5) ensimmäiseen osioon, jossa tarkasteltiin oppilaiden arvioimana heidän oppimistaan monipuolisilla osa-alueilla. Kun kaikista osa-alueista muodostettiin summamuuttuja ja sitä verrattiin miellekartan loppumittauksen syvimpään hierarkiaan, havaittiin keskinäistä korrelaatiota (taulukko 12).

TAULUKKO 12. Oman oppimisen arvioinnin ja miellekartan syvimmän hierarkian suhde

	Tuki monipuoliselle oppimiselle
Miellekartan syvin hierarkia loppussa	,528*

*. Korrelaatio on tilastollisesti merkitsevä riskitasolla 0.05 (2-suuntainen testi).

On varsin loogista, että kokonaisoppimiskokemukset linkittyvät yhteen tiedollisesti, taidollisesti ja asenteellisesti hierarkisimman konstruktion kanssa. Syvät hierarkiat käsitteellisessä jäsentyneisyydessä näyttävät tässä yhteydessä liittyvän moninaiseen oppimisen tukeen. Vaatiiko syvien hierarkioiden syntyminen sitten erityisen monipuolista oppimista yleisellä tasolla, jää silti vain arvailujen varaan. Tämän tutkimuksen osalta tulokset kuitenkin viittaavat siihen, joskin laajempi aineisto toisi lisää tilastollista merkittävyyttä ja tarkkuutta. Tulos on kuitenkin mielenkiintoinen, ja se kertoo myös miellekarttamittauksen toimivuudesta suhteessa oppilaiden tekemään numeeriseen oppimisen arviointiin, mikä nostaa molempien mittausten luotettavuutta. Erityisesti, koska projektiin osallistunut ryhmä on koostunut kolmelta eri luokalta, on kyseinen tulos merkittävämpi. Vaikka luokilla on erilaiset käytännöt, oppilaat olivat eri luokka-asteilta ja tutustuminen miellekarttaankin on eritasoista, niin siitä huolimatta kehittymistä pystyi tarkkailemaan miellekarttamittauksen avulla. Vieläpä sen ollessa vertailukelpoinen muihin mittauksiin. Toki on muistettava, että mitä enemmän miellekarttoja tekee, sitä kattavampaa informaatiota ne antavat oppilaiden konstruktioista. Harjoittelun kautta olisi mahdollista saada vielä syvällisempiä mittaustuloksia.

8.3.5 Oppimisen jäsentyminen ja tekninen ymmärrys

Dynamolampun aineisto kertoo mielenkiintoisella tavalla erityisesti jäsentyneestä oppimisesta, kuten myös miellekarttojen osalta huomattiin. Osa oppilaista osasi jo alkumittauksessa hahmottaa lampun toimintaperiaatteen. Heidänkin osaltaan selittäminen oli kuitenkin tarkentunut, jäsentynyt ja yksinkertaistunut selkeämpään muotoon. Suurimmat muutokset olivat tapahtuneet oppilailla, joiden käsitykset lampun toiminnasta alkumittauksessa olivat hyvin hatarat. Näin ollen projektin voi katsoa kehittäneen oppilaiden teknistä hahmotuskykyä. Tämä korostuu erityisesti sen takia, että lampussa oleva generaattori/dynamo ei suoraan vastaa projektissa käytettyä materiaalia. Kuten lampun kuvasta (kuvio 10, luku 7.5) näkyy, ovat kaikki osat paljaita. Oppilaat puolestaan operoivat suljetulla generaattorilla, jonka sisäistä toimintaa ei voinut tarkkailla. Näin ollen he kykenivät suhteuttamaan ja siirtämään oppimaansa hieman erilaiseen yhteyteen.

Mitä enemmän oppilaat tekivät generaattoreiden parissa töitä, ja mitä enemmän he joutuivat tuotteensa rakentamisen aikana sen toimivuutta ja soveltamista pohtimaan, sitä paremmin he myös dynamolampun selittämisessä kehittyivät. Näin ollen voidaan olettaa että tutkivalla ja konkreettiseen toimintaan liittyvällä lähestymisellä saavutetaan hyviä oppimistuloksia. Tämä näkyi vahvasti tuulivoimaryhmän osalta, sillä heidän katapulttinsa mekanismin toimivuus vaati eniten teknistä pohtimista sekä moottorin, generaattorin ja potkurin tarkkaa valintaa. Myös aurinkoryhmä oli tutustunut huolellisesti energiansiirtoon työnsä kennojen käytön pohdinnan kautta, sekä parasta moottoria valitessaan. Akkuryhmä joutui puolestaan vähäisempien teknisten ongelmien pariin, liitovarjoa lukuun ottamatta, ja vesiryhmän kukkamobiili oli puolestaan hieman yksinkertaisempi toteutukseltaan. Vesiryhmä oli kuitenkin ymmärtänyt generaattorin idean, jota puolestaan aurinkoryhmä ei juurikaan selityksissään maininnut, vaikka ne muuten kuvaavia olivatkin.

Generaattoreilla operoineet osasivat liittää generaattorin toiminnan myös dynamolamppuun. Generaattorin toiminnan selvittäminen oli tehtävänä kaikilla ryhmillä, joten pelkkä tiedon etsiminen ilman konkreettia toimintaa ei tuottanut vastaavaa lopputulosta. Käytännön tason tekeminen ja tutkimistoiminta esineiden parissa on vaikuttanut positiivisimmin oppimisen jäsentymiseen teknisessä ymmärryksessä. Myöskään koulussa tapahtunut muu oppiminen ei ole selittävä tekijä, sillä viides luokka (generaattoriryhmät) käsitteli maantiedon asioita YLT:ssä.

Toki oppimista voi tapahtua muuallakin, mutta se ei selitä näin vahvaa ryhmäjakoisuutta. Kaikkien ryhmien osalta tapahtui joka tapauksessa selvää kehitystä.

Oheessa nähdään esimerkkejä oppilaiden teknisen ymmärryksen kehittymisestä, kun he eivät vielä alussa osanneet yhdistää generaattoria sähköntuottajaksi. Vesiryhmällä ja tuuliryhmällä generaattori yhdistetään lyhyesti ja ytimekkäästi lampun toimintaan. Aurinkoryhmällä selitykset ovat kattavia, mutta eroavat selvästi vesi- ja tuuliryhmän vastaavista:

Oppilas 6, vesiryhmä, 5. lk.

Alkumittaus: ”Se pyörii hammasrattaiden avulla niin moottori siis. Siihen tulee valo kun painaa.”

Loppumittaus: ”Se on taskulamppu joka ei aiheuta saasteita. Hammasrattaat osuu toisiinsa ja silloin generaattori alkaa pyöriä ja moottori saa virtaa. Siis virta menee johtoja pitkin lamppuun ja silloin lamppu syttyy.”

Oppilas 5, vesiryhmä, 5. lk.

Alkumittaus: ”Että siitä tulisi valoa. Kun siitä painaa siitä tulee valoa.”

Loppumittaus: ”Siinä on kaksi pyörää, kun painat nappia se pyörittää pyöriä ja siitä syntyy sähköä. Sähkö menee johtoja pitkin lamppuun ja syntyy valoa.”

Oppilas 10, tuuliryhmä, 5. lk.

Alkumittaus: ”Musta katkaisin painaa punaiselle hammaspyörälle vauhtia, joka laittaa vauhtia sille mustalle joka paukuttaa virtaa hehkuun. Yksinkertaista mutta totta.

Loppumittaus: Kun kahvaa painaa niin se synnyttää hammasrattaan pyörähdysten joka saa generaattorin toimimaan ja tuottamaan sähköä lamppuun.”

Oppilas 9, tuuliryhmä, 5. lk.

Alkumittaus: ”Kun painaa nappia niin hammas pyörät pyörii ja tuottaa sähköä.

Loppumittaus: Kun kahvaa painaa niin se pyörittää hammasratasta joka pyörittää generaattoria joka tuottaa sähköä joka sytyttää lampun.”

Oppilas 3, aurinkoryhmä, 6. lk.

Alkumittaus: ”Esineessä on joku aurinkopaneelintapainen ja hammaspyöriä. Lamppu syttyy liike-energian avulla.”

Loppumittaus: ”Idea on antaa valoa pimeässä. Hammaspyörä pyörii kun painaa kahvasta. Kun painat kahvasta, siinä oleva homma pyörittää hammaspyörää, joka taas pyörittää niin sanottua ’laserlevyä’ jonka magneetti kentistä lähtee sähköjohdot menevät lamppuun joka syttyy päälle.”

Oppilas 1, aurinkoryhmä, 6. lk.

Alkumittaus: ”Se näyttää toimivan painamisen voimalla ja näin ollen ei käytä sähköä, fossiilisia polttoaineita tai (toivottavasti) ydinvoimaa.”

Loppumittaus: ”Kahvan painaminen pyöryttää hammasratasta joka pyörittää välähtelevää ’laserlevyä’ joka siirtää varauksen kuparilankoja pitkin johtoihin, jotka sytyttävät lampun varauksellaan. Idea on aidosti järkevä, eli painallus vain tarvitaan saadakseen hieman valoa se on aivan huippua.”

Seuraavassa esimerkissä generaattori on mainittu jo alkumittauksissa, mutta kehitystä on tapahtunut tiedon jäsentämisen suhteen:

Oppilas 7, vesiryhmä, 5. lk.

Alkumittaus: Siinä on pyörä joka pyörii kahden hammaspyörän avulla. Ja kun se pyörii se antaa samalla sähköä. Siinä on metallilankaa joka johtaa luultavimmin sähköä. Siellä on myös generaattori joka johtaa sillä käden painamisella ja sykäyttää valoa.

Loppumittaus: Kun kahvasta painaa se pyörittää pyörää joka taas pyörittää generaattoria joka antaa sähköä, siitä lähtee johdot lamppuun ja silloin siihen tuotetaan sähköä ja valo syttyy.

Akkuryhmä puolestaan puhuu pääsääntöisesti liike-energian muuttamisesta sähköksi. Se on toki oikein, mutta he eivät tuoneet generaattoria vastauksiinsa yhtä oppilasta lukuun ottamatta, joka tiesi sen jo alkumittauksessa.

Oppilas 14, akkuryhmä, 6. lk.

Alkumittaus: ”Esine on lamppu jonka idea on näyttää valoa. Laitteen toimintaperiaate on se että se toimii liike-energialla.”

Loppumittaus: ”Laitteen idea on näyttää valoa. Toimintaperiaate on että kun painat kahvaa se pyörittää hammaskiekkoa, joka alkaa muodostaa liike-energiaa jolloin se synnyttää valoa.”

Oppilas 12, akkuryhmä, 6. lk.

Alkumittaus: ”Se on taskulamppu joka toimii liike-energialla. Kun painaa kahvasta niin akseli pyörii ja muuttuu liike energiaksi.”

Loppumittaus: ”Kun painat kahvaa niin hammasratas pyörittää toista kiekkoa joka tuottaa liike-energiaa ja lamppu syttyy.”

Pariston kanssa toiminta näyttääkin tuoneen myös tässä yhteydessä vähiten oppimistuloksia, kuten myös heidän itsearviointinsa (luku 8.3.2, taulukko 9) ja miellekarttamittaus (luku 8.3.4, taulukko 11) osoittavat. Kärjistys on toisaalta liian vahva, sillä he silti katsoivat oppineensa vähintäänkin keskinkertaisesti monialaisiin tavoitteisiin nähden, ja dynamolampun sekä miellekarttojen mittaukset kuvaavat myös moninaista oppimista.

9. PÄÄTELMÄT

9.1 Tutkimis-, suunnittelu- ja rakennusprojekti eli avoimen oppimisen toimivuudesta

Tuloksiin peilaten näyttää siltä, että opetusmateriaali kykeni vastaamaan haasteisiin, joita sille on tutkimuksen edetessä asetettu. Niin Kansanen ja Uusikylän (1988), Pirttiniemen (2000), Meren (1992) kuin muidenkin esitettyjen tutkimusten tulokset oppilaiden tyytymättömyydestä opetuksen ja oppimisen suhteen (luku 2), on tässä tutkimuksessa käännetty päinvastaisiksi. Projektin kokonaisvaltaisuus suhteessa auditiivisuuteen, visuaalisuuteen, tutkivaan oppimiseen ja kinesteettiseen hahmottamiseen tukivat erilaisia oppijoita. Yhteistoiminnallisuus koettiin pääsääntöisesti positiivisena ja erityisesti valinnanvapautta, aktiivisuutta ja autonomista työskentelyä arvostettiin. Opettajan toiminta oppimisen ohjaajana tuki niin ikään oppilaiden itsenäisyyttä. Näin ollen myös opetussuunnitelman perusteita vuosiluokille 3-9 ja perusopetuksen opetussuunnitelman perusteita vuosiluokille 1-2 (2003) huomioitiin sekä yleisten, että tiedollisten oppimistavoitteiden osalta.

Tekemisen merkitys näkyy vahvana kaikkien tulosten osalta. Mitä enemmän oppilaat toimivat kinesteettisellä ja tutkivalla tasolla aiheiden parissa, sitä paremmin he myös aiheen suhteen kehittyivät. Voidaankin olettaa, että tutkivalla ja konkreettiseen toimintaan liittyvällä lähestymisellä saavutetaan hyviä oppimistuloksia. Pelkkä tiedon etsiminen sen sijaan ei tuottanut vastaavia lopputuloksia. Kinesteettisyyden arvostaminen ei ole mitenkään poikkeuksellista, sillä samoja tuloksia ovat saaneet myös Pirttiniemi (2000) ja Uusikylä ja Kansanen (1988) oppimistyytyväisyyteen liittyen. Tämä on luonnollisesti haaste yleisopetusta kohtaan.

Kuten Dryden ja Vos (2002, 99, 130, 353-355) sekä Marton ym. (1980) esittävät oppimistyyliin liittyen, oppivat oppilaat monilla tavoin. Tuki monikanavaiselle oppimiselle onkin oleellisen tärkeää. Siksi avointen ja tutkivien projektienkin tulee tarjota mahdollisuus myös visuaaliseen, auditiiviseen ja kinesteettiseen oppimiseen. Tämä projekti näytti vastaavan niitä tavoitteita, kun tutkiminen liitettiin suunnittelun ja rakentamisen osaksi. Tällöin oppilaat saivat omista lähtökohdistaan ja oppimistyyleistään riippuen valita netti-, kirja-, video-, esine- tai asiantuntijalähteen tai tutustua aiheeseen kinesteettisesti tai tutkimalla. Tämä mahdollisti laajan ja syvän tehtävänannon kautta myös holistisen oppimisen, joka tuotti kokonaisuutta hahmottavia oppimistuloksia.

Huomioitavaa onkin, että oppilaat oppivat tietyillä tyyleillä. Usein lähdetään oletuksesta, että konstruktivistisen opetusmetodologian mukainen tiedon rakentaminen on vain tutkivaa oppimista. Tulosten, ja aiemmin esitettyjen teorioiden (luvut 4.3, 4.4 ja 5.1.4) perusteella aivan näin vahvasti ei kuitenkaan voi sanoa. Vaikka tutkimuksellisuus tukikin selvästi oppimistuloksiin pääsyä, tietoa, taitoja ja käsitteitä prosessoitiin ja rakennettiin myös muilla tavoilla. Pelkän tutkimisen ei voikaan sanoa tuovan automaattisesti hyviä oppimistuloksia. Oppilaat hahmottavat tietoa myös auditiivisesti, visuaalisesti ja erityisesti tekemällä ja toimimalla ongelmien parissa. Huomattavaa on, että visuaalisuuteen ja auditiivisuuteenkin liittyvistä oppimistyyleistä aktivoivat ja monivirikkeiset ovat passiivisia mielekkäämpiä ja tehokkaampia (luku 8.3.1, taulukot 4 ja 5). Kinesteettinen oppiminen nousi jokaisen oppilaan kohdalla sekä toimivaksi, että mielekkääksi oppimistavaksi, kun taas muiden (visuaalinen, auditiivinen, tutkiva) oppimistyylien välillä oli vaihtelua (luku 8.3.1, taulukko 3). Tämä edellyttää moninaisia ja monikanavaisia projekteja – ja juuri niihin tavoitteisiin on nyt vastattu.

Vaikka usean kirjan lukeminen harjoittaa lähteiden monipuoliseen käyttöön, ja lähteiden eri luonteet tuovat monipuolisuutta oppimiseen, on silti kyseessä vain visuaalinen tuki. Pelkkien kirjallisten lähteiden tutkiminen voi olla raskasta ja siksi kuvalähteet, toiminta ja todellinen tutkiminen tuovat lisäväriä oppimiseen. Erilaisten lähteiden runsaus ja tekemisen mahdollisuudet monipuolistivatkin oppimista selvästi. Tiedollisen tason oppimista tapahtui energian tuotantoon, generaattorien toimintaan, uusiutuviin luonnonvaroihin ja niiden käyttöön, soveltamiseen ja käytön vaikeuksiin, sekä saastumiseen ja fossiilisiin polttoaineisiin liittyen. Asenteellinen kehitys luonnon huomioimiseen oli niin ikään vahvaa, joten se mitä konkreettisesti tehdään, vaikuttaa tiedollisen kehittymisen lisäksi myös asenteisiin. Tämä näkyy paristoryhmän osalta, jonka tutkiva ongelmanratkaisutoiminta oli muita ryhmiä vähäisempää. Heidän osaltaan oppimistulokset ovatkin kaikilta osin vähäisempiä, joskin silti vähintään keskinkertaisia.

Tiedon rakentamista tapahtui selvästi miellekartalla mitattuna. Käsitteet jäsenyivät ja niistä syntyi hierarkisempia asiakokonaisuuksia, jotka käsittävät myös affektiivisia ja toiminnallisia alueita tiedollisten käsitteiden lisäksi. Näin ollaan taas moninaisuuden äärellä, mikä asettaa vaatimuksia opetuksen luonteelle. Projektin tarjoaman oppimistavoitteisen tuen keskihajonnat (luku 8.3.2, taulukot 6 ja 7) puolestaan kertovat keskittymisestä omiin osa-alueisiin, ryhmästä ja yksilöstä riippuen. Ne osa-alueet korostuivat oppilailla, jotka olivat eniten käytössä. Tekemisen merkitys korostuu siis jälleen suhteessa oppimisen kokemuksiin ja tiedonrakentumiseen.

Teknologiakasvatukseen liittyen voi todeta, että myös sen tavoitekenttään oli mahdollista päästä. Luova ja innovatiivinen suunnittelu tuotti mielenkiintoisia, hauskoja ja toimivia keksintöjä. Tulosten pohjalta on myös selvää, että tekniset oivallukset ja keksinnöt eivät välttämättä vaadi luonnontieteellistä osaamista, kuten aiemminkin esitettyä (luku 5.3.7). On kuitenkin hyvä huomioda, että viimeistelty lopputulos sen sijaan vaatii. Ideoita keksintöihin, ja hyviä käytännön tason ratkaisuvaihtoehtoja syntyi kyllä, mutta niiden soveltaminen ja toteutus käytännössä vaatii uutta osaamista. Kokonaisuus on siinä mielessä kaksiulotteinen. Keksimistähän ryhmät tekivät tasokkaasti jo ennen tiedollista tutkimista, mutta ideoiden jäsentäminen ja tuotteen valmistusprosessi vaati testi- ja tutkimustyöskentelyä. Luova innovatiivisuus on siten tärkeää tieteellisemmän rinnalla. Ideoistahan ne keksinnöt syntyvät. Tältä kantilta projekti vastasi perusopetuksellisten vaatimusten lisäksi myös yhteiskunnallisiin tarpeisiin.

Näyttää myös siltä, että opetuspaketin testaamisen aikana ei ylitetty oppilaiden prosessointikykyä (esim. Karashima & Saito 2001). Avoin oppiminen puoltaa siten yksilöllisiä tapoja hahmottaa todellisuutta ja lisäksi ryhmän tuki tehosti ja auttoi oppimista. Monipuolinen konkreetti toiminta, tutkiminen, kokeilu, tutustuminen ja rakentaminen näyttivät myös tukevan soveltamisen mahdollisuuksia ja siten vähentävän kontekstisidonnaisuutta ja irrallista tietoa, josta Gage & Berliner (1988) sekä Rauste-von Wright & von Wright (1996) olivat huolissaan. Oppilaiden asenteellisuus avoimeen oppimiseen oli kohdallaan alusta lähtien, ja vastoin konstruktivismin kritiikkiä myös tiedolliset oppimistulokset olivat selviä.

Deduktiivis-induktiivinen kokonaisrakenne näyttää sopineen prosessiin mainiosti. Yleisen tason johdattelu alussa aikaansai ongelman asettamisen kanssa selvän motivoituneisuuden ja tutkimistyöskentelyn kautta edettiin koonteihin oppimistulosten noustessa hyviksi. Tutkimistyöskentely onkin hyvä liittää projektin mukaisesti muihin opetusmetodeihin. Suunnittelemalla oppimisen periaate tarjosikin mielekkään mahdollisuuden oppilaiden työstettäväksi. Itse luotu tieto syntyi design-periaatteella (ks. Enkerberg 2002), joskin muitakin menetelmiä käytettiin. Avoin asetelma ja tutkimusongelma synnytti itsessään uusia, mielenkiintoisia haasteita oppilaiden ratkaistavaksi, jolloin oli synnytetty laaja tutkimusprosessi, kuten esimerkiksi Hakkarainen, Lonka ja Lipponen 2002 ja myös Dewey (1957) ajavat takaa. Oli myös mielenkiintoista seurata, miten niin Llorenten (1996, 155-164) kuin Sahlbergin ym. (1993) esitykset ongelmanratkaisuprosessista näkyivät oppilaiden toiminnassa.

Sahlbergin ym. (1993) esittämistä ongelmanratkaisun menetelmistä oppilaat käyttivät luontevasti ja itseohjautuvasti aivoriihen vapaata, hullujen ideoiden esittämisen tyyliä, itse mallista

tietämättä. Tämä näkyi erityisesti ensivaiheen suunnittelu- ja ideointityöskentelyssä, joka yhtyi selvästi myös Kimbellin (2000a, b) sekä Lehtosen (2002) ajatuksiin. Tällöin ryhmän merkitys tuli selväksi erityisesti suunnitelmia tehtäessä, jossa ryhmän jäsenet tukivat toisiaan ja ideointi eteni vaiheittain sisäisiä malleja ryhmän jäsenille verbalisoiden. Toiminta eteni edelleen vertaisryhmän (Vygotsky 1978) tuen turvin ja tietoa rakennettiin sosiaalisessa vuorovaikutuksessa. Kun oppilaat olivat edenneen tutkimustyössään, he siirtyivät enemmänkin tuumataalkoiden ja ongelmatilanteen kokonaiskartoituksen tyylliseen työskentelyyn, joskin ei niin strukturoidun staattisesti kuin itse mallit (Sahlberg ym. 1993) esittävät. Ongelmanratkaisuprosessointi kun lähti oppilaista itsestään, eikä valmiista malleista.

Ryhmätoiminta nostikin oppilaiden kyvyn yksilön tasoa suuremmaksi, aivan kuten ryhmätyön käyttö koulutuksessa (1981, 68-69, 93-99), Kagan ja Kagan (2002), Johnson ja Johnson (1989, 23-26, 58-59, 167-171) sekä Vygotsky (1978) mainitsevat. Työskentely projektin aikana viittaa siihen, että ryhmä on todella yksilöä tehokkaampi. Kun yksilö jumiutui tiettyyn ajattelutapaan tai ratkaisuun, toi ryhmä siihen uutta ideapohjaa ja vaihtoehtoisia ratkaisuja. Näin ollen työskentelyyn muodostui merkittävää yhteistyötä ja riippuvuutta paria poikkeusta lukuun ottamatta. Ryhmäroolien käyttö ei kuitenkaan tuntunut oppilaista luontevalta. Ryhmätoiminnan asetelmaa tuki avoin oppimisympäristö, jossa yksilöllinen tiedonrakentaminen oli kattavammin mahdollista. Runsas materiaali oppimisympäristössä aikaansai aivan projektin alussa lievää epätietoisuutta lähteen valinnan suhteen. Ongelmat kuitenkin ratkesivat itsestään, kun oppilaat valitsivat ohjaukset turvin itselleen mielekkäitä ja tilanteeseen sopivia lähteitä.

Kuten Richardson (1997, 9) toteaa on opettajan sosiaalinen tietämys tärkeää. Yksi ryhmä projektissa (tuuliryhmä) tuli muodostettua hieman väärällä kokoonpanolla, sillä sen ryhmätoiminnassa oli pariin otteeseen ongelmia. Niistä selvittiin keskusteluilla ja yhteisten päämäärien ja työnjaon tarkemmalla selvittämisellä. Opettajan ennakkotiedot ryhmän suhteen ovatkin erityisen tärkeitä juuri avoimen ja yhteistoiminnallisen oppimisen sovellusten yhteydessä. Vähäisten ongelmien jälkeen, Giaconian ja Hedgesin (1982, 583-587) aiempien tulosten kaltaisesti, näkyi myös näissä tuloksissa positiivista kehitystä motivaation, yhteistyön, itsenäisyyden, luovuuden ja monien muiden oppimistavoitteiden suhteen. Osasta avoimeen oppimiseen liittyvistä tuloksista poiketen (Gage 1979, 31-35), myös tiedolliset oppimistavoitteet olivat merkittäviä, mikä toisin sanoen vastaa Puolimatkan (2002a) kritiikkiin avointa oppimista kohtaan. Konstruktivistisen metodologian mukainen oppiminen onnistui saavuttamaan hyvin opetussuunnitelmallisia tavoitteita.

Hollowayn ja Valentinin (200) tulosten mukaisesti näyttää siltä, että oppilaat ovat jo integroituneet tekniseen yhteiskuntaan hyvin joustavasti. Koneiden käyttö on osa nuortenkulttuuria, ja niiden käyttö yleisen toiminnan, opiskelun ja harrastusten tukemiseen on luontevaa. Pelkät välineet eivät kuitenkaan synnytä samanlaista toimintaa, vaan se vaatii paneutumista aiheeseen. Koulu on avainasemassa valmiuksien kehittäjänä, sillä kotona ei aina ole varaa tai kompetenssia koneiden hankintaan ja ohjaukseen. Koulun pitäisi tarjota asiantuntevaa ja tasapuolista ohjausta sekä mahdollisuuksia koneiden sujuvaan käyttöön. Näin voidaan olla globaaleja nuorten näkökulmasta katsottuna. Tämän tutkimuksen osalta tietokoneiden ja Internetin käyttö oli varsin luontevaa monelle oppilaalle, joskin tasoerot olivat selviä. Avoimuus tarjosi hyvät lähtökohdat omantasaiseen lähestymiseen koneiden käyttöön. Näin Jonassenin (2002) korostama idea tietokoneesta mielen työkaluna (mindtools) toteutui erityisesti osan oppilaista kohdalla.

Evaluaatioon liittyen sekä miellekartan käyttö, että teknisen laitteen selittäminen olivat toimivia ratkaisuja mittauksen suhteen. Teknisen laitteen selittäminen (luku 7.5) oli oppilaista silminnähden hauskaa, ja sitä tehtiin mielellään. Jos koe- tai testitilanne on mukava, niin jo se puoltaa menetelmän käyttöä. Kuten esitettyä (luku 8.3.5) niin tyyllillä onnistuttiin mittaamaan myös oppimistuloksia teknisen ymmärryksen suhteen. Miellekartta (luvut 7.3 ja 8.3.4) on puolestaan vieläkin kattavampi menetelmä, joskin se vaatii harjaantumista, jotta sen arviointiin liittyvä käyttö on mahdollista. Testaukseen osallistunut ryhmä oli riittävän kyvykäs miellekartan käytössä, joten sen käyttäminen tutkimusmielessä on mahdollista. Koska miellekartan käyttö tukee myös oppimista, on se vartenotettava evaluoinnin vaihtoehto ja tuki oppilaille reflektiiviseen ajatteluun. Näin ollen jo sen käytön harjoittelu on palkitsevaa.

Projektin menestys näkyy esimerkiksi oppilaiden tekemän arvioinnin pohjalta, jossa oppimistavoitteiden osa-alueet eivät minkään kohdalla alita kolmea asteikolla 1-5 (luku 8.3.2, taulukot 6 ja 7). On syytä miettiä, miten moni prosessi tukee kahdeksaatoista oppimisen osa-aluetta niin tehokkaasti. Ei ole kuitenkaan tarkoitus paatoksella ylistää projektin toimivuutta, vaan sen toimivuus kertoo nimen omaan avoimen oppimisen merkityksestä. Näin ollen opetussuunnitelman tavoitteistoon (ks. luku 2) on mahdollista päästä, vaikka se aluksi voi vaikealta tuntuakin. Toimivuus vaatii perinteisten menetelmien kyseenalaistamista ja vastuun antamista oppimisesta myös oppilaiden kontolle. Integraation, yhteistyön, tutkimisen ja toiminnan kautta vaatimuksia on mahdollista lähestyä. Tällöin on pyrittävä monikanavaisuuteen.

Konstruktivistinen oppimiskäsitys ja sen opetusmenetelmät (luku 5), humanistisen psykologian ja kokemuksellisen oppimisen periaatteet (luku 4.3) yhdessä kognitiivisen psykologian (luku 4.4) kanssa, muodostivat toimivan integroivan kokonaisuuden. Muun muassa Deweyn (1957, 1991, 103-104) ajatukset konkreettisesta ja tutkivasta oppimisesta autenttisissa yhteyksissä, humanistisen psykologian mukaiset painotukset henkilökohtaisten toimintatapojen löytämistä, olemassa olevien skeemojen merkitys (mm. Ivie 1998; Piaget 1998) ja lähikehityksellinen tuki (Vygotsky 1978), sekä konstruktivismin mukainen tiedon itsenäinen rakentaminen mielekkäällä ja monipuolisella toiminnalla, loivat yhdessä ideaalisen esimerkin. Engeströmin (1981a, 1982) prosessimallit, Ruokamon (2002) mielekkään oppimisen ideat (kuvio 5) ja oppimisprosessin kuvaukseni (kuvio 6), ovat tulosten pohjalta toimiva kokonaisuus sekä opetusmateriaalin suunnitteluun että käytännön toteutukseen. Siten tutkimuksessa käyty monipuolinen teoreettinen pohdinta yhdessä empiirisen tarkastelun kautta palvelee täysin tarkoitustaan. Uudempana oppimateriaalitutkimuksena tulokset puoltavat konstruktivistisen oppimisen lisäksi myös avoimempaa opetusmateriaalia, sillä se ei kahlitse opettajia eikä oppilaita oppikirjasidonnaisuuteen.

Toivon mukaan menetelmällinen esimerkki ja vastaavanlaisten projektien menetelmälliset kokemukset tarjoavat opettajille käytännön mahdollisuuksia opetuksen monipuolistamiseksi. Näin voisi olla mahdollista tarjota opettajille keinoja vanhojen rutiinien ja käytänteiden murtamiseen Haapasalon (2001, 174) ja Silkelän (1999, 146-155) mukaisesti luovan prosessin kautta, jolloin opettaja voi saada uusia kokemuksia mahdollisen piilo-opetus suunnitelman (luku 3 ja 4.1) kehittämiseksi (Sahlberg 1996).

9.2. Kehitys eteenpäin

Tulosten pohjalta voidaan todeta, että teorian kautta luotu opetusmateriaali (liite 1) vastasi tavoitteisiinsa varsin kattavasti. Näin ollen sen rakenteeseen ja ideaan ei ole tarpeen tehdä juuri mitään muutoksia. Kuvaankin seuraavaksi lähinnä vaihtoehtoja ja korostuksia, joita materiaalin jatkokehityksessä ja soveltamisessa on mahdollista huomioida.

Koska oppimistyylien merkitys näyttää vahvalta, niin materiaaliin voi lisätä korostuksen monikanavaisuuden merkityksestä. On myös tarpeen vähentää alussa tehtävän tiedollisen

tutkimustoiminnan merkitystä, ja linkittää sitä enemmän varsinaisen tuotteen suunnitteluun ja rakentamiseen, mielekkäämmän kokonaisuuden aikaansaamiseksi. Tällöin ongelmat tulevat luontevasti tuotteesta, eikä tehtäväpapereista. Tutkimustyöskentelyssä, erityisesti harjaantumattoman ryhmän osalta, voi lähteitä jäsentää tarkemmin. Yksi vaihtoehto on laittaa kunkin tehtävän yhteyteen maininta käytettävästä lähteestä. Vielä tottumattomampien kanssa voi lisätä jopa suoran sivuosoitteen tai sivunumeron, joskin se saattaa totuttaa liian yksinkertaiseen tiedonhakuun. Liitteinä on myös nähtävissä pistetyöskentelyn ohjelaput materiaaliin tutustumista varten (liite 7). Tämä edellyttää pisteiden etukäteistä suunnittelua ja laatimista sekä kaiken materiaalin hankkimista paikan päälle. Myös oppiaineintegraatio on tärkeää, koska sillä varmistetaan, että oppiainejakoiset käsitykset eivät vaikuta tutkimustyön asenteisiin.

Pariston käyttö yhtenä energianlähteenä saattaa olla ongelmallista sen helppouden takia. Vähäisemmästä ongelmanratkaisusta huolimatta, se on silti varteen otettava vaihtoehto, ja tuotti varsin mukavan tuotteen oppilaiden työn kautta. Ongelmasuuntautuneempaa sen käytöstä voi saada vaatimustasoa nostamalla suhteessa monipuolisemman tuotteen rakentamiseen. Lisäksi oppilaat voivat tutustua käytännössä tarkemmin muuhunkin tekniseen materiaaliin.

Miellekarttamittauksen kehyskäsitettä laajentamalla, voitaisiin saada mittauksesta entistä monipuolisempi. Tästä on esitetty vaihtoehto liitteenä (liite 9), jonka monipuolisuuden voisi ajatella tukevan myös monipuolisempaa pohdintaa. Teknisen laitteen selittäminen on myös varteenotettava evaluaation monipuolistaja. Vaikka siitä materiaalissa onkin mainittu, sen merkitystä voi korostaa. Koonnin suhteen materiaalissa on ohjattu tarjoamaan oppilaille vapautta, mutta yksi selkeä ja nopea vaihtoehto on seinätyön tekeminen, jonka avoin ohjeistus näkyy niin ikään liitteenä (liite 8). Se ei yksistään ole kuitenkaan riittävä itsearviointin osa.

Kuten huomataan, kehitysideat ovat lähinnä variaatioita ja sovelluksia opetuspaketin (liite 1) ohjeista. Kukin opettaja tekeekin niitä oman kokemuksen, ja luokan kykytason pohjalta, sillä kyseessä ei ole tiukka ja ehdoton oppikirja, vaan menetelmällinen innostemateriaali. Mainitut vaihtoehdot eivät olekaan niin laajoja, että niistä olisi tarpeen laatia liitteeksi uutta opetuspakettia.

10. POHDINTAA

10.1 Tutkimuksen luotettavuudesta

Tutkimuksen päämäärään nähden aihepiiriä on lähestytty kattavalla tasolla. Käytännön tason sovelluksen laatimista on peilattu niin opetusteorioihin, opetussuunnitelmiin kuin oppilaiden asettamiin tavoitteisiinkin. Tämän kolminaisuuden kautta on ollut mahdollista saavuttaa toimiva kokonaisuus käytännön tason opetussovelluksena. Tutkimusmenetelmiä materiaalin ja projektin toimivuuden suhteen on ollut käytössä neljä toisistaan eroavaa tapaa. Monipuolinen mittaaminen on välttämätöntä, sillä on tarpeen saada luotettavaa tietoa avoimen oppimisen toimivuudesta niin opettajan, oppilaiden kuin oppimistavoitteidenkin näkökulmasta. Osallistuva havainnointi ja raportointi päiväkirjaa pitämällä (liite 3 ja luku 8.2), on väistämättä opettajan näkökulmasta tehty osa tutkimusta, vaikka etnografialla pyritäänkin selvittämään jonkin ryhmän autenttista toimintaa sen todellisissa yhteyksissä. Toki toiminta oli autenttista ja havainnoija toimi myös opettajana, mutta oma näkökulma ei voi olla vaikuttamatta, kuten kaikissa tutkimuksissa. Tässä tapauksessa tutkiminen ei kuitenkaan keskittynyt vain osallistuvan havainnoinnin varaan, joten tutkimustuloksia on mahdollista peilata toisiinsa. Mittausten laajuudella ja eri tyyleillä onkin pyritty vastaamaan empiirisen epistemologian tuomiin ongelmiin, ja kattamaan siten erilaiset tutkimukselliset perinteet ja vaatimukset. (ks. Kirk & Miller 1986; Salner 1989, 68-69).

Yksi tutkimustapa oli lomakekysely (liite 5) oppilaille, jotta toimivuuden tarkastelu olisi monipuolisempaa, ja jolloin myös oppilasnäkemys tulisi mitattua. Kuten tulosten tarkastelussa on huomattu (luku 8), ei osallistuvan havainnoinnin tulokset poikenneet oppilaiden kommentaista tai muista mittauksista. Tämä yhteys tukee mittausten reliabiliteettia. Olisikin ollut huolestuttavaa, jos tulokset olisivat olleet toisistaan eroavia. Nyt kuitenkin näyttää siltä, että laadittu lomake mittasi paitsi reliaabelisti että validisti asioita, joita se pyrkiin mittaamaan. Operationalisoinnin voidaankin katsoa onnistuneen varsin mallikkaasti, mikä on onnistuneen reliabiliteetin tärkeimpiä syitä (ks. Kirk & Miller 1986). Niin ikään osallistuvan havainnoinnin osalta ei ole ainakaan nähtävissä mitään asenteellisia, tai muita tarkkailijasta riippuvia häiriötekijöitä, sillä tulokset yhtenevät muihin mittareihin.

Vastaavasti miellekarttamittauksen (luvut 7.3 ja 8.3.4 sekä liite 4) ja teknisen laitteen selittämisen (luvut 7.5 ja 8.3.5 sekä liite 6) kautta saatiin yhteneviä tuloksia oppimisen jäsentymisen suhteen. Lisäksi kyseisten mittausten tulokset käsitteellisestä kehitymisestä osuvat

yksiin myös lomakemittauksen tulosten kanssa oppilaiden arvioista projektin monipuolisen tuen suhteen oppimistavoitteita kohtaan (8.3.1, 8.3.2 ja 8.3.3). Se puolestaan lisää niin lomakkeen kuin miellekartan ja laitteen selittämisen luotettavuutta tutkimuslähteinä. Lisäksi miellekartan syvin hierarkia korreloi tilastollisesti merkittävästi monipuolisen oppimistuen suhteen (taulukko 12), joten mittaukset ovat yhteensopivia ja keskenäänkin vertailukelpoisia. Tilastollisesti pienen tutkittavien joukon takia muita yhteyksiä ei ollut mahdollista löytää.

Otoksen pieni koko on ongelma määrällisen tarkastelun osalta. Tutkimuksessa käytetty otos ei kvantitatiivisessa mielessä ole kaikkia oppilasryhmiä kuvaava. Jos tuloksia tulisikin tarkastella vain määrällisen aineiston valossa, osoittaisin huomattavasti suurempaa kritiikkiä tuloksia kohtaan. Tutkittavien näennäisen pieni koko mahdollistaa kuitenkin myös syvän laadullisen aineiston tarkastelun. Tällöin nähdään selkeä yhteys myös määrällisiin tuloksiin, mikä tukee kvantitatiivista tarkastelua, ja tuloksia otoksen koosta huolimatta Kvalitatiivisen analyysin tuki määrällisiä mittauksia ja tuloksia kohtaan, näkyy esimerkiksi oppimistyytlejä etsittäessä (taulukot 2 ja 3), joiden löytymistä yksilötasolla tukee sekä käsitteelliset oppimistulokset (luvut 8.3.4 ja 8.3.5), oppilaiden avoimet vastaukset lomakekyselyssä (luku 8.3.3) että oppimisen seuranta ja eteneminen (luku 8.2).

Myös moninaisiin oppimistuloksiin pääsemisestä ja projektin etenemisestä on saatu toisiinsa yhteneviä tuloksia mittaustavasta riippumatta. Tutkimusmenetelmien yhteys toisiinsa sekä kvantitatiivisella että kvalitatiivisella tasolla nostaa merkittävästi tulosten luotettavuutta ja vastaavuutta, sillä yhden menetelmän mahdolliset luottavuusvirheet minimoidaan. Näin vastataan vaatimuksiin, joissa haetaan poikittaisvaliditeettia kvalitatiivisuutta ja kvantitatiivisuutta yhdistämällä, vaikka kaikki eivät moisen integraation nimeen vannokaan (Tschudi 1989, 122). Tällöin tutkimusongelmaa lähestytään monesta eri näkökulmasta. Lisäksi määrällisten mittausten (liite 5) osalta tulosten esitetyt korrelaatiot (luvut 8.3.1, 8.3.2 ja taulukko 12) ovat tilastollisesti merkittäviä kvantitatiivisesti pienestä otoksesta huolimatta. Nämä yhteydet ja tilastolliset merkittävyydet kasvattavat osaltaan tutkimuksen validiteettia, erityisesti määrällisen tutkimuksen mittapuulla, kuten Tschudi (1989, 109-113) esittää.

Laadullisessa mielessä aineiston koon suhteen, sen kattavuuden tarkastelussa, on kiinnitettävä huomiota Eskolan ja Suorannan (1998, 61-68) huomioihin, joissa laadullisen tutkimuksen mittapuuhun on lisättävä pelkän otoksen koon ja luonteen lisäksi syväanalyysin, tulkintojen onnistumisen ja tutkimustekstin muodostama kokonaisuus. Syvä laadullinen tarkastelu ei oikein olekaan mahdollista valtavan aineiston parissa, eikä tällaisen tutkimuksen aineiston koolla ole

välitöntä vaikutusta tai merkitystä tutkimuksen onnistumiseen. Laadullinen aineisto kun on periaatteessa loppumatonta. Näin ollen aineiston mahdollisimman hyvä tunteminen nousee määrää tärkeämmäksi, jolloin yleistäminen riippuu kuvausten ja käsitteellistämisen onnistumisesta sekä tulkintojen kestävydestä ja syvyydestä. (ks. myös Hirsjärvi ym. 2001, 213-215.)

Lisäksi Grönforsin (1982, 178) mukaan kvalitatiivisen tutkimuksen validiutta ei voi oikein muuten tarkastella, kuin tutkimusprosessin yksityiskohtaisella kuvauksella, jota olenkin pyrkinyt kattavasti tekemään tuloksia käsitellessä ja tutkimusta taustoittaessa. Mitä lähempänä tutkimusraportti on todellisuutta, sitä validimpana tietoakin voidaan pitää. Tutkijan subjektiivisuudesta johtuen laadullisen aineiston objektiivinen tarkastelu on käytännössä mahdotonta. Siksi prosessinkuvausten kautta, lukija tulkitsee itse tutkimuksen luotettavuutta, ja sovellus- sekä yleistämismahdollisuuksia. Siten olisi parempi puhua tutkimuksen uskottavuudesta, vakuuttavuudesta ja tulosten siirrettävyydestä, kuin tilastollisesta yleistettävyydestä (Eskola & Suoranta 1998, 212, 220).

Tulosten yhteneväisyydestä huolimatta tutkimuksen edustavuus ja tulosten siirto jää siis osin lukijan tehtäväksi. Hänen tulee pohtia, miten voi linkittää tuloksia omaan todellisuuteensa ja mahdollisesta oman opetuksensa tueksi. Tämä johtuu tutkimuksen laadullisista painotuksista. Itse lähdän varovaisesti yleistämään tuloksia opetukseen liittyen, juuri mittareiden yhteensopivuuden, ja tuloksista tehtyjen, niin laadullisten kuin määrällistenkin tulkintojen pohjalta. Triangulaatio (ks. Patton 1990, 464-470) kun toteutui erilaisten teorioiden, aineistojen ja menetelmien yhteiskäytön kautta. Huomattava on myös, että testiryhmässä oli oppilaita kolmelta luokalta. Siksi tulosten validiteettia ei voi lähteä vesittämään vetoamalla esimerkiksi yhden luokan poikkeukselliseen kyvykkyyteen. Sukupuolisesti ryhmä oli kylläkin varsin homogeeninen, sillä se käsitti 13 poikaa ja vain 3 tyttöä. Tulosten käsittelyn yhteydessä kuitenkin huomataan, että tyttöjen toiminta, oppimistyylit tai asenteetkaan eivät poijista eronneet (ks. luku 8). Onko kyseessä sitten sattuma vai todellinen tulos sukupuolierojen puuttumisen suhteen, on vaikea lähteä analysoimaan aineiston koon takia. Lisäksi oppilasryhmä käsitti 16 oppilasta kokonaisuudessaan, eikä siihen oltu integroitu erityisoppilaita. Suurempaa luokkaa olisi toki työläämpi ohjata, mutta perusteellinen työnanto ja toimivat työryhmät mahdollistavat projektin toteuttamisen suuremmillakin luokilla. Ryhmät kun saavat tukea jäseniensä yhteistoiminnan kautta, kuten tulokset osoittavat.

Käytetyt mittarit vaikuttavat monipuolisuutensa ja erityisesti yhteensopivuutensa johdosta luotettavilta. Näin ollen validiteettikin saa tukea, kuten myös moniulotteiset ja toisiinsa linkittyvät tulokset kertovat. Toki opettajan oma kiinnostus opetuksen kehittämistä kohtaan on voinut innostaa myös oppilaita toimimaan tehokkaammin, mutta se vain kertoo opettajan mahdollisuuksista opetusreformissa. Lisäksi voidaan lähteä pohtimaan, ovatko Lapin yliopiston harjoittelukoulun oppilaat jo niin tottuneita vaihtelevaan opetukseen, ettei ongelmia syntynyt. Jos niin on, niin sekin kertoo harjaannuttamisen ja toiminnallisten kokeilujen edesauttavan avoimen oppimisen tavoitteisiin pääsemistä. Joka tapauksessa, tuloksiin pohjaten näyttää vahvasti siltä, että tutkimusongelmaan on saatu vastaus opetusmateriaalin (liite 1) luomisen kautta, johon käsitellyt oppimisteoriat, opetussuunnitelmalliset vaatimukset ja oppilaiden toiveet ovat jättäneet jälkensä. Konstruktivismi, kokemuksellisen oppimisen ja kognitiivisen psykologian tuella, on käytännön opetustyössäkin toimiva taustateoria. Opetuksen kehittämisessä on siten mahdollista nojata kyseiseen opetusmetodologiaan. On kuitenkin huomioitava tulosten ja päätelmien yhteydessä esitetyt ulottuvuudet oppimistyylien ja luokan dynamiikan merkityksestä. Näin on mahdollista vastata sekä uuden opetussuunnitelman, että oppilaiden asettamiin vaatimuksiin opetusta kohtaan.

Loppuun on kuitenkin hyvä esittää tutkimuksen validiteetin äärimmäinen kriteeri. Se on kaikessa yksinkertaisuudessaan vapaa keskustelu niin tieteellisen, kuin laajemmankin yhteisön piirissä (Enerstvedt 1989, 167-168). Ja juuri sitä opetuksen toimiva kehittäminen ja tulosten soveltaminen vaatii. Sitä ei kuitenkaan tule käydä vain tiedepiireissä, vaan laajentaa debatti koskemaan teorian ja tulosten soveltajia.

10.2 Miten eteenpäin?

Kun tarkastelemme tämän päivän konstruktivistista suuntausta, saatamme tuntea tyytyväisyyttä uudistavan menetelmän hienouksista. On kuitenkin hyvä muistaa, että sen pohjana on jo Antiikista alkanut oppimisen tarkastelu. Vaikka kognitivistis-konstruktivistiset periaatteet vaikuttavat uusilta, ovat kasvatuksen ja psykologian jättiläiset rakentaneet siihen liittyviä visioita jo kauan ennen nykysuuntausta.

Psykologian ja pedagogiikan taustojen tunteminen on tärkeää, sillä historian merkitys on nykypäivän ja tulevaisuuden ymmärtämisessä. Tutustuessamme tapahtumien ja käsitysten syihin ja seurauksiin, opimme paljon ihmisten ajattelun kehittymisestä, yhteiskunnallisista vaiheista ja pedagogiikan muotoutumisesta. On myös tarpeen olla tietoinen niistä tavoitteista ja valinnoista, jotka ovat johtaneet nykypäivään, jottemme lähtisi toistamaan menneisyyden virheitä. Vanha tieto tarjoaa lisäksi visioita ja innovaatioita, joiden kehittäminen voi muodostua hyvinkin hedelmälliseksi. Kun tiedämme miten tietyt menetelmät ovat toimineet ja mihin ne ovat edenneet, meidän ei tarvitse keksiä pyörää uudelleen. Tieteen historian tarkkailu tarjoaa ajatuksia ja tuloksia, jotka soveltamisen kautta ovat yhteydessä nykypäivään. Teorioiden uudelleen avaaminen alkuperäislähteitä tarkastellen sekä tutkimusten analysointi paljastaa tietoa, joka on unohdettu tai jota on väärin sovellettu. En tarkoita, että meidän tulisi käyttää tietoa, joka on todettu toimimattomaksi, vaan odotan analyttistä syväluotaavaa tiedon ja tieteen tarkastelua, poimien syitä ja seurauksia johtopäätösten tekemiseen ja suunnitteluun.

Käsitelty konstruktivismi on varteenotettava vaihtoehto, jonka teoreettiset lähtökohdat pohjautuvat pitkälle vietyyn psykologiseen tietouteen. Sanoisin, että konstruktivismi on täynnä mahdollisuuksia, mutta se ei ole aukoton järjestelmä. Siten tutkimuksessakin käsitelty muu teoria monipuolistaa, ja tarkentaa konstruktivismin ideaa. Opettajat saattavat myös olla vanhojen metodien kyllästämiä, kuten oppilaatkin. Ennen kuin voimme soveltaa teorian syvyyksiä toimivasti käytännössä, tulee opetukseen kohdistaa asenteellinen reformi, jonka kautta tiedolliset, taidolliset ja ennen kaikkea piilossa pysyvät käsitykset saadaan muuttumaan. Piilo-opetussuunnitelmien ja sisäisten paradigmojen huomiointi vaatiikin selvästi enemmän, kuin opetussuunnitelman kehittäminen tarjoaa. Kun professionaalinen kyvykkyys nousee tasolle, jolloin soveltaminen todella toimii, näen konstruktivismin mahdollisuudet verrattain suurina. Se voi tarjota hyvän epistemologisen lähtökohdan opetuksen menetelmillä ja oppilaiden itsenäiselle toiminnalle. Koska itsenäisessä, tutkivassa ja keksivässä työskentelyssä voi olla vaarana, että tiedolliset tavoitteet eivät tule kaikille selviksi, voidaan ongelmanratkaisukykyä ja ajattelua kehittäviä opiskelumuotoja käyttää perinteisempien ja helpompien rinnalla, toisiaan tehokkaasti tukien.

Resurssien puute, opettajien, oppilaiden ja vanhempien asenteet, puutteellinen koulutus, tulostavoitteet ja hallinnon puolelta tuleva kehittämisen tarve synnyttävät vielä tällä hetkellä tiettyjä rajoitteita sekä ristipaineita. Yleiseen tutkivaan otteeseen, itsearviointiin ja ajattelun kehittämiseen oletan kuitenkin pääsevän ongelmista huolimatta. Asenteisiin voimme vaikuttaa tiedottamisella ja jatkokoulutuksella. Myös ajan hermolta tippuneiden opettajien behavioristisia

käsityksiä ja siihen perustuvia menetelmiä kyetään tasoittamaan lisäkoulutuksella ja menetelmällisillä kokemuksilla. Lisäksi opettajien ja oppilaiden opetukseen kohdistamat arvioinnit auttavat kehittämään toimintaa.

Resurssien puute ja tulostavoitteet ovat pahasti ristiriidassa keskenään. Jos opetukselle ei myönnetä varoja, ei voida olettaa, että jo nyt pienillä ansioilla ja vanhoilla välineillä toimivat opettajat saisivat ihmeitä aikaiseksi. Kehittämisen tarve on tietysti ajatuksena hieno, mutta liian nopeassa tahdissa tapahtuvat muutokset voivat olla suhteettoman suuri rasite. Opettajat eivätkä oppilaat pysy kehittämishankkeiden vauhdissa. Eteenpäin on tarpeellista mennä, mutta valtavan koulutusjärjestelmän muuttaminen hetkessä ei ole mahdollista. Ongelmat kuitenkin poistunevat lisätiedon ja kokemusten myötä.

Kokemusten tarjoaminen ei kuitenkaan ole niin yksinkertaista kuin voisi olettaa. Tasokkaiden, toimivien ja eheyttävien projektien laatiminen ei ole mikään pieni tavoite. Eheyttävän ja avoimen oppimistilanteen luominen vaatii taustalleen pitkän suunnittelutyön. Sitä ei kuitenkaan tue nykyinen opetusmateriaali, joka päinvastoin tukee oppikirjasidonnaisuutta. Tarvitsisimmekin uudenlaista innostamateriaalia avoimempaan oppimiseen. Niiden laatiminen ja toimivuuden tutkiminen on mielestäni varsin ajankohtaista. Se helpottaisi opettajien työtä ja tukisi opetuksen kehittämistä. Pelkkä teoreettinen lähestyminen tai uudet opetussuunnitelmat kun jäävät helposti vieraiksi käytännönläheisillä opettajilla. Näin ollen vastaavanlaiset aihekokonaisuuksia käsittelevät, suunnitellut ja testatut opetusmateriaalit, ovat tervetullut tuki opetuksen kehittämiseksi ja opetustyön monipuolistamiseksi. Ne palvelevat niin opettajia kuin oppilaitakin.

Jatkotutkimustarpeen suuntaankin eheyttävien aihekokonaisuuksien monipuoliselle laitimiselle ja toimivuuden testaamiselle. Tällöin tutkittaisiin myös oppimisen luonnetta, joka on merkittävä ja alati jatkuva osa-alue ihmisen elämässä. Käytämmehän elämästämme yhdeksän vuotta jo pelkkään pakolliseen opiskeluun, monivuotisista jatko-opinnoista puhumattakaan. Miksei siitä siis voisi tehdä tehokkuutensa lisäksi myös moninaisempaa, ja ennen kaikkea mielekästä.

LÄHTEET

Ahonen, A. 2000. Organisaatio, johtaminen ja rationalismi. Katsaus rationalistisen johtamis- ja organisaatio-ajattelun kehitykseen, kritiikkiin ja asemaan. Turun kauppakorkeakoulu. Keskustelua ja raportteja 3.

Alamäki, A. 1997a. Ideasta tuotteeksi on teknologiaa – myös teknisessä työssä. Teoksessa T. Kananen & J. Kari & M. Parikka (toim.) Teknologiakasvatuksen käytäntöjä. Oulun yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunta. Opetusmonisteita ja selontekoja 74, 75-83.

Alamäki, A. 1997b. Käsiyö- ja teknologiakasvatuksen kehittämisen lähtökohtia varhaiskasvatuksessa. Turun yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunta. Julkaisusarja A:181.

Alamäki, A. 1999. How to educate students for a technological future: Technology education in early childhood and primary education. Turun yliopiston julkaisuja. Sarja B osa 233.

Alamäki, A. & Suomala, J. & Tiusanen, T. & Alajääski, J. 2002. Development of technological thinking in a computer-based learning environment. Teoksessa E-M. Järvinen & M. Lindh & E. Sääskilähti & J. Twyford (toim.) Technology education in practice. Oulun yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunta. Selosteita ja katsauksia 4, 57-63.

Ammattikasvatushallitus. 1990. Aikuisten oppiminen ja opettaminen. 1990. Helsinki: Valtion painatuskeskus.

Applefield, J. & Huber, R. & Moallem, M. Dec2000/Jan2001. Constructivism in Theory and Practice: Toward a Better Understanding. High School Journal 84 (2), 35-53.

Arviointiraportti peruskoulun opetussuunnitelmauudistuksesta. 1996. Helsinki: Opetushallitus.

Ausubel, D. & Novak, J. & Hanesian, H. 1978. Educational psychology: a cognitive view. New York : Holt, Rinehart and Winston.

Azmitia, M. 1998. Peer interactive minds. Developmental, theoretical and methodological issues. Teoksessa D. Faulker & K. Littleton & M. Woodhead (toim.) Learning relationships in the classroom, 207-233.

Bacon, F. n. 1900?. Essays, moral, economical and political. Conduct of the understanding by Locke, J. London: J. F. Dove.

Barley, S. & Kunda, G. 1992. Design and devotion: surges of rational and normative ideologies of control in managerial discourse. Administrative science quarterly (37) 3, 363-399.

Beishuizen, J. & Hof, E. & van Putten, C. & Bouwmeester, S. & Asscher, J. 2001. Student's and teachers cognitions about good teachers. British Journal of Educational Psychology 71 (2), 185-201.

Bergström, M. 1997. Mustat ja valkeat leikit: leikki, kaaos ja järjestys aivoissa. Porvoo Helsinki Juva : WSOY.

Berryman, S. 2002. Cognitive apprenticeship models. Columbia university. <http://www.ilt.columbia.edu/k12/livetext/docs/berry1.html> 20.2.2002

- Bloom, M. 1995. The great philosophy of science of war. *Social Work Research* 19 (1), 19-23.
- Bloom, B. 1981. *All our children learning: a primer for parents, teachers, and other educators* New York: McGraw-Hill Book Company.
- Boud, D. & Feletti, G. (toim.). 1999. *Ongelmalähtöinen oppiminen. Uusi tapa oppia*. Helsinki: Terra Cognita.
- Boud, D. & Feletti, G. 1999. Ongelmalähtöisen oppimisen muuttuvat kasvot. Teoksessa D. Boud & G. Feletti (toim.) *Ongelmalähtöinen oppiminen. Uusi tapa oppia*. Helsinki: Terra Cognita, 15-30.
- Brooks, J.G. & Brooks, M.G. 1993. In search of understanding: the case for constructivist classrooms. Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Brunell, V. 1993. Pitääkö koulun olla kaikille sama? Teoksessa E. Kangasniemi & R. Konttinen (toim.) *Lue, etsi, tutki: tutkittua tietoa koulun kehittämiseksi*. Porvoo, Helsinki, Juva: WSOY, 32-51.
- Burns, M. 1990. The math solution: using group of four. Teoksessa N. Davidson (toim.) *Cooperative learning in mathematics*. Menlo Park (CA): Addison-Wesley, 21-46.
- Chang, K. & Sung, Y. & Chen, S. 2001. Learning through computer-based concept mapping with scaffolding aid. *Journal of computer assisted learning* 17 (1), 21-33.
- Clarke, J. 2002. Palapeli. Teoksessa Sahlberg, P. & Sharan, S. (toim.) *Yhteistoiminnallisen oppimisen käsikirja*. Helsinki: WSOY, 83-100.
- Comenius, J. 1928. *Suuri opetusoppi*. Porvoo: WSOY.
- Comte, A. 1983. *Auguste Comte and positivism: the essential writings*. Chicago: University of Chicago Press.
- Dewey, J. 1957. *Koulu ja yhteiskunta*. Helsinki: Otava.
- Dewey, J. 1991. *How we think*. Buffalo (NY) : Prometheus Books.
- Dewey, J. 1999. *Pyrkimys varmuuteen*. Tampere: Gaudeamus.
- Dryden, G. & Vos, J. 2002. *Oppimisen vallankumous. Uusien oppimistapojen maailma. 2. uudistettu laitos*. Pieksämäki: RT-Print.
- Durkheim, E. 1983. *Pragmatism and sociology*. Cambridge: Cambridge university press.
- Ekola, J. 1987. Tavoitteena laaja-alainen ammattitaito. Teoksessa J. Ekola & A. Nuutinen & A.-L. Kiiskinen *Ammatillisten oppilaitosten oppimateriaalien laadinnan perusteita. Kasvatustieteiden tutkimuslaitoksen julkaisusarja B. Teoriaa ja käytäntöä* 15, 1-47.
- Enerstvedt, R. 1989. The problem of validity in social science. Teoksessa S. Kvale (toim.) *Issues of validity in qualitative research*, 135-173.

- Engel, C. 1999. Ei vain menetelmä vaan oppimistapa. Teoksessa D. Boud & G. Feletti (toim.) Ongelmalähtöinen oppiminen. Uusi tapa oppia. Helsinki: Terra Cognita, 33-43.
- Engeström, Y. 1981a. Johdatusta didaktiikkaan. Julkaisusarja B nro 13. Valtion koulutuskeskus.
- Engeström, Y. 1981b. Mielekäs oppiminen ja opetus. Julkaisusarja B nro 17. Valtion koulutuskeskus.
- Engeström, Y. 1982. Perustietoa opetuksesta. Helsinki: Valtiovarainministeriö.
- Engeström, Y. 1983. Oppimistoiminta ja opetustyö. Tutkijaliiton julkaisusarja 24. Helsinki.
- Engeström, Y. 1984. Orientointi opetuksessa. Julkaisusarja B 29. Valtion koulutuskeskus.
- Enkenberg, J. 2002. Oppimisesta ja opetusmalleista yliopistokoulutuksessa. Joensuun yliopisto. <http://sokl.joensuu.fi/verkkajulkaisut/kipinat/JormaE.htm> 23.2.2002.
- Entwistle, N. (toim.). 1990. Handbook of educational ideas and practices. London: Routledge.
- Eskola, J. & Suoranta, J. 1998. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Tampere: Vastapaino.
- Fosnot, C. 1996. Constructivism: a psychological theory of learning. Teoksessa C. Fosnot (toim.) Constructivism theory, perspectives and practice. New York: Teachers college press, 8-33
- Foster, S. Ten principles of learning revised in accordance with cognitive psychology: with implications for teaching. Educational psychologist 21 (3), 235-243.
- Fox, R. 2001. Constructivism examined. Oxford Review of Education 27 (1), 23-35
- Friend, D. 1987. Quantitative methods. London: Longman.
- Freinet, C. 1987. Ihmisten koulu. Helsinki: Elämäkoulu.
- Gage, N. 1979. The scientific basis of the art of teaching. New York: teachers college press.
- Gage, N & Berliner, D. 1988. Educational psychology. Boston: Houghton Mifflin company.
- Garrison, A. 2001. Restoring the human in humanistic psychology. Journal of humanistic psychology 41 (4), 91-104.
- Giaconia, R & Hedges, L. 1982. Identifying features of effective open education. Review of educational research (52) 4, 579-602.
- Glaserfeld, E. 1996. Introduction: Aspects of constructivism. Teoksessa C. Fosnot (toim.) Constructivism theory, perspectives and practice. New York: teachers college press, 3-7.
- Golding, L. & Edwards, K. 2002. Evidence-based practice. Nurse Researcher 9 (4), 45-57.
- Goodson, I. 2001. Opetussuunnitelman tekeminen. Esseitä opetussuunnitelman ja oppiaineen sosiaalisesta rakentumisesta. Joensuu: Joensuu university press.

- Greeno, J. 1980. Trends in the theory of knowledge for problem solving. Teoksessa D. Tuma & F. Reif (toim.) Problem solving and education: Issues in teaching and research, 9-23.
- Gröhn, T. 1987. Oppimateriaalin didaktiset ominaisuudet ja yhteydet oppimistuloksiin. Tutkimus peruskoulun 7. luokan kotitalouden opetuksesta. Helsingin yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Tutkimuksia 51.
- Grönfors, M. 1982. Kvalitatiiviset kenttätutkimusmenetelmät. Porvoo, Helsinki, Juva: WSOY.
- Grönfors, T. 1996. Suorituskyvyn johtaminen. Miten paradigmat, vallitsevat teorit ja sisäiset ajatusprosessimme vaikuttavat. Espoo: Facile Publishing.
- Grönfors, T. & Roos, T. 1997. Mitä on NLP. Espoo: Facile Publishing.
- Gurova, R. 1981. Pedagogiikka ja muut tieteet. Teoksessa F. Koroljov & V. Gmurman, (toim.) pedagogiikan perusteet. Tampere: Koy sanan tie, 176-215.
- Haapasalo, L. 2001. Oppiminen tieto ja ongelmanratkaisu. Joensuu: Medusa.
- Hakkarainen, K. & Lonka, K. & Lipponen, L. 2002. Tutkiva oppiminen. Älykkään toiminnan rajat ja niiden ylittäminen. Porvoo: WSOY.
- Hamm, H. 1997. Tietojenkäsittely ja peruskoulun teknisen työn opetus. Teoksessa T. Kananoja & J. Kari & M. Parikka (toim.) Teknologiakasvatuksen käytäntöjä. Oulun yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunta. Opetusmonisteita ja selontekoja 74, 21-28.
- Hegel, G.W.F. 1978. Järjen ääni: Historianfilosofian luentojen johdanto. Helsinki: Gaudeamus.
- Hegel, G.W.F. 1994. Oikeusfilosofian pääpiirteet eli luonnonoikeuden ja valtiotieteen perusteet. Oulu: Pohjoinen.
- Hein, I. & Ihanainen, P. & Nieminen, J. 2000. Tunne verkko. Ote - Opetus & teknologia 8 (1), 5-8.
- Hintikka, A-M. 2000. Oppiminen on kokovartalotyötä – välineitä opettajan työkalupakkiin. Teoksessa A-M. Hintikka (toim.) Erilaisesta oppijasta erinomaiseksi oppijaksi. Jyväskylä: Gummerus, 189-209.
- Hirsjärvi, S. & Huttunen, J. 1997. Johdatus kasvatustieteeseen. Porvoo, Helsinki, Juva: WSOY.
- Hirsjärvi, S. & Remes, P. & Sajavaara, P. 2001. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.
- Holloway, S. & Valentine, G. 2001. Cyberkids: youth identities and communities in an on-line world. London: Routledge.
- Huhta, M. 1997. Apinalle keppi – teknologiaa ammattikielen oppimisympäristöön. Teoksessa Lehtinen (toim.) Verkkopedagogiikka. Helsinki: Edita, 128-142.
- Hung, D. 2002. Metaphorical ideas as mediating artifacts for the social construction of knowledge: implications from the writings of Dewey and Vygotsky. International Journal of Instructional Media 29 (2), 197-214.

- Huotari, V. 2002. Opetuksen teologiaa ja kristillistä realismia. *Kasvatus* 33 (5), 549-551.
- Ilmavirta, R. 1995. Toimintamateriaalien käyttö ja monipuoliset työtavat parantavat oppimista. Teoksessa R. Seppälä (toim.) *Toimi, laske ja ajattele*. Helsinki: Opetushallitus, 61-69.
- Ilmavirta, R. & Pehkonen, L. 1995. Ongelmanratkaisu matematiikan opetuksessa. Teoksessa R. Seppälä (toim.) *Toimi, laske ja ajattele*. Helsinki: Opetushallitus, 70-73.
- Immonen, J. 2001. Kirjeopetuksesta verkko-opiskeluun - etäopetuksen neljä sukupolvea. Teoksessa J. Matikainen & J. Manninen (toim.) *Aikuiskoulutus verkossa*. Tampere: Palmenia kustannus, 15-28.
- Inch, S. 2002. The Accidental Constructivist A Mathematician's Discovery. *College teaching* 50 (3), 111-113.
- Ivie, S. 1998. Ausubel's Learning Theory: An Approach To Teaching Higher Order Thinking Skills. *High school journal*. 82 (1), 35-42.
- Johnson, D. & Johnson, R. 1989. Cooperation and competition. Theory and research. Edina (MN): Interaction Book.
- Johnson, D. & Johnson, R. 2002. Yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisu. Teoksessa Sahlberg, P. & Sharan, S. (toim.) *Yhteistoiminnallisen oppimisen käsikirja*. Helsinki: WSOY, 119-136.
- Jonassen, D. 2000. Computers as mindtools for schools: engaging critical thinking. (2. uud. lait.) New Jersey: Merrill Prentice Hall.
- Julkilausuma. 1991. Teknologian opetus: Kansainvälinen haaste. Heinola Technology education conference 11.-16.8.1991.
- Juntunen, M. 1987. Aikamme filosofisia suuntauksia. Teoksessa R. Wilenius & P. Oksala & L. Mehtonen & M. Juntunen *Johdatus filosofiseen ajatteluun*. Jyväskylä: Gummerus, 117-152.
- Jussila, M. 1975. Eräiden opettajakohtaisten tekijöiden yhteyksistä oppilaiden koulutuotoiksiin. Oulun yliopisto. käyttäytymistieteiden laitoksen julkaisuja 24.
- Juuti, P. 1989. Organisaatiokäyttäytyminen: johtamisen ja organisaation toiminnan perusteet. Keuruu: Otava.
- Jyrkiäinen, P. 1998. Ongelmakeskeinen opetusharjoittelu ohjaajien, opiskelijoiden ja oppilaiden kokemana. Teoksessa *Avoimet oppimisympäristöt - kehittyvät prosessit*. Tampereen yliopisto. Hämeenlinnan normaalikoulun julkaisuja 6, 13-52.
- Järvelä, S. 1996. Cognitive apprenticeship model in a complex technology-based learning environment: socioemotional processes in learning interaction. Joensuun yliopisto. kasvatustieteellisiä julkaisuja 30.
- Järvillehto, T. 1994. Ihminen ja ihmisen ympäristö: systeemisen psykologian perusteet. Oulu: Kaleva.
- Järvinen, E-M. 2001. Education about and through technology. Faculty of education. University of Oulu.

- Kaasila, R. 1997. Konstruktivismiin eri muodot matematiikan opetuksessa peruskoulun ala-asteella. Lapion yliopisto. Kasvatustieteellisiä julkaisuja B. Tutkimusraportteja ja selvityksiä 26.
- Kagan, S. & Kagan, M. 2002. Rakenteellinen lähestymistapa. Teoksessa Sahlberg, P. & Sharan, S. (toim.) Yhteistoiminnallisen oppimisen käsikirja. Helsinki: WSOY, 24-47.
- Kananoja, T. 1997. Teknologia opetussuunnitelmassa. Teoksessa T. Kananoja & J. Kari & M. Parikka (toim.) Teknologiakasvatuksen käytäntöjä. Oulun yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunta. Opetusmonisteita ja selontekoja 74, 7-20.
- Kangasniemi, E. 2000. Opettajan uskomukset ja opetusmenetelmät sekä oppilaiden oppimistulokset matematiikassa. Jyväskylän yliopisto. Koulutuksen tutkimuslaitos. Tutkimusselosteita 11.
- Kant, I. 1922. Ikuiseen rauhaan. Hämeenlinna: Karisto.
- Karashima, M & Saito, M. 2001. A study on the error occurrence and human information processing time influenced by the fluctuation of working memory resource capacity. International journal of cognitive ergonomics 5 (2), 91-109.
- Kari, J. Luokanopettajan oppikirjasidonnaisuus. Tutkimus ympäristöopin ja maantiedon opetuksesta peruskoulun ala-asteella. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden tutkimuslaitoksen julkaisusarja A. Tutkimuksia 14.
- Kettunen, P. 1997. Työjärjestys: tutkielmia työn ja tiedon poliittisesta historiasta. Helsinki: Tutkijaliitto.
- Kiiskinen A-L. 1987. Oppimateriaalit didaktisessa prosessissa. Teoksessa J. Ekola & A. Nuutinen & A-L. Kiiskinen Ammatillisten oppilaitosten oppimateriaalien laadinnan perusteita. Kasvatustieteiden tutkimuslaitoksen julkaisusarja B. Teoriaa ja käytäntöä 15, 101-154.
- Kimbell, R. 2000a. Design for Learning. Article and Seminar paper based on article. Kajaani Kytke 2005 -seminar 28.4.2000.
- Kimbell, R. 2000b. Assessing Technology. Technology Education - from a problem to a solution. Seminar presentation. Kajaani Kytke 2005 –seminar 28.4.2000.
- Kinchin, I. 2001. If concept mapping is so helpful to learning biology, why aren't we all doing it? International journal of science education 23 (12), 1257-1269.
- Kirk, J. & Miller, M. 1986. Reliability and validity in qualitative research. Qualitative methods series 1. Beverly Hills, CA: Sage.
- Kiviniemi, K. 1977. Opettajuuden oppimisesta harjoittelun harhautuksiin. Jyväskylän yliopisto.
- Kiviniemi, K. 2000. Johdatus verkkopedagogiikkaan. Kokkola: Art Print.
- Kohonen, V. & Lehtovaara, J. 1990. Äidinkielen ja englannin kokonaisvaltaisen oppimisen opetuskokeilu ala-asteella: taustaa, tavoitteita ja tuloksia. Teoksessa V. Kohonen & J. Lehtovaara (toim.) Näkökulmia kokonaisvaltaiseen oppimiseen 3. Tampereen yliopisto. Opettajankoulutuslaitoksen julkaisuja A 13, 1-13.

- Kohonen, V. 1990. Empiirisiä havaintoja englannin kielen taitojen kehittymisestä ala-asteen kokeilu- ja vertailuryhmissä. Teoksessa V. Kohonen & J. Lehtovaara (toim.) Näkökulmia kokonaisvaltaiseen oppimiseen 3. Tampereen yliopisto. Opettajankoulutuslaitoksen julkaisuja A 13, 64-122.
- Kohonen, V. 1990b. Kehittävä arviointi kokonaisvaltaisessa oppimisessa: pedagogisia mahdollisuuksia ja haasteita. Teoksessa V. Kohonen & J. Lehtovaara (toim.) Näkökulmia kokonaisvaltaiseen oppimiseen 3. Tampereen yliopisto. Opettajankoulutuslaitoksen julkaisuja A 13, 174-221.
- Kohonen, V. 2002. Yhteistoiminnallisuus oppimiskulttuurin muutoksessa. Teoksessa Sahlberg, P. & Sharan, S. (toim.) Yhteistoiminnallisen oppimisen käsikirja. Helsinki: WSOY, 348-366.
- Koistinen, K. 1986. Oppimateriaalin didaktinen analyysi. Helsinki: Orienta-Konsultit oy.
- Kolb, D. 1984. Experiential learning. Experience as the source of learning and development. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Korpinen, E. 1982. Sanallisen arvioinnin sekä kodin ja koulun yhteistyökokeilun vaikutukset oppilaiden oppimistuloksiin. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden tutkimuslaitoksen julkaisuja 319.
- Korpinen, M. & Pollari, J. Yhteistoiminnallinen oppiminen. Tie tuloksiin. Porvoo, Helsinki, Juva: WSOY.
- Koskenniemi, M. & Komulainen, E. 1983. Oppimateriaali ja opetustapahtuma. Kouluhallitus. Kokeilu ja tutkimustoimisto. Tutkimusselosteita 45.
- Kuhn, T. 1994. Tieteellisten vallankumousten rakenne. Helsinki: WSOY.
- Kuriloff, P. If John Dewey were alive today, he'd be a webhead. Chronicle of higher education 46 (34), 72-73.
- Kuusisto, J. 1989. Oppimateriaalit peruskoulun ala- ja yläasteella 1988. Kasvatustieteiden tutkimuslaitoksen julkaisusarja A. Tutkimuksia 26.
- Laine, T. 1998. Avoimet oppimisympäristöt - aktiivinen oppiminen. Teoksessa Avoimet oppimisympäristöt - kehittyvät prosessit. Tampereen yliopisto. Hämeenlinnan normaalikoulun julkaisuja 6, 53-66.
- Laine, K. 1999. "Tunti vain". Oppituntitila ja nuorten oppimiskokemukset. Teoksessa T. Tolonen (toim.) Suomalainen koulu ja kulttuuri. Tampere: Vastapaino, 115-134.
- Leahey, T. 1994. A history of modern psychology, Englewood Cliffs: Prentice-Hall International.
- Lehtinen, E. 1983. Yhteissuunnittelu ja oppilasryhmien ongelmanratkaisuvalmiuksien kehittyminen. Turun yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunta. Julkaisusarja A 98.
- Lehtinen, E. 1997. Tietoyhteiskunnan haasteet ja mahdollisuudet oppimiselle. Teoksessa Lehtinen (toim.) Verkkopedagogiikka. Helsinki: Edita, 12-40.

- Lehtonen, M. 2002. Network-based mental tools in technology education. Kasvatustieteen päivien esitys. Lapin yliopisto. 21.11.2002 - 22.11.2002.
- Leinonen, J. 2002. Ymmärtäminen – jäsentynyttä tietämistä. Kasvatus 33 (5), 475-483.
- Leinonen, M. 2001. Elinikäisen oppimisen idea J.A. Comeniuksen pansofisessa ajattelussa. Teoksessa R. Huhmarniemi & S. Skinnari & J. Tähtinen (toim.) Platonista transmodernismiin. Turku: Suomen kasvatustieteellinen seura, 103-132.
- Levävaara, H. 1997. Opettajan ja oppilaan käsitysten kohtaaminen: avoin tutkimus peruskoulun valo-opin opetuksesta. Helsingin yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Tutkimuksia 174.
- Llorente, J. C. 1996. Problem solving and constitution of knowledge at work. University of Helsinki. Department of education. Research bulletin 92.
- Locke, J. n. 1900?. Conduct of the understanding. Essays, moral, economical and political by Bacon. F. London: J. F. Dove.
- Lonka, K. 2000. Jokainen meistä on erilainen oppija – siksi uudet oppimismenetelmät toimivat. Teoksessa A-M. Hintikka (toim.) Erilaisesta oppijasta erinomaiseksi oppijaksi. Jyväskylä: Gummerus, 26-37.
- Lucarelli, S. & Menotti, R. 2002. No-Constructivists' Land: International Relations in Italy in the 1990s. Journal of International Relations & Development 5 (2), 114-142.
- Lunenberg, F. 1998. Constructivism and technology: Instructional designs for succesful education reform. Journal of Instructional Psychology 25 (2), 75-81.
- Luoma, M. 1990. Länsimaiden kaksi uskontoa: kristinusko ja rationalismi. Porvoo, Helsinki, Juva: WSOY.
- MacKinnon, A. & Scarff-Seatter, C. 1997. Constructivism: contractions and conclusion in teacher education. Teoksessa V. Richardson (toim.) Constructivist teacher education: building new understandings. London: Falmer press, 38-55.
- Malkova, S. 1981. Pragmatismien pedagogiikka. Teoksessa F. Koroljov & V. Gmurman (toim.) Pedagogiikan perusteet. Tampere: Koy sanan tie, 265-276.
- Marton, F. & Dahlgren, L. & Svensson, L. & Säljö, R. 1980. Oppimisen ohjaaminen. Espoo: Weilin+Göös.
- Marttunen, M. 1997. Vuorovaikutus sähköpostiopiskelussa yliopisto-opinnoissa. Teoksessa Lehtinen (toim.) Verkkopedagogiikka. Helsinki: Edita, 112-127.
- Matikainen, J. 2001. Tietoverkkojen käytön sosiaalipsykologiaa. Teoksessa J. Matikainen & J. Manninen (toim.) Aikuiskoulutus verkossa. Tampere: Palmenia kustannus, 43-60.
- Mehtäläinen, J. 1993. Oppimisympäristö ajattelun kehittämisessä. Teoksessa E. Kangasniemi & R. Konttinen (toim.) Lue, etsi, tutki: tutkittua tietoa koulun kehittämisestä. Porvoo, Helsinki, Juva: WSOY, 94-113.

- Meri, M. 1992. Miten piilo-opetussuunnitelma toteutuu. Helsingin yliopisto. Opettajankoulutuslaitoksen tutkimuksia 104.
- Miettinen, R. 1984. Kognitiivisen oppimisnäkemyksen tausta. Valtion koulutuskeskus. Julkaisusarja B 24.
- Miettinen, R. 2000. The concept of experiential learning and John Dewey's theory of reflective thought and action. *International journal of lifelong education* 19 (1), 54-72.
- Moll, L. & Whitmore, K. 1998. Vygotsky in classroom practice: moving from individual transmission to social transaction. Teoksessa D. Faulker & K. Littleton & M. Woodhead (toim.) *Learning relationships in the classroom*, 131-155.
- Montessori, M. 1967. Lapsen salaisuus. Porvoo, Helsinki: WSOY.
- Moshman, D. 1982. Exogenous, endogenous, and dialectical constructivism. *Developmental Review* 2, 371-384.
- Myllymäki, I & Rukajärvi-Saarela, M. 1997. Teknologiaopetuskokeilu Kokkolan Koivuhaan ala-asteen 2B- ja 5B-luokilla. Teoksessa T. Kananen & J. Kari & M. Parikka (toim.) *Teknologiakasvatuksen käytäntöjä*. Oulun yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunta. Opetusmonisteita ja selontekoja 74, 29-48.
- Määttä, K. 1984. Oppimateriaalin käyttö ja valinta. Lapin korkeakoulun kasvatustieteiden osaston julkaisuja. Sarja C. Opintojulkaisuja 4.
- Niskanen, K. 1997. Miksi kasvatuksen teoria ja käytäntö eivät kohtaa opettajankoulutuksessa? Teoksessa J. Eskola (toim.) *Reflektio, realismi ja konstruktionismi*. Lapin yliopisto. Kasvatustieteellisiä julkaisuja C 15, 111-130.
- Nikkonen, M. & Janhonen, S. & Juntunen, A. 2001. Hoitokulttuurin tutkimuksesta: Etnografia hoitotieteellisessä tutkimuksessa. Teoksessa S. Janhonen & M. Nikkonen (toim.) *Laadulliset tutkimusmenetelmät hoitotieteessä*, 44-80.
- Niskanen, K. 1991. Tietokoneen opetuskäytön yhteys luokan sosiaalis-affektiiviseen ilmastoon. Lapin yliopisto. Kasvatustieteellisiä julkaisuja C 9.
- Novak, J. & Gowin, D. 1998. Opi oppimaan. Helsinki: Gaudeamus.
- Oksala, P. 1987. Tieto ja todellisuus. Teoksessa R. Wilenius & P. Oksala & L. Mehtonen & M. Juntunen *Johdatus filosofiseen ajatteluun*. Jyväskylä: Gummerus, 41-92.
- Olkinuora, E. 1979. Oppimisen ja opiskelun mielekkyys. Katsaus kirjallisuuteen ja lähtökohtiin sekä tutkimusprojektin esittely. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden tutkimuslaitos. Selosteita ja tiedotteita 121.
- Olkinuora, E. 1983. Oppimisen ja opiskelun mielekkyydestä peruskoulun päätösvaiheessa. Empiirisiä tuloksia. Turun yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunta. Julkaisusarja A:91.
- Olkinuora, E. & Mattila, E. 2001. Oppilaan koulutyön mielekkyyden ja koulujen kasvatustoiminnan edellytysten arviointia. Teoksessa E. Olkinuora & E. Mattila (toim.) *Miten*

menee peruskoulussa. Kasvatuksen ja oppimisen edellytysten tarkastelua Turun kouluissa. Turun yliopistonkasvatustieteiden tiedekunnan julkaisuja A:195, 17-54.

Opetussuunnitelman perusteet vuosiluokille 3-9 ja perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet vuosiluokille 1-2. 2003. Helsinki: Opetushallitus.

<http://www.opetushallitus.fi/pageLast.asp?path=1;17627;5238;6094;14939> 23.4.2003.

Patton, M. 1990. Qualitative evaluation and research methods. Newbury Park (CA): Sage.

Pehkonen, L. 1995. Oppilasarviointi muutoksessa. Teoksessa R. Seppälä (toim.) Toimi, laske ja ajattele. Helsinki: Opetushallitus, 45-49.

Perkins D. 1986. Knowledge as design. Hillsdale NJ: Erlbaum.

Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet. 1994. Helsinki: Opetushallitus.

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2002. Vuosiluokat 1-2. Helsinki: Opetushallitus.

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden valmistelu. 2002. Opetushallitus: Koulutuksen kehittäminen. <http://www.oph.fi/page.asp?path=1;443;5238;7954> 17.10.2002.

Piaget, J. 1988. Lapsi maailmansa rakentajana, Juva: WSOY.

Piaget, J. & Inhelder, B. 1977. Lapsen psykologia. Jyväskylä: Gummerus.

Pietilä, A. 2002. Luokanopettajaopiskelijoiden matematiikkakuva. Matematiikkakokemukset matematiikkakuvan muodostajina. Helsingin yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Tutkimuksia 238.

Piipari, M. 1998. Avoimet oppimisympäristöt. Teoksessa Avoimet oppimisympäristöt - kehittyvät prosessit. Tampereen yliopisto. Hämeenlinnan normaalikoulun julkaisuja 6, 3-11.

Pirttiniemi, J. 2000. Koulukokemukset ja koulutusratkaisut. Peruskoulun vaikuttavuuden tarkastelu oppilasnäkökulmasta. Helsingin yliopisto. Kasvatustieteen laitoksen tutkimuksia 168.

Polya, G. 1973. How to solve it. A new aspect of mathematical method. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Popper, K. 1995. Arvauksia ja kumoamisia. Helsinki: Gaudeamus.

Puolimatka, T. 1997. Opetusta vai indoktrinaatiota?: valta ja manipulaatio opetuksessa. Helsinki: Kirjayhtymä.

Puolimatka, T. 2002a. Opetuksen teoria. Konstruktivismista realismiin. Vammala: Tammi.

Puolimatka, T. 2002b. Kvalitatiivisen tutkimuksen luotettavuus ja totuusteoriat. Kasvatus 33 (5), 466-474.

Raivola, R. 1989. Opettajan ammatin historia: opettajuus ja professionalismi. Tampereen yliopisto. Kasvatustieteen laitos. Tutkimusraportti A 44.

Rauhala, L. 1991. Humanistinen psykologia. Helsinki: Yliopistopaino.

- Raulamo, M. 1988. Elämyksellinen aines ala-asteen opetuksessa. Teoksessa V. Kohonen & J. Lehtovaara (toim.) Näkökulmia kokonaisvaltaiseen oppimiseen 2. Tampereen opettajankoulutuslaitoksen julkaisuja A 10, 5-33.
- Rauste – von Wright, R. 1997. Opettaja tienhaarassa, konstruktivismia käytännössä. Jyväskylä: Atena.
- Rauste-von Wright & von Wright. 1996. Oppiminen ja koulutus. Porvoo, Helsinki, Juva: WSOY.
- Resnic, M. & Ocko, S. 2002. LEGO/Logo: Learning Through and About Design. Campridge Epistemology and Learning Group. <http://www.ed.uiuc.edu/courses/EdPsy490AZ-Sp96/K12-Technology/Resnick-Ocko/> 23.2.2002.
- Richardson, V. 1997. Constructivist teaching and teacher education: theory and practice. Teoksessa V. Richardson (toim.) Constructivist teacher education: building new understandings. London: Falmer press, 3-15.
- Ronkainen, S. 1999. Ajan ja paikan merkitsemät: subjektiviteetti, tieto ja toimijuus. Helsinki: Gaudeamus.
- Ross, B. 1999. Kohti ongelmalähtöisen opetussuunnitelman kehystä. Teoksessa D. Boud & G. Feletti (toim.) Ongelmalähtöinen oppiminen. Uusi tapa oppia. Helsinki: Terra Cognita, 44-52.
- Rowland, S. 1984. The enquiring classroom. An introduction to children's learning. London: Falmer press.
- Ruokamo, H. 2000. Matemaattinen lahjakkuus ja matemaattisten sanallisten ongelmanratkaisutaitojen kehittyminen teknologiaperustaisessa oppimisympäristössä. Helsingin yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Tutkimuksia 212.
- Ruokamo, H. 2002. Oppimisprosessin ja oppimisympäristöjen arviointi. Uudet oppimisympäristöt opettajan työssä (UOT). Lapin läänin korkea-asteen opetusmenetelmien kehittämishanke 3.10.2002. Lapin yliopisto.
- Ryhmätyön käyttö koulutuksessa. 1981. Julkaisusarja A n:o 2. Helsinki: Valtion koulutuskeskus.
- Saariluoma, P. 1985. Essays on the foundation of cognitive psychology. University of Joensuu. Publications in social sciences 4.
- Sahlberg, P. 1996. Kuka auttaisi opettajaa? Postmoderni näkemys opetuksen muutokseen yhden kehittämisprojektin valossa. Jyväskylän yliopisto. Educational psychology social research 119.
- Sahlberg, P. 1991. Induktiivinen ajattelu. Luokitteluun perustuva käsitteen omaksuminen. Teoksessa P. Sahlberg (toim.) Luonnontieteiden opetuksen työtapoja. Helsinki: kouluhallitus, 71-78, 79-96.
- Sahlberg, P. & Meisalo, V. & Lavonen, J. & Kolari, M. 1993. Luova ongelmanratkaisu koulussa. Helsinki: Opetushallitus.

- Salmi, H. 1993. Science centre education, motivation and learning in informal education. University of Helsinki. Department of teachers education. Research reports 119.
- Salner, M. 1989. Validity in human science research. Teoksessa S. Kvale (toim.) Issues of validity in qualitative research, 47-72.
- Sanday, P. 1989. The ethnographic paradigm(s). Teoksessa J. Van Maanen (toim.) Qualitative methodology. Newbury Park (CA): Sage, 19-36.
- Sava, I. 1997. Taito, ilmaisu, ajattelu arvioinnin kohteena. Teoksessa Ritva Jakku-Sihvonen (toim.) Onnistuuko oppiminen - oppimistuloksien ja opetuksen laadun arviointiperusteita peruskoulussa ja lukiossa. Helsinki: Opetushallitus, 253-275.
- Seinelä, K. 1987. Kokeellis-induktiivisen menetelmän toimivuus lukion ensimmäisen luokan fysiikan opetuksessa. Helsingin yliopisto. Opettajankoulutuslaitoksen tutkimuksia 47.
- Seligman, M. 1992. Optimistin käsikirja. Helsinki: Otava.
- Seligman, M. & Csikszentmihalyi, M. 2000. Positive Psychology. American Psychologist (55) 1, 5-14.
- Seppälä, R. 1995. Matematiikan opetuksen kehittämisestä. Mihin matematiikan opetus tähtää peruskoulun ala-asteella. Teoksessa R. Seppälä (toim.) Toimi, laske ja ajattele. Helsinki: Opetushallitus, 7-12, 13-19.
- Shachar, H. & Sharan, S. Yhteistoiminnallinen oppiminen ja koulun organisaatio. Teoksessa Sahlberg, P. & Sharan, S. (toim.) Yhteistoiminnallisen oppimisen käsikirja. Helsinki: WSOY, 328-347.
- Shalit, B. 1982. Perceived perceptual organization and coping with military demands. Stress and anxiety, vol. 8, 189-194.
- Sharan, Y. & Sharan, S. 2002. Ryhmätutkimus. Teoksessa Sahlberg, P. & Sharan, S. (toim.) Yhteistoiminnallisen oppimisen käsikirja. Helsinki: WSOY, 155-174.
- Sharp, J. & Adams, B. 2002. Children's constructions of knowledge for fraction division after solving realistic problems. Journal of educational research 95 (6), 333-347.
- Sinkelä, R. 1999. Persoonallisesti merkittävät oppimiskokemukset. Tutkimus luokanopettajaksi opiskelevien oppimiskokemuksista. Joensuun yliopisto. Kasvatustieteellisiä julkaisuja 52.
- Simon, H. 1980. Problem solving and education. Teoksessa D. Tuma & F. Reif (toim.) Problem solving and education: Issues in teaching and research, 81-96.
- Skinner, B. 1974. Mikä ihmistä ohjaa. Porvoo: WSOY.
- Skinner, B. 1965. Science and human behavior. New York: Macmillan Publishing co.
- Slavin, R. 1990. Students team learning in mathematics. Teoksessa N. Davidson (toim.) Cooperative learning in mathematics. Menlo Park (CA) : Addison-Wesley, 69-102.

- Slavin, R. 2002. Tiimioppiminen ryhmässä. Teoksessa Sahlberg, P. & Sharan, S. (toim.) Yhteistoiminnallisen oppimisen käsikirja. Helsinki: WSOY, 48-65.
- Steiner, R. 1983. Lapsen kasvatus hengentieteen kannalta. Helsinki: Suomen antroposofinen liitto.
- Strorbom, J. 1986. Den osynliga pedagogiken och den dolda läroplanen. *Kasvatus* (17) 5, 372-376.
- Sutinen, E. 1992. Innostumisesta ja epävarmuudesta uuden etsintään. Oppilaat opetusohjelmaa luomassa. Opetushallituksen julkaisusarjat. Kehittämissarja 2.
- Sylvester, R. 1994. How emotions affect learning. *Educational Leadership* 52 (2), 60-65.
- Taba, H. 1962. Curriculum development: theory and practice. New York: Harcourt Brace Jovanovich.
- Takala, P. 1991. Työtavat ja koulun sisäinen kehittäminen. Teoksessa P. Sahlberg (toim.) Luonnontieteiden opetuksen työtapoja. Helsinki: kouluhallitus, 233-234.
- Taylor, E. 2001. Positive psychology and humanistic psychology: a reply to Seligman. *Journal of humanistic psychology* 41 (1), 13-29.
- Tella, S. & Vahtivuori, S. & Vuorento, A. & Wager, P. & Oksanen, U. 2001. Verkko opetuksessa – opettaja verkossa. Helsinki: Edita.
- Tietoyhteiskunnan rakenteet oppilaitoksissa – vuoden 2000 kartoitusten tulokset. 2001. Opetusministeriön työryhmien muistioita 13.
- Tiusanen, T. 2002. Improving innovative thinking in technology education. Teoksessa E-M. Järvinen & M. Lindh & E. Sääskilahti & J. Twyford (toim.) Technology education in practice. Oulun yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunta. Selosteita ja katsauksia 4, 52-56.
- Toivonen, V. 1998. Ajattelun kehittämistä teknologiaympäristössä - normaalikoulun haiteprojekti. Teoksessa Avoimet oppimisympäristöt - kehittyvät prosessit. Tampereen yliopisto. Hämeenlinnan normaalikoulun julkaisuja 6, 67-81.
- Tornberg, A. 1994. Ajattelen, olen siis opettaja. Opetustyön sisäiset rakenteet opettajan ajattelun ja reflektiivisen ajattelun näkökulmasta. Lapin yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunta. Lisensiaatintyö.
- Tschudi, F. 1989. Do qualitative and quantitative methods require different approaches to validity? Teoksessa S. Kvale (toim.) Issues of validity in qualitative research, 109-134.
- Twyford, J. 2002. Design awareness and capability - a case study of design and designing in design and technology (D&T) education. Teoksessa E-M. Järvinen & M. Lindh & E. Sääskilahti & J. Twyford (toim.) Technology education in practice. Oulun yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunta. Selosteita ja katsauksia 4, 120-129.
- Tynjälä, P. 1999. Oppiminen tiedon rakentamisena. Konstruktivistisen oppimiskäsityksen perusteita. Tampere: Kirjayhtymä.

Tähtinen, J. 2001. Ellen Key – uuden kodin, lastenkasvatuksen, koulun ja yhteiskunnan asianajaja. Teoksessa R. Huhmarniemi & S. Skinnari & J. Tähtinen (toim.) Platonista transmodernismiin. Turku: Suomen kasvatustieteellinen seura, 321-352.

Uljen, M. School didactics and learning: a school didactic model framing an analysis of pedagogical implications of learning theory. Hove: Psychology Press.

Uuskikylä, K. & Kansanen, P. 1988. Opetussuunnitelman toteutuminen. Oppilaiden tyytyväisyys oppiaineisiin, opetusmuotoihin ja kouluelämään peruskoulun ala-asteella. Helsingin yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Tutkimuksia 66.

Vadeboncoeur, J. 1997. Child Development and the purpose of education: a historical context for constructivism in teacher education. Teoksesta V. Richardson (toim.) Constructivist teacher education: building new understandings, 15-37.

de Vaus, D. 1986. Surveys in social research. Contemporary social research 11. London: George Allen & Unwin.

Vonk, J. & Schras, G.A. 1986. From beginning to experienced teacher: a study on the professional development of teachers during their first four years of service. ATEE, konferenssiesitelmä Toulousessa.

von Wehrt, S. 1993. Näkökulmia arvoista koulun oman opetussuunnitelman perustana. Lapin yliopisto. Kasvatustieteellisiä julkaisuja C. Katsauksia ja puheenvuoroja 3.

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

Vygotsky, L.S. 1978. Mind in society. The development of higher psychological processes. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Väljärvi, J. & Linnakylä, P. & Kupari, P. & Reinikainen, P. & Malin, A. & Puhakka, E. 2001. Suomen tulevaisuuden osaajat. 15-vuotiaiden nuorten lukutaito sekä matematiikan ja luonnontieteiden osaaminen kansainvälisessä vertailussa. Jyväskylä: Koulutuksen tutkimuslaitos.

Väyrynen, K. 2001. Kasvatus ja yhteiskunta Hegelin pedagogiikassa. Teoksessa R. Huhmarniemi & S. Skinnari & J. Tähtinen (toim.) Platonista transmodernismiin. Turku: Suomen kasvatustieteellinen seura, 263-276.

Wade, S. & Hammick, M. 1999. Action learning circles: action learning in theory and practice. Teaching in higher education 4 (2), 163-178.

Wheeler, S. 2001. Information and communication technologies and the changing role of the teacher. Journal of educational media (26) 1.

Zetterber, S (toim.). 1988. Maailmanhistorian pikkujättiläinen. Porvoo, Helsinki, Juva: WSOY

Åhlberg, M. 1990. Käsitekarttatekniikka ja muut vastaavat graafiset tiedonesittämistekniikat opettajan ja oppilaiden työvälineinä. Joensuun yliopisto. Kasvatustieteellisen tiedekunnan tutkimuksia 30.

LIITTEET

Liite 1. Opetuspaketti / -materiaali

TUTKIMIS-, SUUNNITTELU- JA RAKENNUSPROJEKTI
TEKNOLOGIAKASVATUKSEN JA LUONNONTIETEIDEN PERIAATTEELLA
KESTÄVÄÄ KEHITYSTÄ UUSIUTUVIN ENERGIAMUODOIN

SISÄLTÖ

Taustaa

1. Suunnittelu- ja tutkimisprojekti – konstruktivismia käytännössä	3
2. Soveltuvuus, tavoitteet ja ajankäyttö.....	6
3. Taustatietoa opettajalle.....	8
4. Materiaali	16

Projekti

5. Työn taustoitus	22
5.1 Alustus ja Demo	22
5.2 Ennakkotietojen tarkastelu miellekarttamittauksella	22
5.3 Ryhmäkeskustelu	27
6. Työnanto ja ryhmien jakaminen.....	28
6.1 Työn tavoitteet, tehtävien esittely ja arviointi	28
6.2 Ryhmien jakaminen ja työtehtävien valinta	35
7. Suunnittelu ja tutkiminen	36
7.1 Omien ja ryhmän tavoitteiden asettaminen	37
7.2 Suunnittelu- ja tutkimisprosessi sekä ongelmanratkaisu.....	37
7.3 Avoin oppimisympäristö	40
7.4 Yhteistoiminnallisuus.....	42
7.5 Tietotekninen toiminta	43
8. Rakentaminen, testaus ja muokkaaminen	45
9. Koonti.....	46
10. Arviointi	47
11. Kehittymisen tarkastelu miellekarttamittauksella	48
12. Palaute-, kysely- ja koonti.....	49

TAUSTAA

1. SUUNNITTELU- JA TUTKIMISPROJEKTI – KONSTRUKTIVISMIA KÄYTÄNNÖSSÄ

Muuttuva opettajakuva ja opetustavat, yhdistyvät oppiaineet, kokonaisopetus ja kehittyvä tietotekniikka, joka tuo tiedon yhä lähemmäksi jokaista ihmistä kohdistavat uusia vaatimuksia opetukseen. Kehityksen mukana on pysyttävä ja annettava oppilaille mahdollisuuksia selvittää tulevaisuuden yhteiskunnassa. Kuinka siis vastata suunnitelmallisiin tavoitteisiin käytännön opetustyössä erilaisten opetusmenetelmien avulla? Projektin tarkoitus on pohjautua paitsi opetussuunnitelmallisiin, myös oppilaiden asettamiin vaatimuksiin sekä uusien oppimisteorioiden tuloksiin. Ideana on tällöin yhdistää toimintamuotoja monipuolisesti oppiaineita integroiden, jolloin on mahdollista saavuttaa monikanavaisuutta erilaisten oppijoiden tueksi.

Käytännön toteutuksena materiaali yhdistää kestävän kehityksen, teknologiakasvatuksen, luovuuden, suunnittelutyön, rakentamisen ja tutkimisen osia toisiinsa. Työprosessissa käytetään suunnittelemalla oppimisen periaatteita, jossa oppilaille annetaan pääpiirteittäinen ongelma ja työtehtävä valmistaa aurinko-, tuuli- tai vesivoimalla toimiva käytännön tarpeeseen vastaava tuote. Oppilaat toimivat ryhmissä ja heidän tulee selvittää ratkaisuja myös tutkiviin kysymyksiin kirjallisten-, kuvallisten-, elektronisten- ja asiantuntijalähteiden, sekä oman toiminnan kautta. Projekti vaatii ongelmanratkaisukykyjen kehittämistä, yhteistoiminnallisuutta, tiedonhakua, itsenäisyyttä ja tiedollisissa ja taidollisissa valmiuksissa etenemistä. Prosessista on pidettävä kirjaa, valmistettava piirustukset, tehdä selvitys voiman käytöstä ja siirrosta, huolehtia tiedollisiin tavoitteisiin pääsystä ja toteuttaa itse esineen rakentaminen. Työskentelyssä käytetään myös tietoteknisiä apuvälineitä ja lopuksi kootaan tiedot ja saavutukset esitettävään muotoon muuta luokkaa varten.

Vastoin kuin yleisesti luullaan ei teknologiakasvatuksen tarkoitus ole toimia samalla tavalla käsitteellistä jäsentyneisyyttä kasvattavana tutkimustyylinä kuin luonnontieteellisten tutkimusten, vaan sen merkitys korostuu keksimisessä, suunnittelussa ja luovissa ratkaisuissa kohti tuotteen valmistamista. Toki nämä osa-alueet yhdistyvät toisiinsa, mutta on hyvä muistaa että teknologisessa prosessissa korostetaan luovan keksimisen innovaatioita. Näin ollen kyseinen projekti saa tieteellisen tiedonhankinnan ja päättelyn kaltaisen muodon luonnontieteellisellä tasolla, kun taas teknisten ratkaisujen löytäminen vastaa teknologiakasvatuksen tavoitteisiin.

Tieto mielletään nykyään luoduksi ja keksityksi ainekseksi, eikä sen suora välittäminen ole parhaita keinoja aiheen ymmärtämisen tukemiseksi. Oppilaiden tulee harrastaa tutkimista, kokeilua ja lukemista laajan aineiston parissa. Heidän tehtävänä on ratkaista ongelmia ja toimia kokonaisuuksien parissa. Peruskoulun ongelmanratkaisun ja tutkivan oppimisen projektien on tarkoitus olla toiminnallisia ja elämyksellisiä. Tässä projektissa oppilaat toimivat ongelma- ja tavoitekehyksen ympärillä etsien omanlaisiaan ratkaisumalleja ja suunnittelutyön lopputuloksia. Taitojaan ja tyylejään oppilaat saavat kokeilla käytännössä. Tieto ja ratkaisut nousevat esiin prosessin edetessä, jolloin oppilaat rakentavat omaa tietopohjaansa. Tutkivassa oppimisessa ei ole päämääränä pelkän tiedon hakeminen, vaan vastuu, aktiivisuus, soveltaminen ja yhteistyö, joita hyödynnetään monipuolisen materiaalin kautta omiin havaintoihin ja toimintaan.

Tuleva, ylempien luokkienkin osalta käyttöön otettava perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet korostaa eheyttäminen merkitystä ja mahdollisuuksia, johon tämäkin opetuspaketti pyrkii vastaamaan. Tällöin on tarkoitus korostaa perustaitoja ja aihekokonaisuuksia yksittäisiä sisältöalueita enemmän. Äidinkielen, matematiikan ja ympäristö- ja luonnontiedon osia huomioidaan myös tavoitekentässä. Käsitöistä ei ole laadittu mitään erityistä jaottelua tekniseen ja tekstiilityöhön, vaan integraatio keskittyy erityisesti käsitöiden yhteisiin ja yleisiin tavoitteisiin, kuin myös teknologiakasvatuksen ja designin ideoiden ympärille. Arvioinnin monipuolisuus ja prosessisidonnaisuus huomioi oppilaan oman itsearvioinnin, opettajaan kohdistuvan arvioinnin sekä opettajan oppilaista tekevän arvioinnin. Lisäksi oppimisen tavoitteistoa täydentää peruskoulun opetussuunnitelman perusteiden 1994 tavoitteet, sekä oppimisteoreettiset ja oppilaiden asettamat kehitysvaatimukset.

Humanistisen psykologian opetuksellisen lähtökohdat on todettu toimiviksi avoimen oppimisen kehittämisessä sekä aikuiskoulutuksen taholla. Oppimiskäsityksen mukaisesti tarkoituksena on rakentaa projekti, joka huomio oppilaiden yksilöllisiä tarpeita, on kokeilevaa, kehittävää ja myös vuorovaikutuksellista. Käytännönläheiset tehtävät tukevat siten oppimista ja oppilaiden kehittymistä. Kun humanistisen psykologian lähtökohtia yhdistetään kognitiiviseen psykologiaan saavutetaan yhä parempia ja kattavampia näkökulmia oppimisen kokonaisuudesta. Näin ollen ajatukset uuden ja vanhan tiedon yhteensovittamisesta, skeemojen muodostumisesta ja kielellisyyden merkityksestä huomioidaan yhdessä opetuksen yksilöllisten vaatimusten kanssa, kuten myös ideat muistin toiminnasta ja kapasiteettirajoista.

Sosiaalisen toiminnan ja yhteistyön sekä opettajan tarjoaman sopivan tuen kautta lähestytään lähikehitysvyöhykkeen mukaisia tavoitteita tuen merkityksestä kehittämisessä. Ongelmakeskeisyys ja autenttiset sekä käytännönläheisiä oppimistilanteet ovat kokonaisvaltaisia ja mielekkäitä oppimistapahtumia. Tällainen oppiminen on omiaan sopimaan konstruktivismin opetus- ja oppimisteoriaan, jota hyödynnetään materiaalin kaikissa vaiheissa.

Mitään oppimisteoriaa ei esiinny täysin puhtaana ideologiana, eikä se ole tarkoituskaan, sillä kokonaisvaltainen oppiminen saa kattavimman ja toimivimman teoreettisen taustoituksen, kun oppimisteorioita linkitetään joustavasti ja ennakkoluulottomasti toisiinsa. Näin holistinen oppiminen ja motivaatio saa monipuolisen tuen, sillä avoimesta projektista jokaisen on tarkoitus löytää omat vahvuutensa ja mielenkiinnon kohteet sekä tuki oppimistavoille. Ongelmat pyritään muodostamaan merkityksellisiksi ja suuremman kokonaisuuden ympärillä eteneviksi, jolloin oppiainejakokin murenee. Kyseessä ei kuitenkaan ole hyökkäys yleissivistystä tai tietoa kohtaan, vaan projekti, joka tiedollisten tavoitteiden lisäksi huomioi myös monet muut haasteet. Tutkiva asenne lähestyy tietoa kuten lapset sitä luonnostaan oppivat.

Paketti on jäsennetty oppimisen osatekijöihin, joskin opettaja voi varioida prosessia luokkaan sopivalla tavalla. On kuitenkin syytä huomioida, että erityisesti motivaation, orientaation ja soveltamisen osuudet ovat tutkitusti hyvin merkityksellisiä. Lisäksi oppimisprosessi on todettu tehokkaimmaksi kyseisenlaisena monipuolisen kokonaisuutena. Eräitä oleellisia kohtia on korostettu nostamalla niitä joidenkin lukujen alkuun. Luvuissa käsitellään ideoita tarkemmin, ja ohjataan opettajaa tutkimusprojektin aikana. Vaikka materiaali on sisällöltään jaoteltu osiin, niin ne ovat käytännössä eheä osa prosessin kokonaisuutta ja toimivat siten jatkuvasti keskenään. Materiaalin hyödyntäjän kannattaa tutustua koko pakettiin yhtenäisesti, jolloin variointikin on paremmin mahdollista.

Vaikka kyseessä on teknologiakasvatuksen projekti, tarjoaa paketti mahdollisuuden monipuoliseen sisällölliseen muokkaukseen. Samat taustateoreettiset lähtökohdat toimivat missä tahansa oppiaineessa ja integroidussa prosessissa. Näin ollen opetuspaketti toimii kehyksenä ja runkona myös muille tutkimuksille. Teoreettinen taustoitus on nähtävissä opinnäytteessä 'Hirvonen, T. 2003. Kohti mielekästä, tehokasta ja monipuolista oppimista. Tutkimus opetuksen kehittämisestä. Lapin yliopisto', jonka yhteiskäyttö materiaalin kanssa tuo laajemman näkökulman paketin ideaan. Lisäksi teoreettinen tarkastelu yhdessä opetuspaketin toteutuksen kanssa voi toimia kattavampana kehysrunkona opetuksen monipuolistamisessa.

2. SOVELTUVUUS, TAVOITTEET JA AJANKÄYTTÖ

Soveltuvuus

Projekti on suunnattu 5-6 luokka-asteille, mutta sitä voi mainiosti käyttää myös yläasteella. Tällöin huomiota voi kiinnittää tarkemmin esimerkiksi liikkuvan esineen aikaansaamiseksi, siten että huomioidaan kitkan, painon ja muun vastustuksen vaikutukset. Vaatimukset monipuolisen tuotteen rakentamiseksi ovat myös suuremmat. Vastaavasti alemmille luokille projektista voi karsia kohtia, jotka opettaja ja oppilaat mieltävät vaikeimmiksi. Lisäksi kehystä on mahdollista soveltaa mihin tahansa projektiin sisältöjä vaihdellen, sillä tutkimisprosessin vaiheistus ja ideointi soveltuvat yleisesti tutkivaan oppimiseen ja keksimiseen.

Tavoitteet

Tavoitteet ovat selkeyden vuoksi jaoteltu osa-alueisiin ja niiden määrä voi vaikuttaa suurelta. On kuitenkin muistettava, että eheyttävät integraatioprojektit ovat luonnostaan monitahoisia, ja niissä eteneminen edellyttää väistämättä useiden taitojen käyttämistä, sillä muuten eteneminen ei ole mahdollista. Projekti ja tutkimistoiminta luovat itsessään tilanteet, joissa taidot ja tiedot kehittyvät huomaamatta, siten ettei yksittäisiä taitoja tarvitse harjoittaa irrallisina tai toisistaan erikseen. Teknologiakasvatuksen tavoitteet on tässä tapauksessa esitelty yhdessä muiden aineiden tavoitteiden kanssa, sillä tämä projekti integroi niitä toisiinsa.

Yleiset tavoitteet:

- yhteistyökyvyt
- opiskeluvalmiudet
- kekseliäisyys
- itsenäisyys
- kestävä kehitys
- tiedonhankinnan ja -käsittelyn oppimista
- arvioinnin monipuolisuus

YLT

- tutkimista
- elämyksellisyyttä
- energiantuotantoa
- mekaniikkaa ja voimansiirtoa

Matematiikka

- joustava ajattelu
- ongelmanratkaisukyky
- peruslaskutaidon tukeminen

Äidinkieli

- ilmaisutaidot
- viestinnän ja median teknisten välineiden käyttö.

Käsityö, kuvataide, teknologiakasvatus ja ATK

- esteettistä
- luovaa
- Oppia ottamaan kantaa teknologisiin valintoihin ja arvioimaan tämän päivän teknologiaan liittyvien päätösten vaikutuksia tulevaisuuteen
- tietoteknisten laitteiden ja ohjelmien sekä tietoverkkojen käyttöä erilaisissa tarkoituksissa
- käytäntöön soveltuvan teknisen ratkaisun luominen

Opettajan tavoitteet

- yhteistyö oppilaiden kanssa
- oman toiminnan ja asenteiden arviointi sekä seuranta
- lähikehityksellinen tuki
- oppilaiden palautteen huomiointi

Ajankäyttö

Ajankäyttöä on hyvin vaikea arvioida, sillä se riippuu luokasta, opettajasta, ikätasosta, tutkivan oppimisen omaksumisesta, suunnittelutaidoista, rakentamisesta ja monista muista seikoista, kuten muussakin oppimisessa. Prosessin kokonaisuus vie noin 12-20 tuntia, joista 1,5 - 3 käytetään taustoitukseen ja työn aiheen selvittämiseen, jolloin motivoidaan ja orientoidaan oppilaita. Suunnittelu ja tutkiminen voi viedä neljästä seitsemään tuntia ja rakentamisen osuus saman verran. Koonnin toteuttaminen, esitykset, arvioinnit ja palautekeskustelut vievät myös muutamia tunteja. Ajat ovat hyvin ohjeellisia, mutta on syytä muistaa, että motivaation, orientaation ja tutkimisen vaiheet on syytä käydä perusteellisesti läpi. Vaiheet eivät ole toisistaan erillisiä, vaan tutkiminen ja rakentaminen voivat muodostaa yhtenäisen kokonaisuuden.

3. TAUSTATIETOA OPETTAJALLE

Työssä käytetään uusiutuvia energianlähteitä hyödyntävää tekniikkaa kuten aurinkopaneeleja ja sähkömoottoreita, jotka toimivat myös generaattoreina. Näin voidaan hyödyntää esimerkiksi vesivoiman liike-energiaa, jonka generaattori muuttaa sähköksi. Aurinkopaneelit puolestaan tuottavat itsessään sähköä, joten niihin voi liittää suoraan solar- tai sähkömoottorin tai muun sähkölaitteen. Solarmootorit on tarkoitettu erityisesti aurinkokennokäyttöön, sillä ne toimivat pienellä ja muuttuvalla jännitteellä tehokkaasti. Niitä voi silti käyttää normaaleinkin sähkömoottoreina, kuin myös sähkömoottoreita solarkäytössä.

Opettaja voi materiaalivalinnoissa hyödyntää haluamiaan laitteita, mutta näissä esimerkeissä on käytetty Step Systems oy:n elektroniikkamateriaalia, joihin on saatavilla tarkat jännite- ja tehoarvot, pyörimisnopeudet, momentit ja muut taustatiedot, jos tarvetta.

<http://www.stepsystems.fi/tuotteet/tuoteluettelo-pdf.php>

Pienoissähkö- ja solarmootorit / generaattorit

Projektiin soveltuu monenlaiset moottorit, mutta niiden valitsemisessa kannattaa huomioida käyttötarkoitus ja sen tuomat vaatimukset. Moottorien pyörimisnopeudet vaihtelevat, niiden vääntömomenteissa on eroa ja käyttöjännitekin voi vaihdella moottorista riippuen. Käytettäessä sähkö- tai solarmootoreita generaattoreina, vaihtelee sähkön tuottaminen koon mukaan. Moottorin pyörimissuuntaa voi vaihtaa napaisuuksia vaihtamalla.

Pienoissähkömoottori 110 (12 370 110) toimii 1,5 – 4,5 V jännitteellä.

Pienoissähkömoottori 120 (12 370 120) toimii 1,5 – 3,0 V jännitteellä. Vääntöä ja pyörimisnopeutta on enemmän.

Solarmoottorin 114 (14 018 144) käyttöjännite on 0,5 – 4,5 V, joten se toimii jo hyvin pienellä jännitteellä. Käytännössä tämä tarkoittaa jo yhdellä pienellä aurinkokennolla toimimista, joskin hyvin hitaasti. Pyörimisnopeus kasvaa jännitteen myötä.

Solarmoottori 039 (14 018 039) on korkealaatuinen ja tehokas moottori, mutta se vaatii 1,5 – 6 V jännitteen toimiakseen. Kun virtaa ja jännitettä kasvatetaan, kyseisellä moottorilla saa aurinkokäyttöisesti tehokkaan väännön aikaiseksi. Virran merkitystä voi tarkastella vertaamalla saman jännitteisiä, mutta virraltaan eri suuruisia ratkaisuja toisiinsa.

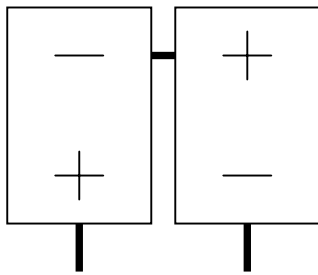
Käytännössä generaattorilla saa vesivoimaa ja rattaita hyväksikäyttämällä n. 0,5 – 1,5 V jännitteitä, sillä suurta pyörimisnopeutta jännitteen kasvattamiseksi voi olla vaikea toteuttaa. Mahdollisimman suuren jännitteen löytäminen on oppilaille mielenkiintoinen tutkimustehtävä, jossa joutuu vertailemaan generaattoreita, potkureita ja voimansiirtoa. Tuulivoimaa voi hyödyntää helpommin, sillä hiustenkuivaajalla saa verrattain suuren puhalluksen aikaiseksi. Tällöin pienet potkurit nappaavat kohdistetun ilmavirran tehokkaasti. Näin voidaan saavuttaa 1,5 - 6 V suuruisia jännitteitä. Jännite-eroja tulee generaattorista ja potkurista riippuen. Suurimmat generaattorit, jotka voivat hyödyntää isoja jännitemääriä, tuottavat myös eniten sähköä. Näin ollen solarmoottori 039 on ylivoimainen generaattori, suurella pyörimisnopeudella.

Aurinkokennot, sarjaan- ja rinnankytkentä

Saatavissa on monenlaisia aurinkokennoja. Esimerkiksi Step Systemsillä on tarjolla neljää vaihtoehtoa, joiden kaikkien jännite on 0,45 V, mutta virran määrä on 100 mA, 200 mA, 400 mA tai 800mA kennosta riippuen.

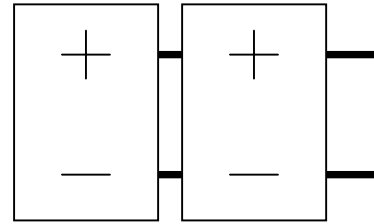
Kytettäessä kennoja sarjaan saavutetaan jännitteen nousua, kun taas rinnankytkennällä nostetaan tehoa. Näin tekemällä voidaan oppilaidenkin kanssa testata jännitteen ja virran suhteen vaikutuksia pyörimisnopeuksiin ja vääntömomenttiin. Esimerkeissä alla on käytetty 0,45 jännitteisiä aurinkokennoja, joiden virran määrä on 100 mA.

Sarjaankytkentä

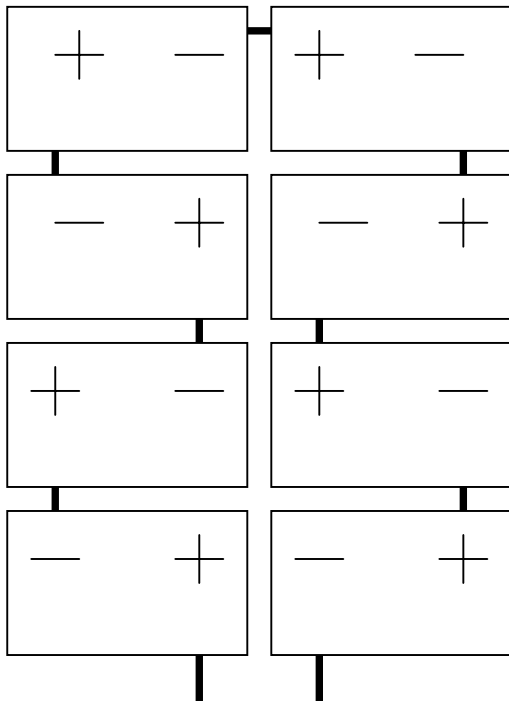


= 0,9 V 100 mA

Rinnankytkentä



= 0,45 V 200 mA



= 3,6 V 100 mA

Jännitteen mittaaminen

Jännitteen mittaaminen on kätevä tapa testata kuinka paljon jännitettä rakennetut ratkaisut tuottavan käytännössä. Vaikka aurinkokennosarjan jännite olisi teoriassa 3,6 V, niin niiden asento, kulma ja valon määrä vaikuttavat lopulliseen jännitteen suuruuteen. Tätä jännitettä on mahdollista mitata jännitemittareilla, jolloin oppilaat tietävät kuinka paljon jännitettä on kasvatettava tai laskettava, jotta se riittää suunnitelman toteuttamiseen. Näin ei turhaan polteta

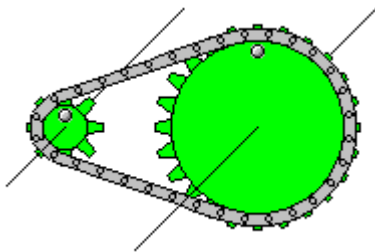
herkkiä laitteita, ja vastaavasti tiedetään kuinka paljon lisätyötä vaatii toimivan virtapiirin rakentaminen.

Erityisesti vesivoimaa hyödynnettäessä jännitteen tietäminen on tärkeää, jotta voidaan suunnitella kuin paljon välityksiä tarvitaan pyörimisnopeuden kasvattamiseksi. Oppilastöissä luokkaoloissa kun ei voi koskea hyödyntää, tarjoaa kraanavesi verrattain pienen hyödyn. Rattaiden avulla pyörimisnopeutta saadaan kasvatettua, jolloin jännitteen mittaaminen kertoo missä määrissä liikutaan.

Jännitemittarit ovat pääsääntöisesti helppokäyttöisiä, ja niillä voi tarkastella eri asteikkoisesti myös virran määrään jännitteen lisäksi.

Rattaat, hihnapyörät, voimansiirto

Kuten jo yllä todettiin rattaat ovat lähes välttämättömiä välineitä erityisesti monipuolisempien tuotteiden toteutuksessa sekä pyörimisnopeuksien kasvattamisessa ja voimansiirrosta. Lapset osaavat kyllä hyödyntää yksinkertaisia hihnapyörä- tai ratasratkaisuja, joilla voimaa saadaan paitsi siirrettyä, myös pyörimisnopeutta kasvatettua.



Esimerkissä voidaan pyörimisnopeutta joko kasvattaa tai vähentää, riippuen siitä kumpaan rattaaseen voimanlähde kiinnitetään.

Ledit ja jännite

Ledit ovat toimivia valonlähteitä oppilaskäyttöön sillä ne ovat pitkäikäisiä ja toimivat pienellä jännitteellä. Ledien kynnyksijännite riippuu niiden väristä ja kun kyseinen jännite saavutetaan, ledi alkaa toimia.

Punainen 1,7 V

Keltainen 2,1 V

Vihreä 2,2 V

Sininen 3,0 V

Ledien käytössä ei olisi muita ongelmia kuin vastuksen laskeminen, jos oppilastöissä käytettäisiin vain paristoja. Sen sijaan 3,0 V jännite vesivoimaa ja pieniä generaattoreita käyttämällä on vaikea saavuttaa. Jo 0,5 V jännite riittää kuitenkin solarmoottorin 144 pyörittämiseen. Tällöin vesivoimaa hyödynnettäessä generaattori voi tuottaa sähköä ja toinen moottori hyödyntää sitä tuulettimen tai muun toiminnon luomisessa.

Töissä voi toki käyttää myös paristoja tai muita akkuja, sillä uusiutuvaa energiaa voi säilöä akkukäyttöön. Tämä perustelu on hyvä tuoda esille myös oppilaiden kanssa, sillä uusiutuvien energiamuotojen hyödyntäminen on työn perusidea. Silloin on tarpeen laskea vastusarvoja, jotteivät ledit kärehtä liian suuresta jännitteestä.

Mitä useampi lamppu on käytössä sitä enemmän jännitettä ne vaativat. Jos lamppuja on liikaa, jännite ei riitä sytyttämään niitä. Esimerkiksi yhdeksän voltin paristo riittää hyvin kolmeen lediin. Siltikin on käytettävä vastusta, joka rajoittaa hieman jännitettä. Jännitteen määrä ja vastuksen suuruus voidaan laskea yksinkertaisella kaavalla.

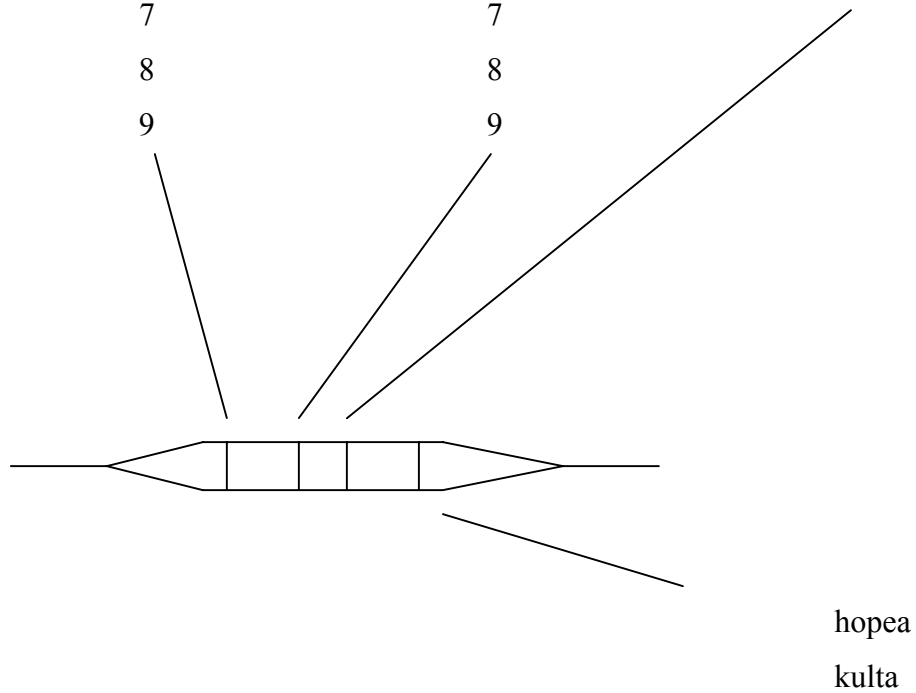
KÄYTTÖJÄNNITE V – LEDIEN YHTEENLASKETTU JÄNNITE

$$\text{VASTUSARVO } R = \frac{\text{KÄYTTÖJÄNNITE V} - \text{LEDIEN YHTEENLASKETTU JÄNNITE}}{0,02}$$

Vastuksen suuruus saadaan siis selville vähentämällä pariston jännitemäärästä ledien yhteenlaskettu jännite. Saatu tulos jaetaan 0,02:lla. Lopullinen tulos ilmoittaa vastuksen suuruuden ohmeina. Jos käytetään kolmea lediä, punaista, keltaista ja vihreää saadaan niiden yhteenlasketuksi kynnysjännitteeksi kuusi. Kuusi vähennettynä yhdeksästä on kolme, joka edelleen jaetaan 0,02:lla. Tulokseksi saadaan 150 ohmia, joka on vastuksen arvo.

Vastuksissa vastusarvo ilmoitetaan väreillä, joista taulukko alla.

musta	0	0	x 1
ruskea	1	1	x 10
punainen	2	2	x 100
oranssi	3	3	x 1000
keltainen	4	4	x 10 000
vihreä	5	5	x 100 000
sininen	6	6	x 1 000 000
violetti	7	7	
harmaa	8	8	
valkoinen	9	9	



Vastuksista löytyy kultainen tai hopeinen viiva, joka tulee oikealle puolella luettaessa arvoa. Kolme viivaa vasemmalta oikealla ilmoittavat vastuksen suuruuden. Kaksi ensimmäistä viivaa merkitsevät numeroa ja kolmas ilmoittaa nollien määrän. Esimerkiksi 150 ohmia on väreinä ilmoitettuna ruskea-vihreä-ruskea. Ruskea on numero yksi, vihreä numero viisi ja kolmas viiva, joka on ruskea, ilmoittaa nollien määrän eli yksi.

Vastuksen eli rajoittimen voi työssä sijoittaa mihin väliin tahansa, sillä lopullinen jännite syntyy vasta kun virta on kiertänyt koko virtapiiriin. Koska ledi johtaa sähköä vain toiseen suuntaan, on tärkeää ottaa suunnittelussa huomioon, miten päin se laitetaan. Ledin pidempää jalkaa kutsutaan anodiksi ja se on positiivinen, kun taas lyhyempi jalka on katodi eli negatiivinen osa. Ledi on päältä katsoen lähes pyöreä, lukuun ottamatta pientä suoraa sivua. Kyseisen sivun puoleinen jalka on katodi.

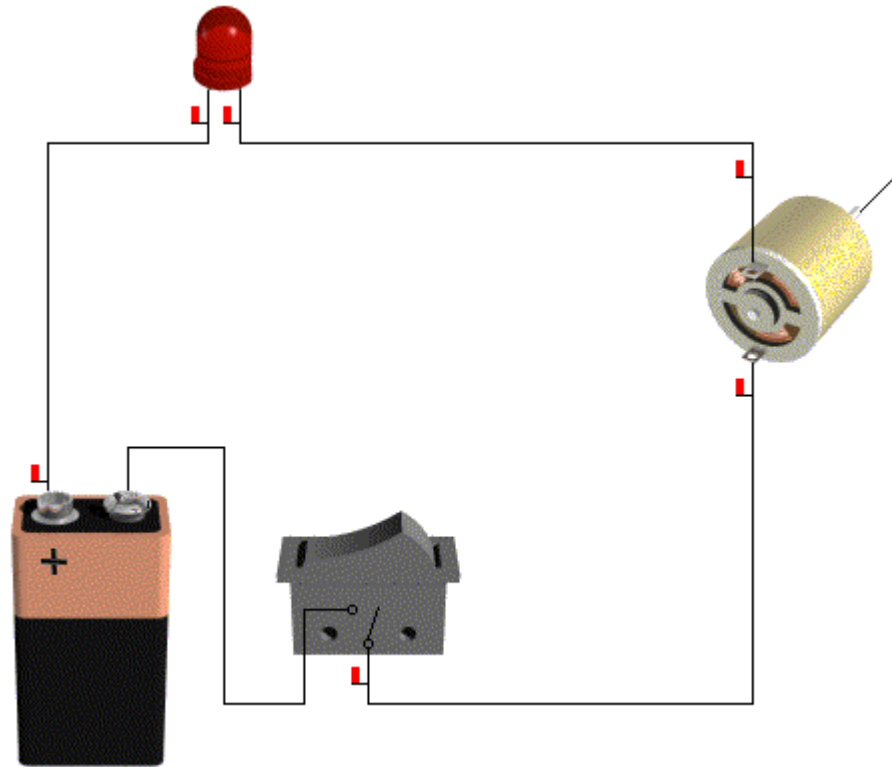
Myös summereissa, lampuissa ja muissa elektronisissa laitteissa on vaaditut jännitteet, jotka tulee huomioida työtä tehdessä, jottei lopussa tule pettymyksiä toimimattomien tuotteiden kanssa.

Crocodile Clips

Crocodile clips on matematiikan, teknologian ja fysiikan osa-alueille tarkoitettu suunnittelu- ja kokeiluohjelma, joka vastaa teknologiakasvatuksen vaatimuksiin. Ohjelma on englanninkielinen, mutta siinä on kuvilla käytettävät työvälineet, joita oppii kyllä käyttämään. Näin ollen se sopii ala-asteelle. Ohjelmalla voi laatia hyvinkin monimutkaisia virtapiirejä tekniikan ja fysiikan symbolein sekä testata fysiikan ilmiöitä, joten sitä voi mainiosti käyttää myös ylemmillä luokka-asteilla. Demot ovat ilmaisia, mutta niiden lataaminen vaatii sähköpostiosoitteen antamisen demojen lataamiskoodien saamiseksi.

http://www.crocodile-clips.com/m6_1.jsp

Alla olevaa virtapiiri on rakennettu Crocodile Clipsin (teknologia) ohjelman kuvatyövälinein. Sen toimivuutta voi testata ohjelmalla katkaisinta napsauttamalla, jolloin ledi syttyy palamaan ja moottori toimii.



Opettaja voi ohjata oppilaita ohjelman käyttöön yhteisellä tunnilla ATK-tiloissa, jolloin kaikki pääsevät kokeilemaan sitä käytännössä. Patterilla voi simuloida uusiutuvien energiamuotojen sähköntuottoa, jolloin voidaan testata virtapiirien toimivuutta ennen niiden lopullista rakentamista. Näin oppilaat saavat työvälineitä ajattelunsa tueksi.

Linkkejä opettajalle

Konstruktivismi ja tutkiva oppiminen

Oulun yliopisto. Opetuksenkehittämishanke. <http://syy.oulu.fi/opetuksenkehittamishanke/>

Tampereen yliopiston täydennyskoulutuskeskus. <http://www.uta.fi/tyt/verkkotutor/konstr2.htm>

Savonlinnan opettajankoulutuslaitos. Jorma Enkenberg.

http://sokl.joensuu.fi/Aineistot/Kasvatustiede/Jorma_Enkenberg/Oppiminen/Konstrukt_ja_opmalit.htm

Teknologiakasvatus

Oulun yliopisto. Teknologiakasvatus NYT. Perustietoa teknologiakasvatuksesta ja sen projektista. <http://wwwedu.oulu.fi/teknokas/teknologiakasvatus.html>

Aurinkokoulun teknologiakasvatus. <http://aurinkokoulu.net/aurinkolahti/teknologiakasvatus/>

Journal of technology education <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/>

Journal of Industrial Teacher Education <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JITE/>

Taustatietoa

Ideaport. Suomenkieliset sivut tekniseen työhön liittyen. <http://welcome.to/ideaport>

How stuff works. Tietoa erilaisten laitteiden toiminnasta. <http://www.howstuffworks.com/>

Komponenttien toimittajia

Step Systems Oy. <http://www.stepsystems.fi/>

Kouluelektroniikka Oy. <http://www.kouluelektroniikka.fi/>

Partco Oy. <http://www.partco.fi/>

4. MATERIAALI

Lähdemateriaalia on maailma täynnä, niin paljon, että lähteiden valitseminen on erityisesti nuorille oppilaille vaikeaa. Siksi tässä yhteydessä esitellään joitakin esimerkkejä perusopetukseen soveltuvista lähteistä, jotka ovat kuvamateriaaliltaan ja sisällöiltään tätä ja muita teknisiä, sekä ympäristö- ja luonnontiedon projekteja palvelevia. Paikkakunnan kirjastot, oppimateriaalikeskus, ympäristökeskukset ja –laitokset sekä järjestöt ovat kattavia materiaalinhankintapaikkoja. Oppimateriaalikeskuksilla vähänkin suuremmissa kunnissa on laajat arkistoidut videovarastot ja ympäristökeskukset tekevät yleensä mielellään yhteistyötä, ja heidän kirjastonsa ovat aihepiiriin varautuneita. Opettaja voi kasata projektia varten siihen sopivaa materiaalia, paikkakunnan tarjonnasta riippuen.

Valitessaan materiaalia opettajan on syytä huomioida sen ajantasaisuus. Esimerkiksi uusiutuvien energianmuotojen kohdalla 1980-luvun videot ovat auttamattoman vanhoja, sillä tekniikan kehittyminen on mahdollistanut energian huomattavasti tehokkaamman käytön. Lisäksi saastumisesta ja fossiilisten polttoaineiden ympäristöhaitoista on nykyään enemmän tietoa. Toisaalta vanhemman ja uudemman materiaalin vertailu voi toimia yhtenä oppimistehtävänä ja lähdekriittisyyteen ohjaajana. Videoita valittaessa kannattaa huomioida niiden pituus ja

esitystyylillä. Ei ole mielekasta valita videota, jossa toteutetaan perinteistä luennointia. Visuaalisuus ja esimerkit tuovat videoihin käytännönläheisemmän otteen. Lyhyet n. 15 minuutin mittaiset esitykset ovat tiedonhaun kannalta joustavia ja nopeita käyttää. Jos video on pitkä, opettaja voi laittaa sen valmiiksi oikeaan kohtaan, jolloin turhauttava etsimisen vaiva jää vähemmäksi.

Kaiken materiaalin kuvarikkaus mahdollistaa syvemmän tarkkailun ja päättelyn, jolloin tiedonhaku ei rajoitu vain lukemiseen. Videoiden kautta tulee myös auditiivinen sekä kuvallinen osa ja internetin sekä asiantuntijan käyttö mahdollistavat vapauden hakea ja kysellä tietoa omaehtoisesti. Tutkiminen tarjoaa konkreettisen tavan tutustua aiheeseen ja oppia luonnollisesti.

Kun opettaja tarjoaa materiaalia oppilaiden käytettäväksi, hänen on huomioitava ajankäyttö ja oppilaiden mahdollinen turhautuminen laajan aineiston parissa. Tällöin on hyvä korostaa suunnitelmallisuuden tärkeyttä. Oppilaiden tulee näyttää opettajalle suunnitelmat erityisesti ennen videoiden ja internetin käyttöä. Opettaja voi ohjata pois selkeästi väärästä materiaalivalinnasta joustavasti ja kysymyksiä esittäen, jolloin oppilaat itse tekevät uudet materiaalivalinnat. Tällöin vältetään turhia sekaannuksia ja hakuja, mutta säilytetään oppilaiden itsenäisyys.

Tutkimuksen lähdemateriaaleja

Oppikirjat

Luonnontutkija 5-6.

Verne 5. Ala-asteen ympäristö ja luonnontieto.

Muut kirjat

TIEDE kuvasanakirja. Helsinki Media. Kuvarikas ja selkeä teos, jossa on laajat aihepiirit. Tämän projektin osalta erityisesti saastuminen, voimat ja energia sekä sähkö ja generaattorit palvelevat tiedonhakua.

Huomispäivän energianlähteet. Kirjayhtymä. Satchwell, J. Perusteos vaihtoehtoisista energianlähteistä ja niiden käytössä selkein kuvaesimerkein.

Värikäs tiede. Kirjayhtymä. Yksinkertaista tietoa voimista, sähköstä ja energiasta kuvituksin.

Kuinka kaikki toimii tekniikan mammuttikirja. Otava. Macaulay, D. Erinomainen kuva- ja selitysteos, joka esittelee tekniikkaan liittyviä moninaisia sovelluksia käytännöllisin ja hauskein esimerkein. Tietoa mm. sähköstä, paristoista, moottoreista, energiasta, rattaista, tuulimyllyistä, hihnoista, hammaspyöristä ja voimansiirrosta sekä liikkeestä yleisesti yms.

Uudet koneet ja keksinnöt. Helsinki media. Gifford, C. Energian osalta hyvä ja kuvitettu teos.

Heureka tiede on hauskaa. Otava. Craig, A & Rosney, C. Käsittelee perustasoisesti monia luonnontieteiden aihepiirejä. Paikoitellen sekavan oloinen moninaisessa visuaalisuudessaan. Tietoa esim. paristoista, lampuista, sähköstä, voimista ja niiden voittamisesta.

Videot

Näin tehdään sähköä. Taloudellinen tiedotustoimisto. Sopivan mittainen ja selkeä kokonaisuus sähkön tuottamisesta ja käytöstä, tutkiva ote. Oltava kuitenkin kriittinen, sillä haittojen käsittely on puutteellista.

Kierrätysoppi 2 Energia ja ympäristö. Perustietoa saastumisesta, aurinkoenergiasta ja tuulivoimasta.

Energiaa... osat 1-4. YLE opetus. Ympäristön tarkastelua ja sen suojelua, uusiutuvia energianlähteitä. Ensimmäisen osan katsominen tuo jo yleiskuvan videosta.

Hyötykö Suomi kasvihuoneilmiöstä. YLE televisio-ohjelma 1998. Kasvihuoneilmiön käsittelyä ja vaikutusten pohdintaa. Melko tietopitoinen.

Internet

Energiaa Pohjois-Suomessa. Energian monipuolisesta tuotannosta kuvin, kaavioiden, selityksin ja selkein animaatioin. <http://www.energiaasuomessa.net/tuotanto.asp>

Invalidiliiton Järvenpään virtuaalikoulun materiaali, josta energia ja luonnonvarat.

<http://virtuaalikoulu.ijkk.fi/materiaalit/Toimintaymp%F6rist%F6t/alueellinen/energia.html>

Tampereen kaupungin tekniset- ja ympäristöasiat. Energialähteistä ja ympäristövaikutuksista.

http://www.tampere.fi/ytoteto/energia/energiaa/bl_teoria_energialahteita.html

Edu.fi. Kestävästä kehityksestä, energian säästämisestä, aurinkoenergiasta

<http://www.edu.fi/teemat/keke/maailma/luonnonv.html>

<http://www.edu.fi/oppimateriaalit/energia2.html>

<http://www.edu.fi/oppimateriaalit/aurinko2.html>

Ympäristöhallinto. Kotisivut: Ympäristöpalvelut <http://www.vyh.fi/palvelut/> ja ympäristön tila

<http://www.vyh.fi/tila/> . Myös muu aineisto on kattavaa, mutta hyvin tietoperäistä.

Muut elektroniset lähteet

CD Facta elektroninen tietosanakirja

Uusi kuinka kaikki toimii. CD-ROM. Otava. Macaulay, D. Kattava lähde, kuten vastaava kirjakin. Valitettavasti visuaalisuus kääntyy itseään vastaan ja tiedonhaun aloittaminen on vaikeaselkoista. Kohdat Koneet ja Perusteet ovat toimivat ja kattavat. Tietoa löytyy myös historiasta, keksijöistä ja on mukana muutama testikin. Valitettavasti suunnattu Windows 95 ja 98 -järjestelmiin, jotten 2000 -järjestelmän kanssa voi syntyä ongelmia.

Asiantuntijapalvelut

Esimerkiksi ympäristökeskukset tekevät mielellään yhteistyötä vastaavien projektien kanssa. Kysymällä ympäristökeskuksista tai muista järjestöistä saadaan varmasti asiantuntija vastaamaan oppilaiden sähköpostikysymyksiin, jolloin tiedonhankinta monipuolistuu edelleen.

Rakennus- ja tutkimusmateriaalit

Tämän projektin toteuttaminen vaatii ainakin seuraavanlaista elektronista ja teknistä materiaalia.

Elektroniikka

Aurinkokennot

Solar- ja sähkömoottorit

Ledit

Vastukset

Summerit

Kytkimet

Johtoa

Jännitemittari

(hiustenkuivaaja tuulen tuottamiseen ja tehokas valaisin aurinkokennoja varten)

Voimansiirto

Potkurit (vesi ja ilma)

Hihnapyörät (eri kokoja)

Hihnat

Voimansiirtoruuvit

Adapterit osien yhteensovittamiseksi

Akseleita

Rattaita (eri kokoja)

Muuta rakennusmateriaalia tulee tarjota oppilaille monipuolisesti, jolloin lähestytään teknologista osaamista. Oppilaat voi tuoda vanhaa materiaalia myös kotoa, jolloin toimitaan kestävän kehityksen mukaisesti tuotesuunnittelussa. Kaiken ei tarvitse olla uutta, vaan kierrätetyn materiaalin käyttäminen on suotavaa.

Puu

Muovi, Polystyreeni (<http://www.tkukoulu.fi/~pmk/muuta/muovit/laadut/ps.htm>)

Metallit

Pahvit ja paperit

Styrox

Askartelumateriaalit

Kankaat ja muut tekstiilitarpeet

Jatkokehiteltävä esine

Hankitut materiaalit ja tekniset välineet helpottavat työskentelyä. Sen sijaan valmiiden rakennussarjojen (esim. lego) käyttö rajoittaa keksimisen vapautta, eikä tarjoa siten riittävästi monipuolisuutta. Työ ei myöskään ole mallista rakentamista. Ei ole kuitenkaan tarkoitus liioitella, vaan avoin projekti tarjoaa runsaasti luovuuden ja suunnittelun mahdollisuuksia, vaikkei tavaroita yritettäisi rakentaa itse rattaista ja moottoreista lähtien. Sen sijaan oman käyttökytkimen suunnittelu voi tarjota mielekkään lisän suunnittelu- ja rakennusvaiheeseen. Tällöin oppilaat saavat itse pohtia miten koneen käynnistää, vai toimisiko se kenties aina kun sähköä muodostetaan.

PROJEKTI

5. TYÖN TAUSTOITUS

Työn taustoitukseen on hyvä käyttää aikaa, sillä motivoinnin merkitystä ei sovi aliarvioida. Tässä yhteydessä nostetaan oppilaiden ennakkotietojakin esille, jolloin luodaan paremmat edellytykset syväoppimiselle. Ajankäyttö riippuu oppilaiden keskusteluntarpeesta ja alun luovasta ideoinnista.

5.1 Alustus ja demo

Ennen demon esittämistä oppilaiden huomion voi kiinnittää pienellä alustuksella tulevasta projektista. Näin demo ei tule irrallisena yllätyksenä, vaan sen yhteys ymmärretään. Alustus ei saa olla liian kattava, sillä muuten demon tarjoama haaste keksijänä toimimiselle jää vaisuksi.

Demo tarjoaa yleisellä tasolla olevaa pohjatietoa fossiilisten polttoaineiden vaikutuksista ja niiden vaihtoehtoista. Siinä haastetaan oppilaat toimimaan kestävän kehityksen puolesta ja suunnittelemaan keksintöjä tekniikkaa hyödyntäen. Näin oppilaita motivoidaan ja orientoidaan työtä varten, synnyttäen ongelmaa, johon haluttaisiin löytää ratkaisu.

Demon tarkoitus on myös oppilaiden käsitysten pinnalle nostaminen alkumittausta varten.

Opettaja voi pysäyttää esityksen haluamiinsa kohtiin, jolloin kuvista voidaan keskustella.

Jos käytössä ei ole projektoria kuten videotykkiä Power Pointin esittämistä varten, esityksen voi toteuttaa ATK tiloissa. Tällöin oppilaat voivat katsoa sen omalta koneeltaan. Esityksen voi näyttää myös yhdeltä koneelta, jolloin sen ääneen kerääntyy kerralla vain osa oppilaista, jotta kaikki näkevät selkeästi. Demon voi myös tulostaa ja kopioida kalvoille, mutta silloin animaatiot ja esityksen äänet sekä värit jäävät kokematta.

5.2 Ennakkotietojen tarkastelu miellekarttamittauksella

Ennakkotietojen tarkastelussa käytetään miellekarttamittausta, sillä se kertoo käsitteiden jäsentyneisyydestä ja hierarkiasta. Sillä pyritään hahmottamaan oppilaiden käsitteiden välisiä yhteyksiä, eli sisäistä mallia maailmasta. Miellekartan avulla näitä malleja lähdetään ulkoistamaan. Tapa on toimiva, sillä kaikki osaavat piirtää viivoja ja ympyröitä. Käsitysten ulkoistaminen vaatii omien kokemusten pohdintaa ja uusien merkitysten luomista. Kartat

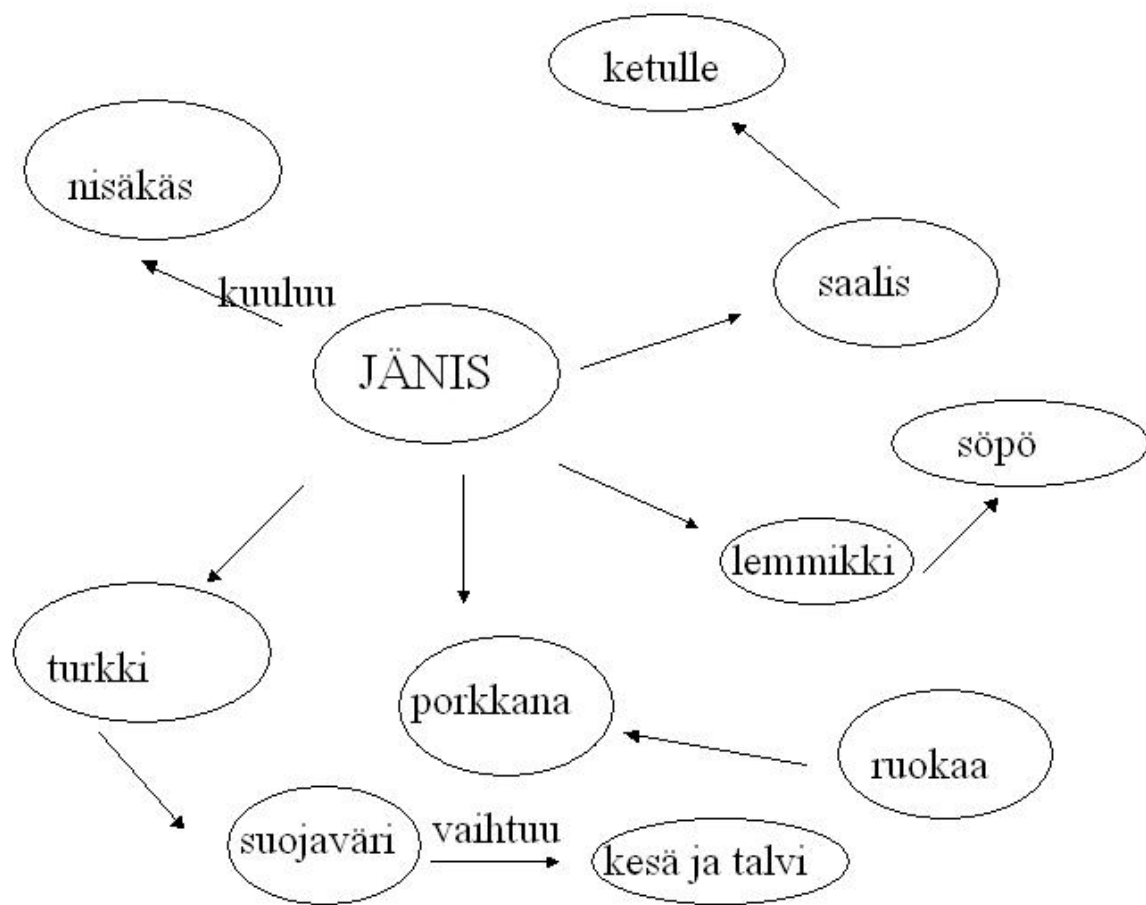
toimivat suunnittelutyön tukena ja oppimisen selkeyttäjänä, jolloin kyseessä on luovuuttakin tukeva toiminta. Oppilas lähestyy omaa käsitemaailmaansa reflektiivisesti ja siten kartat paljastavat myös väärinkäsityksiä. Miellekartat ovat juuri konstruktivismiin sopiva lähestymistapa yksilöllisen tiedonrakentamisen tukena ja ulkoistajana.

Käsite- tai miellekartan voi tehdä hyvin monilla eri tavoilla, mutta yksinkertaisin tapa lienee perinteinen verkkotyypinen puumalli, jossa keskeisen käsitteen ympärille kerätään siihen liittyviä käsitteitä, siten että niiden hierarkia on näkyvissä. Oppilailla on alustuksen jälkeen kuva prosessista, joten miellekarttamittauksella tarkastellaan heidän käsityksiään fossiilisista polttoaineista, uusiutuvasta energiasta sekä suunnittelun, tutkimisen ja keksimisen prosessista.

Näin nostetaan edelleen oppilaiden ennakkokäsityksiä ja pohjatietoa esille, jolloin opettaja saa tietoa oppilaiden tasosta ja käsityksiä aihepiirin suhteen. Silloin hän voi tehokkaammin vaikuttaa projektin kulkuun ja erityisesti käsitysten muokkaamiseen motivoinnista lähtien. Oleellista on myös oppilaiden kannalta, että he tulevat tietoisiksi omista ajatuksistaan ja käsitteiden jäsentämisestä, sillä se on osa assimilaation ja akkomodaation prosesseja – uuden tiedon oppimista. Vastaavanlainen mittaus tehdään myös työn loputtua, jolloin saadaan tietoa käsitysten kehittymisestä.

Ennen ennakkotietojen tarkastelua oppilaita on ohjattava miellekartan käyttöön, ellei heillä ole siitä jo selkeää käsitystä ennalta. Ennen harjoittelua opettaja voi antaa esimerkkejä miellekartasta. Sen jälkeen oppilaat voivat tehdä yhden harjoituksen, vaikkapa sanan koulu ympärille, ja vasta tämän jälkeen oppilaat rakentavat projektiin sopivan miellekartan. Miellekarttaan on syytä piirtää nuolia viivoiksi, jolloin hierarkian suunta saadaan selville. Kuvioon voi myös kirjoittaa jotain tarkentavaa. Ideana on selvittää mitkä kaikki asiat liittyvät tarkasteltavaan käsitteeseen oppilaiden mielestä. Mikä on tärkeää, mitä on huomioitava ja miten siihen liittyvien asioiden järjestys kulkee?

Yksinkertainen esimerkki

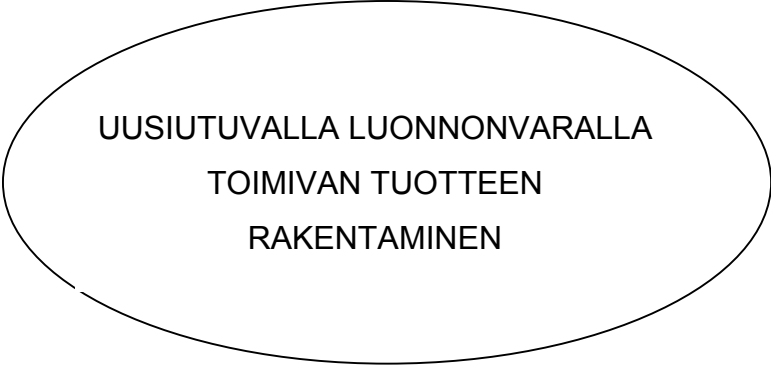


Harjoittelun jälkeen tarkasteltaessa tuotteen rakentamiseen ja taustaan liittyviä käsitteitä, ei ole tarkoitus, että lähdetään oudosta käsitteestä liikkeelle, sillä silloin loppumittaus suhteessa alkumittaukseen olisi suhteeton. Siksi demon käyttö orientoijana aihepiiriin ja työhön toimii oppilaiden käsitysten herättelijänä. Vaikka käsitteet ovat demon kautta voineet jo muokkautua, se ei haittaa, sillä näin saadaan tietoa oppilaiden alkukäsityksistä ja luuloista projektin suhteen. Käsitekartta voi olla puutteellinen, asenteellinen, aukkoinen ja hyvin omalaatuinen, sillä juuri oppilaiden sisäisiä käsityksiä on pyritty ulkoistamaan. Karttaan tulee liittää myös affektiivinen osa, eli kaikki oppilaiden asenteet saavat vapaasti näkyä. Kyseessä ei ole vain tiedollista osaamista mittaava testi, vaan oppilaan maailmaa tarkkaileva kokonaisuus. Loppumittaus sitten kertoo, miten prosessikokonaisuus on vaikuttanut oppilaiden käsitteisiin ja ajatuksiin projektista. Opettajan tulee painottaa, että kartassa pitää näkyä tiedollisen aineksen lisäksi oppilaiden tunteita, asenteita, luuloja ja muita käsityksiä.

Projektin käsitekokonaisuus miellekarttamittaukseen

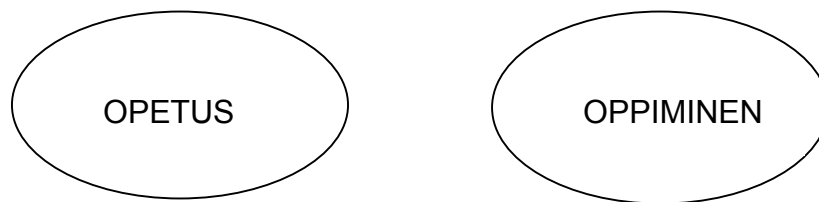
NIMI: _____ LUOKKA: _____

RYHMÄ: _____ Ympyröi: ALKU- / LOPPUTESTAUS



UUSIUTUVALLA LUONNONVARALLA
TOIMIVAN TUOTTEEN
RAKENTAMINEN

Opettajan oma tehtävä on laatia miellekartta opetukseen ja oppimiseen liittyen. Sen tarkoitus on kertoa opettajalle itselleen millaisia käsityksiä hänellä on. Kuten oppilailla, kartoitus tehdään ennen ja jälkeen projektin, tarkkaillen miten se kehittyy. On vain reilua, että opettajan tekemä kartta annetaan oppilaiden nähtäväksi. Niitä voidaan käsitellä kuten oppilaidenkin käsitteellistä jäsentyneisyyttä myöhemmin. Opettajan käsitteitä ovat sanat opetus ja oppiminen, joiden ympärille opettajan tulee jäsentää käsityksiään molemmista aiheista, ja pyrkiä linkittämään niitä yhtenäiseksi kokonaisuudeksi.



5.3 Ryhmäkeskustelu

Demon ja käsitekartan jälkeen voidaan käyttää hetki yhteiseen keskusteluun, jossa oppilaat ja opettaja yhdessä miettivät mahdollisen projektin vaiheita ja käsityksiään siitä. Näin vaihdellaan vertaisryhmänä esiin tulleita käsityksiä. Tämä toimii myös alustavana ideointina, sillä oppilaat saavat vapaasti ehdottaa millainen tuote olisi mielenkiintoinen. Kyseessä on virittäytyminen aiheeseen, ja tarkoituksena on tukea luovaa hulluutta. Oppilaillahan ei ole vielä tässä vaiheessa tarkkaa kuvaa työnannosta tai sen tehtävistä, näin ollen villit ideat voivat virrata vapaasti.

6. TYÖNANTO JA RYHMIEN JAKAMINEN

Ryhmien jako ja työnanto sisältää niin ikään motivaation ja orientaation elementtejä, mikä tekee vaiheesta merkityksellisen. Perusteellinen aiheeseen johdattelu ja mielenkiintoinen työnanto ovat pohjana koko prosessille.

6.1 Työn tarkempi jäsentäminen, tehtävien esittely ja arviointi

Tässä vaiheessa opettaja esittelee tehtävän tarkemmin. Hän myös kertoo, kuinka tehtävää tullaan arvioimaan ja mitkä sen tavoitteita ovat. Oppilaiden on todettu työskentelevän ahkerammin tiettyä päämäärää varten. He tekevät töitä, kuten sitä mitataan. Kun opettaja sanoo tarkkailevansa työprosessin kaikkia vaiheita, oppilaat työskentelevät niissä tehokkaammin, eikä vain lopputulosta varten. Opettaja voi kiinnittää huomiota suunnitelmiin, tiedonhakuun, tiedon käyttöön, itsenäiseen tutkimustoimintaan, ryhmänä työskentelyyn, rakentamiseen ja tuotteeseen, sekä prosessin esittelyyn. Miellekarttamittaus tulee toimimaan loppukokeena, mutta sen kokeenomaisuutta ei tarvitse korostaa, sillä se palvelee oppilaita myös käsitteiden jäsentäjänä.

Oppilasryhmät tulevat saamaan kukin oman tehtävälappunsa. Vastauksille ei ole jätetty kysymyslappuihin tilaa, sillä tarkoitus on, että oppilaat saavat vastata myös piirtämällä, tekemällä kuvioita, sarjakuvia tai vastaamalla perinteisesti kirjoittamalla. Näin ollen kysymykset voi itse numeroida ja vastata viikkoon kyseisen numeron kohdalle, tai leikata kysymykset irti ja liittää ne kansion osaksi. Kansio tai työvihko ovat varteenotettavia vaihtoehtoja, sillä niihin voi taltioida kaikki oppilaiden tekemät suunnitelmat ja vastaukset, jolloin kyseessä on koko ryhmän portfolio.

Tehtävillä ei ole varsinaista järjestystä, mutta pohjatietämyksen kasaamiseksi sähköntuotantoon, -siirtoon, generaattoreiden toimintaan ja voimansiirtoon liittyvät tehtävät palvelevat oman tuotteen suunnittelua ja rakentamista. Opettaja voikin ohjata oppilaita aluksi kyseisten tehtävien pariin peruskäsitteiden selvittämiseksi. Jos hän näkee puutteellisia vastauksia, oppilaita voi ohjata uusien lähteiden käyttöön. Näin ollen opettajan on tunnettava aihepiiri ja materiaali hyvin.

Tehtävälaput ovat kaikille ryhmille samat, mutta riippuen aurinko, tuuli, vesi, tai paristo/akku aiheen valinnasta, ei oppilaiden tarvitse vastata kuin yhteen uusiutuvan energian toimintaan

liittyvään kysymykseen. Ryhmä voi ympyröidä tehtävalapusta oman kysymyksensä, jottei sekaannuksia tule. Ryhmät valmistavat jaetusti myös aurinko-, vesi-, tuuli- tai paristovoimalla toimivan esineen, jonka ohjeistuksesta on niin ikään syytä ympyröidä oman ryhmän aihepiiri. Jos ryhmiä tulee enemmän kuin neljä, voi opettaja materiaalista ja oppilaiden kiinnostuksesta riippuen päättää, mikä tehtävistä tulee myös jollekin toiselle ryhmälle.

Tehtävissä mainitaan neljä aurinkokennojen kokoonpanoa, joita oppilaiden tulee tutkia. Ne opettaja voi rakentaa etukäteen. Hyviä vaihtoehtoja ovat esimerkiksi **1.** 1,8 V jännitteinen ja 100 mA virtainen neljän pikkukennon sarjaankytketty kokoonpano. **2.** 1,8 V jännitteinen ja 200 mA virtainen seuraavan koon kennojen sarja. **3.** 1,8 V jännitteellä ja 400 mA virralla toiseksi suurimpien neljän kennon sarjaankytkentä. **4.** Kahdeksan pikkukennon sarjaankytkentä, jolloin jännite on n. 3,6 V ja virta 100 mA. Moottorina kannattaa käyttää solarmoottoria 144, jolla muutokset on selkeästi havaittavissa kyseisillä jännitteillä ja virroilla.

Vastuksen antamista voi kokeilla painamalla sormella moottorin akselia. Tällöin oppilaat voivat havaita, että virran kasvattaminen lisää vääntöä. Kun moottoriin kiinnittää potkurin, havaitaan, että jännite lisää selvästi pyörimisnopeutta. Lisäksi neljäs vaihtoehto on voimallisempi momenttiltaan kuin ensimmäinen vaihtoehto, joten jännitteen nostaminen vaikuttaa myös momenttiin. Yleisellä tasolla tämä riippuu laitteesta, ja projektin käytössä olevilla moottoreillakin saadaan hieman erilaisia tuloksia. Yläasteella opettaja voi valita tuleeko oppilaiden myös rakentaa vaihtoehdot itse, ja sitä kautta löytää mahdollisimman suuri momentti tai pyörimisnopeus.

Toinen maininta koskee esineiden tutkimista, jotta voitaisiin selvittää mitä hyötyä on jännite- ja virtamäärien tietämisestä. Tähän yhteyteen opettajan on hyvä varata lamppuja, pieniä koneita ja tuoteluetteloita, joissa kaikissa näkyy jännite- ja virtamääriä. Näin oppilaat voivat yrittää päätellä, mikä merkitys suuruuksilla on.

SUUNNITTELU-, TUTKIMIS- JA RAKENNUSPROJEKTI:

Suunnitelkaa ja toteuttakaa aurinkovoimalla / vesivoimalla / tuulivoimalla / paristolla toimiva tuote, jolla on jokin käytäntöön sopiva tarkoitus.

Suunnitelmanne pitää vastata johonkin käytännön ongelmaan, johon haluatte parannuksen teknisen laitteenne avulla. Se voi liittyä esimerkiksi kuljettamiseen, työn helpottamiseen, liikkumiseen, pukeutumiseen, elämiseen, olemiseen tai jonkin valmiin esineen kehittelyyn. Käyttäkää mielikuvitustanne, sillä te teette oikean keksinnön. Laite tulee suunnitella tarkasti, ennen rakentamisen aloittamista. Suunnittelu on yksi tärkeimmistä vaiheista koko työssä, joten tehkää se erityisen huolellisesti. Työ täytyy viimeistellä loppuun asti, niin että sitä on mielekästä katsella ja käyttää. Omaperäiset ratkaisut ovat parhaita, mutta tuote voi olla myös jatkokehittelyä jostain vanhasta tuotteesta. Kaikki suunnittelupaperit on säilytettävä, ja niissä tulee näkyä ryhmässä olijoiden nimet. Koko hankkeesta on pidettävä kirjaa ja lopulta ryhmä valmistaa esityksen haluamallaan tyylillä, jossa kertoo teknisistä ratkaisuista, käyttötarkoituksesta ja työn etenemisestä. Materiaaleja on käytössä paljon, joten hyödyntäkää niitä monipuolisesti.

Jotta teillä olisi tarpeeksi tietoa tuotteenne valmistamista varten, teidän on varmaankin pakko selvittää vastauksia muutamiin kysymyksiin ryhmän kanssa.

Kaikkiin kysymyksiin saa piirtää täydentäviä ja selkeyttäviä kuvia sekä kaavioita, tai sarjakuvan jos niin haluatte. Vastaukseksi voi riittää hyvin kuvan tekeminen, jos se vain kertoo riittävästi aiheesta. Ottakaa kaikki kysymykset mukaan, kun tutkitte materiaaleja, sillä ratkaisuja voi löytyä yllättävistä paikoista. Vastauksia löydätte itse tutkimalla, etsimällä tietoa internetistä, selailemalla oppi- ja muita kirjoja, katsomalla videoita, ottamalla yhteyttä asiantuntijaan tai käyttämällä elektronista aineistoa. Suunnittelu ja rakentaminen tarjoaa myös tietoa vastauksia varten. Opettaja antaa tarkemmat ohjeet.

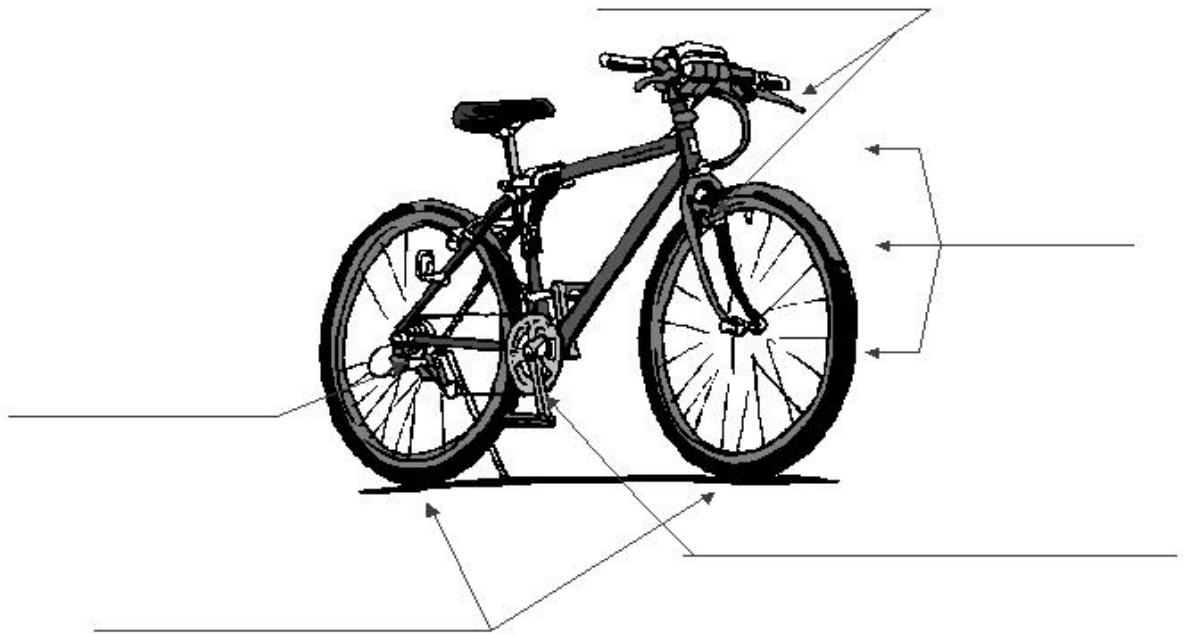
RYHMÄLLE VAIN YKSI TEHTÄVÄ (ympyröikää omanne)

- Selvittäkää aurinkokennon toimintaa eli auringonvalon muuttamista sähköiseen muotoon? Antakaa esimerkkejä aurinkovoiman käytöstä
- Selvittäkää miten vesivoimaa muutetaan sähköksi. Antakaa esimerkkejä vesivoiman käytöstä.
- Selvittäkää miten tuulivoimaa muutetaan sähköksi. Antakaa esimerkkejä tuulivoiman käytöstä.
- Selvittäkää sähköön varastoimista akkuun ja sen siirtämistä edelleen sähkölaitteeseen. Antakaa esimerkkejä erilaisten akkujen käytöstä.

KAIKILLE RYHMILLE YHTEISET TEHTÄVÄT:

- Käykää kokeilemassa opettajan näyttämässä paikassa neljää erilaista aurinkokennojen kokoonpanoa moottorin avulla. Tarkkailkaa moottorin pyörimisnopeutta ja voimaa pyöriä vastuksesta huolimatta. Mitä voitte päätellä?
- Miksi erilaisten jännite- ja virtamäärien tietäminen on tärkeää erilaisia sähköisiä laitteita käytettäessä? Miettikää asiaa edellisen kokeen pohjalta ja tarkkailemalla esillä olevia esineitä ja materiaalia.
- Selvittäkää sähkömoottorin toimintaa.
- Kuinka generaattori eli dynamo toimii?
- Laatikaa kuvallinen esimerkki jonkinlaisesta toimivasta virtapiiristä.
- Miten liikevoimaa voidaan siirtää paikasta toiseen? Piirtäkää kuva kuinka pyörimisnopeutta voi lisätä voimansiirrolla hihnojen ja pyörien avulla tai rattailla.

- Kuvassa on tuttu hihnapyörälaite. Selittäkää viivojen kohdille miten kuvan eri osat toimivat ja mikä niiden tarkoitus on. Mitä voimia ajamiseen vaikuttaa?



- Mistä fossiilisia polttoaineita saadaan? Miten ne ovat muodostuneet?
- Miksi fossiilisten polttoaineiden kuljetukseen ja käyttöön sisältyy haittoja ja vaaroja? Entä onko niiden käytössä hyviä puolia?
- Millaisia havaintoja olette tehneet saastumisen ja roskaamisen vaikutuksista? Muistelkaa tekemiänne matkoja, lähiympäristöä ja keskustelkaa asiasta ryhmän kanssa.
- Miksi uusiutuvien energianlähteiden käyttö ei ole ongelmaton - erityisesti täällä Suomessa?
- Mitä yksi henkilö voi tehdä säästääkseen energiaa ja vähentääkseen kulutusta? Laatikaa jokapäiväiseen toimintaan sopivia esimerkkejä.

TYÖN LOPPUVAIHEEN TEHTÄVIÄ KAIKILLE:

- Millaisia voimia rakentamassanne työssä ja työhön vaikuttaa? Miten olette huomioineet kyseisten voimien vaikutukset?
- Olette käyttäneet monia erilaisia lähteitä. Mikä tekee lähteestä luotettavan ja mikä epäluotettavan? Mihin tietoon voitte uskoa?
- Työn edetessä olette tutustuneet tekniikkaan. Miten se vaikuttaa ympäristöön ja miksi?

MAHDOLLISIA LISÄTEHTÄVIÄ (Kun kaikki on valmista, mutta muiden ryhmien työt ovat vielä kesken. Lisätehtäviä ei ole tarpeen antaa oppilaille, ennen kuin projekti on ohi.):

Vastaukseksi voitte piirtää kuvan, tehdä sarjakuvan, laatia Powerpoint esityksen tai tehdä vaikka näytelmän, jossa kerrotaan vastauksen asioita. Voitte vastailla yksin tai ryhmässä.

- Muistelkaa mitä kaikkea olette tutkineet tuotteen aikaansaamiseksi. Valitkaa jokin itseänne kiinnostava aihe ja hankkikaa sitä lisätietoa haluamistanne lähteistä.
- Millaisia muita vaihtoehtoja on tarjolla fossiilisten polttoaineiden tilalle vesivoiman, auringon ja tuulen lisäksi? Mitä hyötyjä ja haittoja niihin sisältyy?
- Millaisia vaaroja voi sisältyä luonnonvoimien valjastamiseen?
- Miten ihmisiä voisi ohjata säättämisen ja kestävän kehityksen pariin? Voitte tehdä julisteen tai keksiä iskulauseen, jolla ohjaamista voitaisiin tehdä. Työhön voi käyttää monipuolista materiaalia esineistä kankaisiin, askarteluvälineitä, piirtämistä, kirjoittamista ja valmiita kuvia lehdistä yms.
- Miettikää muita auringon, vesivoiman ja tuulivoiman hyödyntämistapoja kuin sähköntuottaminen?
- Miettikää ryhmässä tai yksin millainen työprojekti olisi kaikkein mukavinta koulussa toteuttaa. Mitä asioita siihen liittyisi, mitä tarvikkeita se vaatisi ja kenelle se olisi suunnattu? Mitä siinä tehtäisiin ja opittaisiin?

Lopullinen tehtävänanto ja työhön ryhtyminen synnyttää aina jonkin verran meteliä, kiinnittäen huomion ja tarkkaavaisuuden toiminnan muutokseen. Siksi on syytä selvittää ennen suunnittelutyön aloittamista kaikki yhteiset pelisäännöt, ohjeistukset, materiaalin saaminen, työn eteneminen ja muut seikat. Tällöin opettaja voi näyttää mistä löytyy materiaalia tiedonhakuun, mitä lähteitä käytetään ja miten toimitaan suunnitteluvaiheessa.

Oppilaat oppivat kyllä ohjauksen kautta joustavaan opiskelumateriaalin käyttöön, jolloin lähteitä kierrätetään toisille ryhmillä ja niitä käytetään tasa-arvoisesti. Jos jokin lähde on käytössä, muita varmasti löytyy. Tehtävien tekemisen voi liittää suunnittelutyöhön ja rakennusmateriaaliin tutustumiseen.

6.2 Ryhmien jakaminen ja työtehtävien valinta

Neljän hengen ryhmät

Heterogeenisuus

Keskinäinen toimivuus

Vaikuttamisen mahdollisuus

Ryhmäjaossa luokan- tai ryhmäopettaja on dynamiikan asiantuntija. Hänen tulee kuitenkin huomioida oppilaidenkin toiveita. Oleellista on heterogeenisen ryhmän muodostaminen, jolloin erilaiset vahvuudet muodostavat kokonaisuuden, joka on suurempi kuin osiensa summa. Opettajan on syytä olla läheisesti mukana ryhmiä muodostettaessa, jotta ryhmistä tulee tasapainoisia, mutta sisäisesti vaihtelevia. Ei ole tarkoituksenmukaista yhdistää vain tyttöjä keskenään, tai tehokkaimpia oppilaita omaksi ryhmäkseen. Ohjaajan tulee varmistaa, että jokaisesta ryhmästä löytyy erilaisia vahvuuksia. Näin suunnittelutyöskentelyn- ja ongelmanratkaisunprosessit saavat monipuolisen katsantokannan ja ideoita lähestymistä varten.

Neljän hengen ryhmät on todettu toimiviksi kokonaisuudeksi. Se tuo mukanaan tiettyjä etuja, sillä kukaan ei jää ilman paria, jos ryhmä jaetaan työprosessin aikana tarvittaviin pienempiin osiin. Ryhmä ei myöskään ole liian suuri, vaan kompaktin toimiva suunnittelu ja ongelmanratkaisutyötä ajatellen.

Koska kyseessä on neljä hyvin erityyppistä energianlähdettä ja siten toteutuksen mahdollisuuksia on monia, jakautuu oppilaiden kiinnostuskin eri aloihin. On tärkeää, että oppilaat saavat olla

mukana aihepiiriä valittaessa. Oppilaiden kiinnostus voi toimia yhtenä ryhmiin jaon perusteena, mutta jo jaetut ryhmät voivat myös keskustella keskenään, minkä energiamuodon haluavat. Parasta tutkimuksellista jälkeä syntyy sisäisen motivaation avulla, joka kehittyy mielenkiinnosta ja sitoutumisesta aiheeseen.

Koska suuren luokan kanssa ei voi muodostaa vain neljää neljän hengen ryhmää, on opettajan ja oppilaiden yhdessä mietittävä, millainen ryhmäjako on toimivin. Muodostetaanko neljän hengen ryhmiä useita vai kasvatetaanko ryhmäkokoja? Jos päätetään nostaa ryhmäkokoja viiteen oppilaaseen, on tärkeää huomioida ettei joku oppilaista jää ryhmässä ulkopuoliseksi. Elektroniikka materiaalien määrä voi puolestaan olla ongelmana jos ryhmiä tulisi useita.

7. SUUNNITTELU- JA TUTKIMINEN

Suunnittelu- ja tutkimisvaihe on toimivan lopputuloksen ja muiden tavoitteiden kannalta tutkivan oppimisen perimmäinen idea. Ei ole tarkoitus, että vastauksia haetaan nopsaan niitä miettimättä, tai että tuote koostuu yhdestä aurinkokennosta, johdonpätkästä ja palasta lautaa. Käsitteiden selvittäminen toimii yhdessä tuotteen suunnittelemisen kanssa, jolloin taustatiedon selvittämisellä pohjataan monipuolisen laitteen rakentamista. Vastaavasti rakentaminen tarjoaa lisätietoa käytännön tasolla tehtävien täydentäjänä. Lähteitä ja materiaalia on tarjolla runsaasti, joten mahdollisuuksia riittää. Nuoremmilla oppilailla tiedonhaku voi viedä aikaa ja suunnitelmissa saattaa kestää, joten kyseinen vaihe voi viedä useita tunteja. Ei ole kuitenkaan tarkoituksenmukaista erottaa tiedollista tutkimista täysin tuotteen muusta suunnittelusta ja rakentamisesta, vaan konkreettinen toiminta tarjoaa erinomaiset mahdollisuudet käytännön tutkimustyöhön testauksen kautta.

Opettaja voi ottaa kuvia projektin etenemisestä, jolloin oppilaat näkevät työn päätyttyä millaista heidän työntekonsa on ollut. Kuvia voi liittää myös oppilaiden tekemään koontiin tai esittää vasta projektin loputtua yhteisenä hetkenä. Niiden käsittely herättää varmasti keskustelua, joten prosessin etenemistä tulee väistämättä pohdittua.

7.1 Omien ja ryhmän tavoitteiden asettaminen

Kun tehtävät ja ryhmät on jaettu, oppilaat kirjaavat ylös, mitä itse odottavat tehtävältä.

Opettaja voi tarjota avustavia kysymyksiä, esimerkiksi:

- Mitä haluan oppia tässä työssä?
- Mitä ongelmia voi syntyä?
- Mikä tulee olemaan helppoa?
- Mitä odotan tältä projektilta?

Myös ryhmät voivat kirjata ylös yhteiset tavoitteensa, joista ryhmä sopii keskenään. Näin oppilaita autetaan löytämään sisäistä motivoitumista ja ennakoimaan tehtävän etenemistä. Tehtävän jälkeen he peilaavat suoritustaan alun tavoitteisiin, pohtien miksi mitäkin kävi.

7.2 Suunnittelu- ja tutkimisprosessi sekä ongelmanratkaisu

Itsenäisyys

Yhteistyö

Luova keksiminen

Suunnitelmallinen tutkiminen

Vaiheittainen kokonaisprosessi

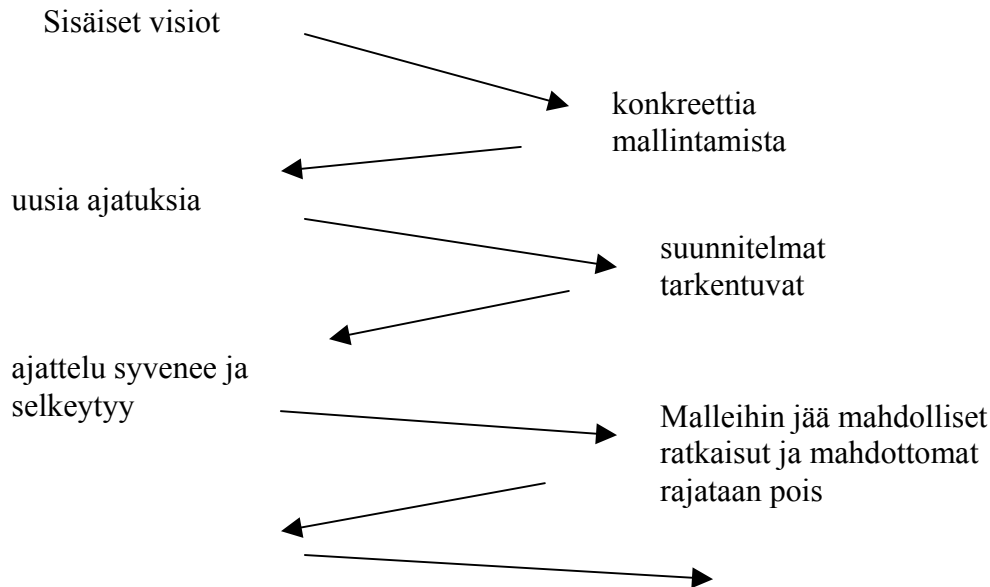
Oppilaiden pitää tietää mitä lähteitä ja materiaalia on käytössä, millä periaatteilla niiden pariin mennään ja missä vaiheessa voi vasta aloittaa rakentamisen. Näin ollen suunnittelu- ja tutkimistyön korostuminen on ilmeistä. Oppilaiden tulee löytää käytännön ongelmia, joihin tuotteet vastaisivat. Niitä ei esiinny täysin puhtaina, vaan tutkiminen vaatii muutosten mahdollisuuksien löytämistä ja vaikutusten ymmärtämistä kehitykseen nähden. Ongelmanratkaisu vaatii suunnittelemista, ongelman ulkoistamista ja sen esittämistä.

Varsinaista rakentamisen materiaalia oppilaille voi antaa vasta kun suunnitelmat ja perustieto on tehtävän tasaista. Rakennusmateriaalivaihtoehdot ja tekniset sekä elektroniset laitteet on kuitenkin hyvä esitellä ja pitää näytillä koskettelua varten, jotta suunnittelun visioihin voi liittää autenttisia ajatuksia käytettävästä rakennusmateriaalista. Kun tekninen materiaali on käsiteltävissä, se auttaa suunnitelmien tekemisessä ja ratkaisujen löytämisessä myös tehtäviin. Tämä ei tarkoita sekavaa ja täysin vapaata hypistelyä, vaan jäsennettyä ja suunniteltua tarkastelua.

Suunnittelun ja tuotteen toteutuksen prosessin voi ajatella käsittävän vaihekokonaisuuksia. Aluksi oppilaiden on käsiteltävä suunnittelunsa ideoita. Tämä voi olla erittäin luovaa hulluutta, jolloin monipuolisia ehdotuksia ja ratkaisuja käsitellään. Tarkempaa työskentelyä on ymmärtää paremmin ideoiden mahdollisuuksia ja mahdottomuuksia. Kun idea vaikuttaa toimivalta, sitä voi alkaa toteuttaa ja vielä rakennusvaiheessakin muokata. Tällaisessa prosessi voi hyödyntää ryhmän voimavaroja, jolloin innovatiiviset ajatukset voivat poikia nerokkaita oivalluksia. Oppilaiden tulee tarkkailla ympäristöään, miettiä ympäristön teknisiä ratkaisuja, havaita mahdollisia kehitystarpeita ja tuoda ideoitaan esille. Sitä kautta kaikki pääsevät osallisiksi toistensa visioista ja voivat kehittää niitä edelleen.

Välillä oppilaiden on hyvä pistää paperille ajatuksia ja piirtää alustavia suunnitelmia. Visuaalisuuden ja keskustelun kautta sisäiset idea tulevat näkyviksi, jolloin ne myös väistämättä kehittyvät. Keskustelun ja visualisoinnin jälkeen oppilaat voivat palata omaan sisäiseen ajatteluunsa, jonka jälkeen voidaan taas toimia yhdessä ajatuksia ulkoistaen. Näin ollaan syvällä suunnittelun, ideoinnin ja keksimisen prosessissa, joka ovat teknologiakasvatuksen ominta antia. Lisäksi se tukee ongelmanratkaisun toimivuutta ja joustavuutta, kuten aivoriihet yleensä. Suunnitelmat voivat lähteä hyvin yksinkertaisista ajatuksista tai vastaavasti jäsenyä utopistisista unelmista toimivaan ratkaisuun. Tärkeää on pitää yllä luovaa prosessia ja välillä luonnostella mahdollisia ratkaisuja. Kun suunnitelmia kehitellään, ne saavat vähitellen toimivan muodon. Säilytettäessä kaikki suunnittelupaperit voidaan lopuksi tarkkailla ajatustyön etenemistä ja ratkaisuun pääsemistä.

Suunnittelutyön idea mahdollisesti oppilaillekin esitettäväksi. Konkretisoinnissa voi kirjoittaa, piirtää, laatia prototyyppejä ja keskustella:



Tutkimaan tottunut luokka osaa toimia varsin itsenäisesti jo jaettujen tehtävälappujen kautta. Joka tapauksessa opettajan tehtävä korostuu työn ohjaamisessa. Hän seuraa jatkuvasti tilanteita, oppilaiden toimintaa ja suunnitelmien edistymistä. Ryhmille on annettava mahdollisuus itsenäiseen työskentelyyn ja luovuuteen, mutta jos ne saavat toteutukseltaan mahdottomia ajatuksia, opettaja voi keskustella heidän kanssaan toteutuksen mahdollisuuksista. Avoin työ voi tottumattomille (niin opettajalle kuin oppilaille) olla outo ja aluksi vaikea prosessi. Jos ryhmät eivät pääse liikkeelle, opettajan toiminnan merkitys korostuu. Tällöin on huomioitava ettei ohjaaja tarjoa valmiita ratkaisuja, vaan liittyy mukaan oppilaiden keskusteluihin vertaisena kumppanina. Näin ideointi helpottuu, mutta keksimisen riemu jää oppilaille.

Paketissa esitetyllä materiaalilla on mahdollista toteuttaa lukemattomia tuotteita. Jos opettajalla tai oppilaille tulee luova katkos, voivat demon esimerkit ja seuraavat ratkaisut toimia tukena:

Patteria käyttäen voidaan rakentaa melkein mitä vain, mutta vene, joko vesi tai ilmapotkurilla on vaikea toteuttaa muilla vaihtoehtoilla. Millä tahansa energialla voidaan valmistaa majakka,

tuuletin, hissi tai nosturi. Maalla liikkuvassa esineessä kitka ja paino voi muodostua ongelmaksi, mutta paristolla ja isolla moottorilla sekin onnistuu. Riittävällä jännitteellä on mahdollista tehdä lamppu, hälytin tai ovisummeri. Miniatyyritalon rakentaminen on tuttu ratkaisu, jonka katolle voi asettaa aurinkopaneelit, kuten oikeastikin. Voimaa voi käyttää myös suoraan, joten moottorin hyväksikäyttö ei ole välttämätöntä. Esimerkiksi veden jatkuvalla liikkeellä saadaan aikaiseksi monia esineitä ilman elektroniikkaakin. Toisaalta elektroniikan käyttö on yksi tämän työn tarkoituksista.

Työ voi olla kooltaan hyvinkin iso, jos sitä ei tarvitse liikuttaa energian toimesta. Aurinkokennot ja muu energiantuotto voi olla myös irrallaan itse tuotteesta, jolloin niiden paino ei muodostu rasitteeksi laitteen käytölle. Sähkön- ja voimansiirto onnistuvat pitkillä sähköjohdoilla ja hihnapyörien hihnoilla, joihin voi käyttää luistamatonta narua tai kuminauhaa. Villejä ja omaperäisiä ideoita ovat perinteisistä ratkaisuista poikkeavat ajatukset, kuten tuuletushatun tekeminen tai vaatteeseen liitettävä muu elektroniikka. Tämä onkin opettajan hyvä huomioida, sillä materiaalin ei tarvitse rajoittua puuhun, vaan tekstiileistä muoviin kaikki voi olla käytössä.

Pohjana voi olla myös jokin tuttu esine, jota parannellaan uusiutuvien luonnonvarojen energialla ja jollain mielekkäällä toiminnolla. Jos materiaalia riittää, niin ryhmä voi liittää esineeseen useamman toiminnon. Yksinkertaisinta tämä on akkujen kanssa, sillä jännitettä riittää. Luovuutta kuitenkin osoittaa muiden teknisten ratkaisujen löytäminen. Paristoryhmältä tuleekin odottaa enemmän, sillä pieni paristo on helppo integroida laitteisiin ja sen tuottama jännite on verrattain suuri. Crocodile Clipsin käyttämisen kautta on kätevää tutustua virtapiirien rakentamiseen. Tietoa tarjoavat myös lähdemateriaalit. Oppilaiden materiaalivalinnat, moottorien voimakkuudet ja kehitetyt jännitteet sanelevat lopulta rakentamisen mahdollisuuksia.

7.3 Avoin oppimisympäristö

Ohjattu tilanne

Valinnanvapaus

Materiaalien joustava käyttäminen

Ongelmakehyksessä pysyminen

Avoimeen tutkimisprojektiin sopii luontevasti vapaampi oppimistila, jossa opiskelijat voivat toimia itsenäisinä tiedonhankkijoina ja tutkijoina. Tällöin jokainen voi löytää omia valmiuksiaan tukevan oppimistavan ja aineiston. Kyseessä ei kuitenkaan ole täysin vapaa ja irrallinen tilanne, vaan ohjattu työprosessi, jossa opettaja on jatkuvasti läsnä tarkkailijana ja kanssatutkijana. Avoimuuden tarkoitus on tarjota yksilöllistä vapautta, elämyksiä ja sosiaalista toimintaa. Vaikka prosessiin kuuluu tehtävänanto, niin oppilaat voivat laajentaa sen osia oman mielenkiinnon ja valmiuksien mukaisesti. Ongelmakehys ja yleinen aihepiiri pysyvät samana, mutta oppilaiden valinnat ohjaavat tutkimista. Juuri integraatio ja monipuoliset työskentelytavat tarjoavat näitä mahdollisuuksia. Avoimempi ympäristö tarjoaa myös ajattelulle avoimemmat lähtökohdat. Tämä vaatii myös turvallisen ilmapiirin. Mielekäs projekti voi toki tukea ilmapiirin kehittymistä, mutta opettajan tulee huomioida luokan sisäiset ristiriidat, jotka on hyvä korjata ennen laajan prosessin aloittamista. Avoimuuden merkitys on uteliaisuuden, innostuneisuuden ja luontaisen tutkimisen tukemisessa.

Oppilaita ei tule jättää vaeltelemaan päämäärättömästi, vaan ohjata itsenäiseen työskentelyyn. Itse tekeminen on sisäistä motivaatiota ylläpitävää, joten energiaa tulee vain suunnata oikeisiin kohteisiin. Avoimen oppimisympäristön hallinta vaatii enemmän, kuin opettajakeskeiset opetusmuodot. Kannattaa muistaa, että jatkuva seuranta on onnistumisen edellytys. Oppilaisiin pitää pystyä myös luottamaan, joten avoimen toiminnan jatkamisen edellytys voi olla ahkera ja järjestynyt työskentely. Oppilaita on kyettävä ohjaamaan mielenkiinto säilyttäen myös akateemisten taitojen harjoittelun pariin. Tässä projektissa toimivan tuotteen aikaan saaminen edellyttääkin tiedollisen tason tutkimustoimintaa ja ongelmanratkaisua. Materiaalivalinnoilla ja ongelmien asettamisella oppilaita voi ohjata tiettyjen tavoitteiden pariin.

Opettajan tulee järjestää runsaasti aiheeseen liittyvää materiaalia työtilan läheisyyteen ja varmistaa, että esimerkiksi koulun kirjastossa on vaadittavaa materiaalia tarjolla. Tietolähteinä voi toimia oppikirjojen lisäksi muu kirjallinen materiaali, asiantuntijat, verkon tietolähteet, vertaisryhmät, videot ja niin edelleen. Materiaali voi olla järjestämätöntä, jolloin toiminnanvapaus korostuu lasten vapaassa tutkimisessa. Mukana voi olla myös hyödyttömiä lähteitä, jolloin todellista tutkimista joutuu tekemään. Ei kuitenkaan liikaa, sillä tiedonhakua harjoitellaan aikuisikään saakka, joten turha materiaali voi häiritä liikaa mielekästä tutkimista. Ammattitaitoisen ohjauksen kautta lapset tutustuvat aiheisiin syvällisesti, tietoa hyvinkin itsenäisesti rakentaen. Avoimia tutkimisympäristöjä kritisoivat jättävät usein huomioimatta opettajan säilyvän roolin ohjaajana ja avustajana. Hän toimii yhteistyössä lasten kanssa huolehtien siitä, että työskentely toimii.

7.4 Yhteistoiminnallisuus

Yhteiset pelisäännöt

Toiminnallinen yhteistyö

Hiljainen merkki

Positiivinen keskinäinen riippuvuus

Tasapuolinen ja oikeudenmukainen työnjako

Oppilaiden on tarkoitus toimia jaetuissa neljän hengen ryhmissä. He eivät siten istu vain rivissä, vaan etsivät itselleen mielekkään, toimivan ja tehokkaan työskentelypaikan, jota opettaja voi kuitenkin valvoa. Oleellista on, ettei yhteistoiminnallisuus saa vain perinteisen ryhmätyöskentelyn muotoa, vaan vastuun tulee olla tasapuolisesti jakautunutta. Laajassa projektissa ryhmä on väistämättä tehokkaampi kuin yksilö. Tarpeen vaatiessa ryhmä voikin jakaantua kahtia ja toimia tehtävänsä mukaisesti tahollaan. Toiminnasta tulee sopia yhdessä ryhmän kanssa, ja kaikki noudattavat ryhmän itselleen antamaa tavoitteistoa ja suunnitelmallista päämäärää.

Oppilaiden tulee olla tietoisia toistensa tekemisistä ja edistymisestä, mikä vaatii vaihtelevaa ja monipuolista haastattelutyypistä keskustelua. Jokaisen tunnin jälkeen on hyvä kerääntyä yhteen ja tarjota ryhmille mahdollisuus keskustella omasta etenemisestään ja kunkin tekemistä havainnoista. Tällöin voidaan muokata asetettuja tavoitteita ja kehittää suunnitelmia. Opettaja voi edellyttää, että oppilaat tulevat näyttämään kehitystoiminnan ideoita ja tuloksia, jotta seuranta ja ohjaus onnistuisi paremmin. Päämäärä on, että jokaisen ryhmässä tulee oppia samoja asioita, mitä ryhmäläinen on tutkimisellaan selvittänyt. Tiedolliseen ja taidolliseen jakamiseen voi käyttää aikaa tuntien lopulla, mutta myös niiden aikana oppilaiden taholta automaattisesti. Jos joku oppilas innostuu projektista erityisen paljon ja hankkii runsaasti tehtävänannon ylle menevää tietoa, ei voi vaatia, että koko muukin ryhmä joutuisi ne asiat opiskelemaan. Yhteinen tiedollinen oppiminen voi rajoittua tavoitteiden vaatimien asioiden omaksumiseen, joskin oppilaiden innostuneisuutta on osattava hyödyntää. Yhden motivoituminen voi toimia muidenkin motivaattorina.

Opettajan tehtävä on huolehtia siitä, että kukaan ryhmässä ei jää paitsioon, ja että toiminta muokkautuu kaikista jäsenistä positiivisesti riippuvaiseksi. Suunnitteluvaiheen tavoitteet ja päämäärät tuleekin vastata yhteistoiminnallisia tarpeita, huomioiden kaikki ryhmän jäsenet. Ryhmän sisäistä kilpailutilannetta tulee välttää.

Sovitulla hiljaisella merkillä, esimerkiksi käden nosto, opettaja voi keskeyttää toiminnan ja antaa lisäohjeita ilman turhan hälyn nostamista. Jos ryhmät pystyvät toimimaan tehokkaasti luokan ulkopuolella muissa työtiloissa, voidaan sopia aikoja, jolloin ryhmät tulevat esittämään edistymistään. Opettajan tulee luonnollisesti jatkuvasti kierrellä ja seurata oppilaiden työskentelyä, sekä toimia oppimista ohjaavana tukena. Toimimattomuustilanteissa oppilaita voi muistuttaa siitä, että ryhmää arvioidaan kokonaisuutena, jolloin oppilaiden on tuettava toisiaan.

Jos opettaja haluaa, ja oppilaat tuntevat sen mielekkääksi, niin ryhmäroolien käyttämistä voi ainakin kokeilla. Tällöin ryhmien sisällä valitaan selkeät roolit, joita oppilaat noudattavat. Niitä voivat olla 1. tiedon etsijä, 2. kirjaaja, 3. kriitikko ja 4. ideamoottori. Rooleja tulee vaihdella, jotta monipuolisuus säilyy. Tilanteen mukaan käytössä voi olla kaksi tiedon etsijää ja molemmilla kirjaaja. Vastaavasti kaikki voivat toimia lähdemateriaalin kimpussa, jos eteneminen edellyttää tietyn tiedon nopeaa omaksumista.

7.5 Tietotekninen toiminta

Sosiaalisen konstruktivismiin, jaettuun asiantuntemukseen, laajempaan yhteistoiminnalliseen suunnittelutyöhön ja lähikehitykselliseen tukeen pyritään myös tutkimuksen verkko-osalla.

Erityisesti kokeneen luokan kanssa, ei tiedonhaulle netistä tarvitse asettaa tiukkoja rajoja tai sivusuosituksia. Tämä edellyttää tosin kriittistä tiedonhakua ja kykyä poimia oleellista runsaasta tarjonnasta. Valmiiksi haetuille sivuille oppilaita voi ohjata esimerkiksi vasta, kun itsenäinen tiedonhaku ei ole tuottanut tulosta. Lisäksi opettaja voi ehdottaa hakusanoja ja rajauksia ennen suorien sivuosoitteiden antamista. Vasta kun oma toiminta ei tuota tulosta, opettaja voi ohjata oppilaita suoriin osoitteisiin, joita tiedonhakumateriaalin esittelyssä tuli jo ilmi. Toimintaa internetissä voi tarkkailla kätevästi, jos luokassa on koneita tiedonhakua varten.

Vaikkapa Googlen lisähaulla oppilaat voivat itsekkin tehdä hyviä löytöjä. Siinä on helppo rajata pois esimerkiksi kaupallisuuteen, yrityksiin, tiedotteisiin ja politiikkaan liittyviä hakutuloksia, jolloin etsimisen vaiva pienentyy selvästi. Suomenkielistä, oppilaille sopivaa materiaalia löytyy kattavasti uusiutuviin luonnonvaroihin ja kestävään kehitykseen liittyen.

http://www.google.fi/advanced_search?hl=fi

Internetin lisäksi elektroniset tietosanakirjat toimivat hieman erilaisina, ja kenties mielenkiintoisimpina lähteinä kuin oppikirjat. Suunnitteluohjelmilla puolestaan tuetaan ajattelua ja tehostetaan suunnittelutyötä.

Mielekkään mahdollisuuden ja todellisen verkossa toimimisen todellisuuden tuo kahden luokan toiminnan yhdistäminen verkon kautta. Tällöin luokilla tulee olla valmiudet verkossa työskentelyyn, jonka mahdollistaa esimerkiksi Humap Kids (www.humapkids.fi). Jokaiselle ryhmälle voi valita vertaisryhmän toisen luokan parista, jotka keskustelevat keskenään projektin etenemisestä ja suunnitelmista. Heille voi perustaa omat kansiot, joihin molempien ryhmien jäsenillä on pääsy. Verkossa esitellään kysymyksiä toiselle ryhmälle ja pohditaan niihin vastauksia laajemman yhteisen asiantuntemuksen turvin. Verkkoon voi myös laittaa kaiken suunnittelumateriaalin, ideointipaperit ja piirustukset, joihin toinen ryhmä voi antaa palautetta. Tämä prosessi loisi automaattisesti myös oppilasportfolion.

Koska tässä harjoitellaan yleistä verkossa toimimista, niin opettajat voivat keskenään rakennella ja ohjata oppilaita valmisteltujen kysymysten ja johdonmukaiseen palautteen antamiseen. Kysymyksiä tulee suunnitella ennalta, ja opettajan on ne hyväksyttävä ennen esittämistä toiselle luokalle, jolloin vältetään turhaa rönsyilyä ja hyödytöntä dialogia. Jollekin tunnille voi järjestää reaaliaikaisen chat-keskustelun, jossa ryhmät voivat vapaasti esittää kysymyksiä ja ideoita toiselle ryhmälle. Jos kouluilla on videoneuvotteluvälineet, niitä voi mainiosti käyttää tässä yhteydessä videoneuvottelun aikaansaamiseksi, jolloin oppilaat voivat konkreettisemmin keskustella toistensa kanssa ja vaihdella tietämystään aihepiiristä.

Koska läheskään kaikilla kouluilla ei ole mahdollisuutta verkkokeskusteluun, saati videoneuvotteluun, vastaa sähköpostilla tapahtuva keskustelu varsin mainiosti laajemman vertaisryhmän muodostamisen tavoitteeseen, ja ideoiden sekä myös kuvallisten suunnitelmien vaihtamiseen. Ainakin yhdellä ryhmäläisellä on hyvin todennäköisesti sähköpostiosoite, joka voidaan sopia ryhmän viralliseksi osoitteeksi. Vastaavasti toisen ryhmän osalta tehdään samalla tavalla, jolloin ryhmät voivat vaihtaa tietoa sähköpostin välityksellä. Samat pelisäännöt voi ottaa käyttöön postin, kuin verkonkin kanssa. Hotmail ei ole hyvä postin tarjoaja, sillä siihen ei voi lähettää liitetiedostona kuin hyvin pienen liitteen. Oppilaat ovat varmasti tietoisia oman sähköpostilaatikkonsa koosta, jolloin visuaalisia suunnitelmia on mahdollista vaihdella. Toisena mahdollisuutena on opettajan tai koulun osoitteen käyttäminen, jolloin viestiin aina nimetään miltä ryhmältä mille ryhmälle viesti on osoitettu. Internetin suomenkieliset foorumit ja

keskustelupalstat tarjoavat myös vaihtoehdon verkkokeskustelun käymiselle. Tällöin koulun ei tarvitse budjetoida maksullisen verkonpalvelun luomiseen.

Asiantuntijan konsultointi sähköpostitse on tutkimustoimintaa, jossa oppilaat käyttävät nykypäivän viestintämahdollisuuksia hyväkseen. Ennen kuin opettaja antaa valmiiksi sovittuja yhteystietoja, voivat oppilaat pohtia ja etsiä internetistä, miltä taholta aihepiiristä voisi kysellä.

8. RAKENTAMINEN, TESTAUS JA MUOKKAAMINEN

Työn rakentaminen kannattaa aloittaa vasta kun suunnitelmat ja tietopohja ovat riittävän kattavia. Toki rakentaminen on jo aiemmin antoisa kokemus ja tiedonlähde, mutta siinä on huomioitava, ettei materiaalia tuhleta. Kun suunnitelmat ovat perusteelliset, sujuu rakentaminenkin kätevästi. Kaikkien tehtävien ei tarvitse olla tehty ennen rakentamisen aloittamista, sillä osa tehtävistä ei palvele suoraan ongelmanratkaisua tuotteen kannalta. Lisäksi rakentaminen tarjoaa uusien oivallusten mahdollisuuksia, jolloin vastauksia saa, ja voi myös täydentää omien kokeiltujen käytännön ratkaisujen myötä. Tällöin tutkimustoimintaa tehdään käytännöllisellä ja mielekkäällä tasolla, autenttisten ongelmien parissa.

Rakentamisen vaihe on suora jatkumo suunnittelutyölle ja tehtävien tekemiselle, eikä irrallinen osio. Ongelmia voi tulla, mutta ne palvelevat tuotteen kehittämistä ja uusien ongelmien ratkaisemista. Tällöin palataan suunnittelupöydän ääreen. Jos kyseessä on ylemmät luokka-asteet, ja visiot nousevat hyvin korkealle, voi prototyypin rakentaminen vaikkapa pahvista paljastaa rakentamisen ja suunnitelmien ongelmakohtia ennen tuotteen lopullista rakentamista.

Kun tuote on teknisiltä osiltaan valmis, sen toimivuutta tulee testata. Tuotteen vaatiessa jatkokehittelyä, sitä voi muokata edelleen. Jos laite tehdään kerralla loppuun asti, voi pettymys olla todella suuri, kun se ei toimikaan. Näin ollen viimeistely, koristelu ja lopullinen muodon hakeminen kannattaa tehdä vasta, kun tekniset ratkaisut toimivat.

9. KOONTI

Kun ryhmät ovat saaneet tehtävänsä tehtyä ja toimivan tuotteen rakennettua heidän tulee laati prosessikuvaus työnsä etenemisestä. Tämä voi olla:

- Suullinen selostus
- Pieni näytelmä työn vaiheista
- Power Point esitys
- Juliste tai muu seinätyö
- Kalvoesitys
- Jokin muu tuttu tai tuntematonkin esitystapa

Esityksen ideana on erityisesti tuotteen suunnittelun ja rakentamisen vaiheiden tarkastelu. Ei ole siis tarpeen, että kysymysten vastauksia kirjataan Power Point esitykseen. Koonnin tulee sisältää:

- suunnitelmien
- mahdollisten ongelmien
- ratkaisujen
- lopullisen idean
- tuotteen rakentamisen
- jatkokehittelyn
- ja valmiin tuotteen esittelyn vaiheita

Näin saadaan prosessin kaari täydentymään. Esitykseen voi liittää otettuja valo- tai digikuvia ja tietysti esitellä konkreettisesti ryhmän tekemää tuotetta.

Muiden tehtävien käsittely on myös tarpeellista. Ryhmien on hyvä käsitellä ne ennen tuotteen vaiheiden esittelyä, sillä mielenkiintoisen laitteen tarkastelu vie huomion tehtäviin tutustumisesta. Koska tehtävät ovat yhtä poikkeusta lukuun ottamatta kaikille samoja, voidaan ne käydä yhteisesti läpi. Perinteisin tapa on käsitellä ne järjestyksessä, jolloin kaikki oppilaat pääsevät osallistumaan vastaamiseen. Kysy-vastaa-tapa on kuitenkin melko staattinen, joten tehtävien läpikäymisessä voi tavoitella keskustelevaa otetta. Jokaisella ryhmällä on varmasti jotain lisättävää, kommentoitavaa ja näytettävää, sillä lähteistö on ollut moninaista ja prosessit

vaihtelevia. Lisäksi vastauksia sai antaa visuaalisessa muodossa. Kukin ryhmä esittelee myös vastauksensa ryhmän omaan kysymykseen.

Tällainen koonti toimii oppilaiden oman prosessin tarkasteluna ja jäsenyyksenä myös muulle luokalle. Onkin tärkeää, että esittelijöiltä kysellään prosessin vaiheista. Jos oppilaat eivät osaa kysyä ongelmanratkaisuun ja keksimiseen liittyviä kysymyksiä, tulee opettajan palautella mieliin ryhmien ajattelutyön vaiheita.

10. ARVIOINTI

Kun esittelyt on käyty voidaan projektia pitää lähes loppuun suoritettuna. Usein kuitenkin unohdetaan itsearvioinnin merkitys, joka on olennainen osa oppimisen kokonaisuutta. Ryhmät asettivat itselleen tavoitteita ennen työn aloittamista, ja nyt onkin aika kaivaa ne esille. Ryhmä käy yhteisesti läpi, mitä tavoitteita ennen toimintaa kirjattiin, ja nyt kokeneina keksijöinä he peilaavat tuloksia ja koko prosessia tavoitteisiinsa, joko kirjallisesti tai suullisesti.

Lisäksi oppilaat keskustelevat työn etenemisestä ryhmän toimintana ja antavat rakentavaa palautetta toisilleen. Jokainen oppilas tarkkailee myös omaa mennyttä toimintaansa ja pyrkii löytämään siitä hyviä ja huonoja puolia. Tässä on hyvä opettajan olla mukana, jottei keskustelu luisu henkilökohtaisuuksiin. Ryhmäkeskustelu voidaan toteuttaa ryhmä kerrallaan, opettajan ollessa mukana jokaisen ryhmän kanssa. Oppilaat harjaantuvat kyllä itsearviointiin ja toiminnan analysointiin, joten tavasta ei kannata luopua vaikei se heti toimisi. Opettaja voikin kirjata ylös mitä asioita voidaan käsitellä, jotta oppilaat saavat jonkin lähtökohdan arvioinnilleen.

Oppilaat voivat kohdistaa arviointia myös opettajan toimintaa, koko projektia ja avointa oppimista kohtaan. Myöskään opettaja ei ole koskaan täysin valmis, vaan hänen tulee huomioida oppilaiden palautteen merkitys oman toiminnan kehittämisessä. Jo nuoret oppilaat ovat hyvin tarkkasilmäisiä, ja ohjauksen kautta he oppivat analysoimaan perusteellisesti omaa ja muiden oppimista sekä opettajan toimintaa.

Opettajan tekemä arviointi ja seuranta pohjautuu ryhmän ensimmäisestä tavoitteiden asettamisesta aina viimeiseen itsearviointiin asti. Näin pelkkä tuote ei ole arvioinnin kohde.

Kohtia joihin kannattaa kiinnittää huomiota ovat mm.:

- tavoitteiden asettaminen
- suunnittelu
- ratkaisujen luovuus
- keksiminen
- dokumentointi
- kehittäminen
- yhteistoiminta
- työskentely
- itsenäisyys
- lähteiden ja materiaalin hyväksikäyttö
- tiedollinen jäsenyys
- rakentaminen
- tuote
- miellekartat

Myös oppilaat voivat omassa itsearvioinnissaan käyttää kyseistä listaa arviointinsa tukena.

Arvioinnin kehittäminen on yksi opetuksellisia tavoitteita, ja materiaali pyrki tarjoamaan eväitä myös siitä näkökulmasta. Miellekarttamittaus on yksi tapa arvioida oppilaita, toimien lisäksi oppimisen osana, sillä käsitekartan tekeminen vaatii ajatusten jäsentämistä. Lisäksi käytetty kuvien selittäminen ja kuvien tai kaavioiden piirtäminen vaativat enemmän pohtimista kuin yksinkertaiset kysymykset, ja mahdollistavat luovien ratkaisujen hyväksikäytön. Visuaalisuuden käyttämisen idean voi viedä myös pidemmälle ja tuoda luokkaan yksinkertaisia kolmiulotteisia esineitä, joiden toiminnan selittäminen voi toimia kokeena.

11. KEHITTÄMISEN TARKASTELU MIELLEKARTTAMITTAUKSELLA

Miellekarttamittaus lopussa toimii kuten yllä on esitetty alkumittauksen ja kartoituksen idean osalta. Kehyskäsite on sama ja oppilaat laativat sen ympärille uuden miellekartan. Alkumittaus kertoo oppilaiden ennakkokäsityksistä projektia kohtaan demon ja oman kokemushistorian värittämänä. Projekti on varmasti ollut pitkä, työläs ja vaativa, joten se on jättänyt jälkensä

oppilaiden sisäiseen käsitysmaailmaan. Kun koko projekti on toteutettu aina koontiin ja itsearviointiin asti, mittaa lopun käsitekartta syntyneitä sisäisiä malleja ja niiden ulkoistamista. Näin opettaja pääsee tarkkailemaan paitsi oppilaiden tiedollista, mutta myös affektiivista, asenteellista ja laajempaa käsitteellistä hahmottamista prosessin kehittäminä. Parhaimmillaan se kertoo myös ongelmanratkaisukyvyyn kehittymisestä ja keksimisen vaiheista, riippuen oppilaiden huolellisuudesta kartan tekemisessä. Opettajan kannattaakin painottaa sen mahdollisimman monipuolista täyttämistä, siten että kaikki prosessiin liittyvät asiat huomioidaan, joita oppilaat tärkeinä tai mielenkiintoisina pitävät.

Jos miellekarttojen tekeminen on oppilaille outoa, kannattaa vielä ennen lopun mittausta ottaa yksi harjoitus, jolla palautellaan mieleen miten karttaa tehtiin.

12. PALAUTE, KYSELY JA KOONTI

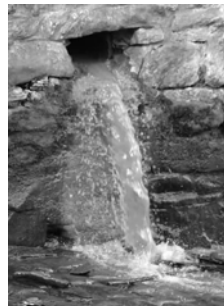
Kun opettaja on käynyt miellekartat läpi ja tehnyt omat huomionsa, hän voi palauttaa ne oppilaille. Tällöin he voivat tarkkailla vielä omaa kehittymistään. Arvioinnin idean kun ei tarvitse olla paremmuusjärjestyksen luominen, vaan oppilaan kehittymisen mahdollistaminen. Opetussuunnitelmallisia tiedollisia tavoitteita voi tarkkailla miellekarttamittauksen avulla, mutta se on myös huomattavasti laajempi työväline opettajan ja oppilaiden käyttöön informatiivisempänä tapana kuin perinteiset kokeet.

Kun opettaja on nähnyt oppilaiden esitykset, kuunnellut heidän itsearvioitaan ja tutustunut miellekarttoihin, hän voi päättää vaatiiko prosessi vielä uuden kysely- ja koontikerran. Näin voidaan jäsentää käsityksiä antamalla käytännön esimerkkejä niihin liittyen ja keskustella aiheesta.

Tässä yhteydessä, tai erillisenä kokonaisuutena, voidaan esitellä otettuja kuvia ja keskustella niistä, jolloin prosessia tulee käytyä mielekkäästi läpi. Vaihe ei ole tarpeellinen jos kuvat on jo esitetty oppilaiden laatimassa koonnissa ja jos miellekarttamittaus, sekä muu toiminta on osoittanut, että oppilaat ovat sisäistäneet työn tavoitteiden mukaiset sisällöt.

Liite 2. Demo (diakoontina)

Haluatko elää tällaisessa ympäristössä.....?

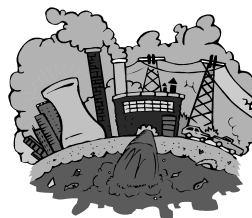


Tai tällaisessa.....?

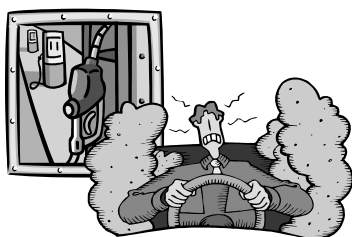
Ympäristössä, jossa puut alkavat näyttämään tältä:



Fossiilisten polttoaineiden käyttäminen johtaa ilmaston ja luonnon saastumiseen



Autot, lentokoneet ja muu polttoaineliikenne tuottaa jatkuvasti haitallisia päästöjä...



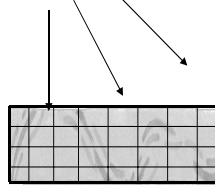
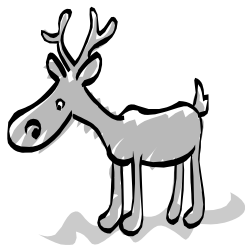
...eivätkä ihmiset huolehdi ympäristöstään.

Vaikka jokaisen tehtävänä on suojella ympäristöä, jossa asumme.





Onneksi tarjolla on
kestävän kehityksen
mukaisia vaihtoehtoja.



Uusiutuvat luonnonvarat kuten aurinko, tuuli
ja vesi ovat saastuttamattomia
energia-lähteitä...

...joiden avulla saamme puhdasta
sähköä.



Mutta niiden käyttö vaatii uuden
tekniikan ymmärtämistä ja
keksintöjen tekemistä...



...joten jonkun täytyy kehittää
tuotteita, jotka toimivat uusiutuvalla
energialla...

Oletko sinä valmis toimimaan ympäristön suojelijana
ja keksijänä sen puolesta?



Ahaa.....!



Ryhmässä ja yksin...

Etsien tietoa...



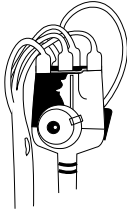
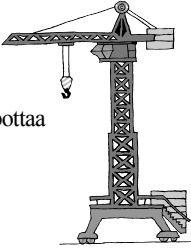
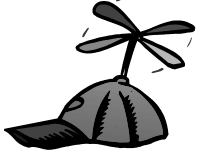
...eri lähteistä



...Mittaila



Tutkia

 Laatia piirustuksia  JES! Näin se menee  Tehdä suunnitelmia	 Keksiä teknisiä ratkaisuja...  Rakentaa  ...käytännön ongelmiin
 ...kulkea vedessä...  tai tuulettaa?  Laite voi helpottaa työtä...  ...olla vaate	 Tai voitte rakentaa jotain hyvin omaperäistä...?  ...ehkä auringonvoimaa varastoiva taskulamppu...  Liikennettä ohjaava majakka  Tai jotain liikkuvaa...
Oli tekemänne käytännöllinen kone mikä tahansa, niin autatte maailmaa näyttämään tältä...   ...eikä tältä	

Liite 3. Päiväkirjan pitämisen ohjeistus

OPETTAJAN PÄIVÄKIRJA

Tarkoituksena on seurata ja tarkkailla oppilasryhmien ja koko projektin etenemistä tunti kerrallaan aina demon esittelystä viimeiseen projektituntiin asti. Ideana on kirjata ylös kaikkia huomioita oppilaiden toiminnasta, ongelmista, toimivista asioista, tutkimisen etenemisestä, ongelmanratkaisusta, paketin sisällöstä suhteessa käytäntöön ja muista prosessin työvaiheista.

Koska kyseessä on opetuspaketti, joka pyrkii huomioimaan opetuksen uusia tavoitteita, konstruktivistista oppimiskäsitystä, oppilaiden käsityksiä mielekkäästä oppimisesta ja teknologiakasvatuksen ideaa, tulee tarkkailunkin kiinnittyä niihin osa-alueisiin. Lisäksi on tärkeää huomioida paketin käytännöllinen toimivuus, eli tarjoaako se riittävästi ohjeita ja mahdollisuuksia projektin toteuttamiseen.

Kirjaathan ylös tuntien kohdalle missä vaiheessa opetuspakettia mennään ja mitä oppilaat sen aikana tekevät. Pyri arvioimaan projektia kokonaisuutena, eli kiinnitä huomiota työn jatkuvuuteen. Pyydän kiinnittämään huomiota ainakin seuraaviin asioihin tuntien aikana:

- Miten demoesitys vaikuttaa oppilaisiin?
- Millaista oppilaiden työskentely on?
- Kuinka keksiminen sujuu?
- Millaista on tehtäviin vastaaminen?
- Miten suunnittelutyötä tehdään?
- Kuinka yhteistyö ryhmän kanssa toimii?
- Entä yhteistyö toisen luokan kanssa verkossa?
- Miten erilaisten lähteiden käyttö toimii?
- Millaista ohjauksen pitää olla?
- Millainen projekti on opettajan näkökulmasta? Mitä se opettajalta vaatii?
- Onnistuuko oppilailta kokeileminen?
- Miten rakennusprosessi etenee?
- Millä osa-alueilla projekti mielestäsi tukee oppilaita, vai tukeeko?
- Mitä hyvää ja mitä huonoa projektissa on?
- Mitä ongelmia ilmeni? Mikä kuitenkin toimi hyvin?
- Miten projektia voisi kehittää?
- Lopuksi voit kirjoittaa täysin vapaasti mietteitä projektiin ja avoimeen oppimiseen liittyen.
- Kommentoi myös itse pakettia opettajan työvälineenä.
- Mitä muuta sanottaa projektiin liittyen on?

NIMI: _____ OPETUSKOKEMUS VUOSINA: _____

KOULUTUS: _____

OMA ARVIOSI KOKEMUKSESTASI TOTEUTTAA KYSEINEN TEKNINEN PROJEKTI:

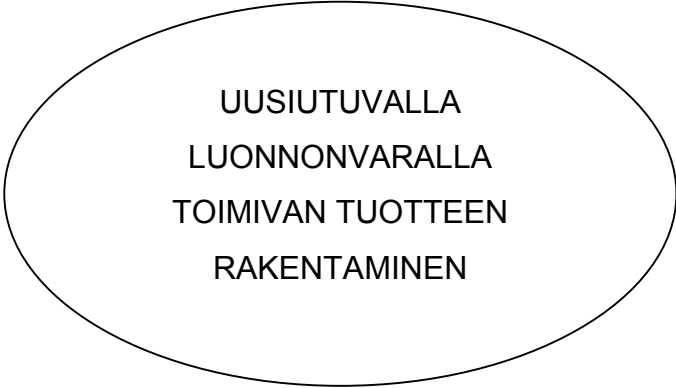
Liite 4. Projektin käsitekokonaisuus miellekarttamittaukseen

NIMI: _____

LUOKKA: _____

RYHMÄ: _____

Ympyröi: ALKU- / LOPPUTESTAUS



UUSIUTUVALLA
LUONNONVARALLA
TOIMIVAN TUOTTEEN
RAKENTAMINEN

Liite 5. Lomakekysely projektin ja opetusmateriaalin toimivuudesta.

Tällä lomakkeella pyritään mittaamaan käydyn projektin toimivuutta. Ole hyvä ja vastaa kaikkiin kohtiin parhaasi mukaan.

Nimi: _____ Luokka: _____

Työryhmä (tuuli, vesi, aurinko, akku): _____

TUKIKO KÄYTY PROJEKTI OMALTA OSALTASI SEURAAVIA ASIOITA KUINKA PALJON?

Ympyröi jokaisesta kohdasta kuvaavin vaihtoehto.

	Erittäin vähän	Melko vähän	Jonkin verran	Melko paljon	Erittäin paljon
Valinnanvapautta	1	2	3	4	5
Luovuutta	1	2	3	4	5
Tietojen oppimista	1	2	3	4	5
Ongelmanratkaisukykyä	1	2	3	4	5
Suunnitelmien tekemistä	1	2	3	4	5
Keksimiskykyä	1	2	3	4	5
Rakentamisen taitoja	1	2	3	4	5
Yhteistyökykyä	1	2	3	4	5
ATK:n hallintaa	1	2	3	4	5
Tekniikan ymmärtämistä	1	2	3	4	5
Esiintymistaitoja	1	2	3	4	5
Luonnon huomioimista ja suojelua	1	2	3	4	5
Itsenäistä toimintaa	1	2	3	4	5
Innostumista projektiin	1	2	3	4	5
Mielenkiinnon säilymistä	1	2	3	4	5
Tiedonetsintätaitoja	1	2	3	4	5
Käytäntöön soveltamista	1	2	3	4	5
Itsearviointin kehittymistä	1	2	3	4	5

SEURAAVIIN KYSYMYKSIIN VOIT VASTATA VAPAASTI KIRJOITTAMALLA:

Pohdi tarkasti kysymyksiä ja vastaa niihin parhaasi mukaan. Muista perustella oma mielipiteesi!

1. Mikä oli projektissa parasta? Miksi?

2. Mikä oli projektissa ikävintä? Miksi?

3. Mitä asioita lisäisit projektiin? Miksi?

4. Mitä asioita haluaisit projektin käsittelevän vähemmän?

5. Millaiset tehtävät ovat mielestäsi parhaita? Miksi?

6. Mikä tekee lähteestä hyvän? (kuvat, teksti, sisältö, animaatiot, äänet vai mikä/mitkä?) Miksi?

7. Kirjoita täysin vapaasti ajatuksiasi koko projektiin liittyen.

ARVIOI SEURAAVIA ASIOITA ASTEIKOLLA YHDESTÄ VIITEEN:

Ympyröi jokaisesta kohdasta kuvaavin vaihtoehto.

1. Miten hyviä seuraavat lähteet mielestäsi ovat?

	Erittäin huono	Melko huono	Keskin- kertainen	Melko hyvä	Erittäin hyvä
Internet	1	2	3	4	5
Oppikirjat	1	2	3	4	5
Muut kirjat	1	2	3	4	5
CD-romput	1	2	3	4	5
Asiantuntija	1	2	3	4	5
Videot	1	2	3	4	5
Muu, mikä: _____	1	2	3	4	5

2. Arvioi miten hyvin **opit** seuraavilla tavoilla.

	Erittäin huonosti	Melko- huonosti	Keskin- kertaisesti	Melko hyvin	Erittäin hyvin
Oppikirjan lukeminen	1	2	3	4	5
Muiden kirjojen lukeminen	1	2	3	4	5
Kuunteleminen	1	2	3	4	5
Katseleminen	1	2	3	4	5
Keskustelu	1	2	3	4	5
Suullisiin kysymyksiin vastailu	1	2	3	4	5
Ongelmien ratkominen	1	2	3	4	5
Tutkiminen	1	2	3	4	5
Tekeminen ja kokeileminen	1	2	3	4	5
Ryhmätyö	1	2	3	4	5
Muu, mikä: _____	1	2	3	4	5

3. Arvioi miten **mukavia** seuraavat tavat oppia ovat?

	Erittäin ikävä	Melko- ikävä	Keskin- kertaista	Melko mukava	Erittäin mukava
Oppikirjan lukeminen	1	2	3	4	5
Muiden kirjojen lukeminen	1	2	3	4	5
Kuunteleminen	1	2	3	4	5
Katseleminen	1	2	3	4	5
Keskustelu	1	2	3	4	5
Suullisiin kysymyksiin vastailu	1	2	3	4	5
Ongelmien ratkominen	1	2	3	4	5
Tutkiminen	1	2	3	4	5
Tekeminen ja kokeileminen	1	2	3	4	5
Ryhmätyö	1	2	3	4	5
Muu, mikä: _____	1	2	3	4	5

Liite 6. Vastauspaperi teknisen laitteen selittämiseen.

NIMI: _____ LUOKKA: _____

RYHMÄ: _____ Ympyröi: ALKU- / LOPPUTESTAUS

Olet saanut käsiisi esineen, jossa on läpinäkyvät kuoret. Tarkastele esinettä ja kokeile sen toimintaa. Selitä parhaasi mukaan ja mahdollisimman monipuolisesti, mikä on laitteen toimintaperiaate ja –idea.

Liite 7. Materiaaliin tutustuminen pistetyönä

1. TUULIVOIMAA JA GENERAATTOREITA

Kokeilkaa erilaisten potkurien ja generaattorien toimivuutta vaihtamalla niitä. Testailkaa millainen kulma on toimiva suuren pyörimisnopeuden saavuttamiseksi kun potkuriin puhalletaan ilmaa.

Kiinnittämällä jännitemittarin generaattoriin, voitte tarkkailla kuinka paljon sähköä (jännite = V = voltti) erilaiset vaihtoehdot tuottavat.

2. AURINKOVOIMAA

Testailkaa miten erilaiset etäisyydet ja kennojen käyttökulmat vaikuttavat potkurin pyörimiseen.

Voitte myös mitata jännitteen ja selvittää miten eri solarmootorit vaikuttavat potkurin pyörimiseen.

3. TUTKIMUSMATERIAALIA

Tässä pisteessä esitellään eräitä tutkimuksessa käytettäviä lähdemateriaaleja. Tutustukaa kirjoihin sisällysluettelon kautta, etsimällä aiheeseen sopivia sivuja. Voitte myös kokeilla mahdollisia CD-romeja ja tutustua alustavasti videoihin.

4. TEKNISTÄ RAKENNUS- JA TUTKIMUSMATERIAALIA

Voitte kokeilla ja katsoa millaista teknistä rakennusmateriaalia on tarjolla. Muistakaa laittaa ottamanne tavarat hyvään järjestykseen.

Liite 8. Ohjeistus seinätyön tekemiseen projektin koontina.

PROJEKTIN KOONTI

Olette saaneet työnne valmiiksi. Onnea!!!

Nyt teidän tulee vielä laatia koonti aiheestanne. Työ esitetään muulle ryhmälle ja se on yksi tärkeä osa projektin kokonaisuutta. Tehkää se huolellisesti.

Työhön voitte kirjata:

- Vastauksia ensimmäisten kertojen tehtäviin. Ei kuitenkaan suoria lainauksia, vaan rakennatte kokonaisuuden aiheesta.
- Työn vaiheet – eli mitä ideoita teillä oli aluksi, miten ne etenivät ja mikä oli lopullinen idea. Miksi kehititte suunnitelmia?
- Teillä on työssä monia teknisiä ratkaisuja. Selittää tuotteenne toimintaperiaate – eli mistä laite saa sähkönsä, miten sitä siirretään, mihin se kulkee ja miten se vaikuttaa? Mitä muuta voitte kertoa työstänne ja sen ratkaisuista? Miksi moottoreiden ja generaattorin/kennojen/potkurin huolellinen valitseminen on tärkeää?
- Miksi on tärkeää tehdä tuotteita, jotka toimivat uusiutuvilla luonnonvaroilla?
- Pohtikaa mitä ongelmia työn eri vaiheiden aikana oli, miten teidän työskentelyenne sujui ja mitä voisitte tehdä toisin? (ideointi, suunnitelmien ja piirustusten tekeminen, rakentaminen, työnjako, yhteistyö, tehtävien tekeminen jne. ?)
- Liittäkää työhönne myös kuvia, joita tunneilla on otettu. Jokaiseen kuvaan tulee liittää selittävä ja tarkka kuvateksti. Muistakaa sommittelun ja suunnittelun tärkeys.
- Työhön voi myös liittää kuvia erilaisista uusiutuvia energianlähteitä käyttävistä voimalaitoksista.

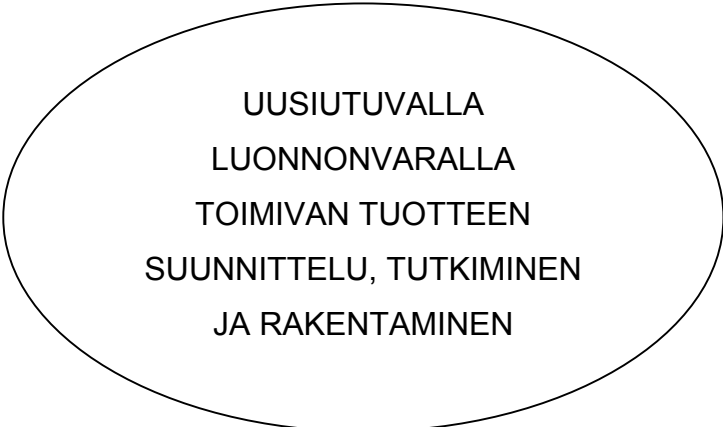
Liite 9. Miellekarttamittauksen muutettu käsite.

NIMI: _____

LUOKKA: _____

RYHMÄ: _____

Ympyröi: ALKU- / LOPPUTESTAUS



UUSIUTUVALLA
LUONNONVARALLA
TOIMIVAN TUOTTEEN
SUUNNITTELU, TUTKIMINEN
JA RAKENTAMINEN