

1277

KOHTI KONSTRUKTIVISTISTA LUONNONTIETEIDEN OPETUSTA  
Lämpöoppia ala-asteella

Tiina Laine

Justiina Salmela

Kasvatustieteen pro gradu -tutkielma

Syksy 2001

Opettajankoulutuslaitos

Jyväskylän yliopisto

Tiina Laine & Justiina Salmela

## KOHTI KONSTRUKTIVISTISTA LUONNONTIETEIDEN OPETUSTA

Lämpöoppia ala-asteella

Jyväskylän yliopiston Opettajankoulutuslaitos.

Kasvatustieteen pro gradu –tutkielma. Syksy 2001.

114 sivua, lähteet 7 sivua.

### TIIVISTELMÄ

Tämän pro gradun tavoitteena oli parantaa luonnontieteiden opettamista ala-asteella ja kehittää konstruktivistiseen opetuksen teoriaan pohjautuva opettamisen malli.

Konstruktivismia toteuttavan opettamisen malli perustuu ala-asteen neljännellä luokalla toteutetun tutkimuksen tuloksiin. Tutkimukseen osallistui yhteensä 29 oppilasta, noin puolet tyttöjä, puolet poikia.

Tutkimuksen tehtävänä oli selvittää, miten aloitteleva luokanopettaja onnistuu konstruktivistiseen oppimisen teoriaan pohjautuvassa luonnontieteiden opetuksessa? Tutkimuksen ongelmat ovat: Kuinka konstruktivistisuus ja kokeellisuus näkyivät opetuksessamme? Miten oppilaiden tiedolliset taidot lämmöstä kehittyivät? Miten oppilaiden havainnointitaidot kehittyivät? ja Miten onnistuimme lämpöteeman suunnittelussa ja toteutuksessa?

Etnografisen tutkimusotteen mukaisesti aineisto kerättiin monin eri menetelmin esim. osallistuvan observoinnin, videoinnin ja kyselyn avulla. Aineiston analyysi tapahtui fenomenografisen tarkastelun mukaisesti jakamalla vastaukset luokkiin, jotka nousivat vastausten perusteella.

Tutkimuksen tuloksena syntyi konstruktivismia toteuttavan luonnontieteiden opettamisen malli, joka on rakentunut tutkimusongelmiin saatujen vastausten pohjalta. Malli on kehitetty erityisesti aloittelevien ala-asteen luokanopettajien tarpeet huomioiden.

Opettamisen malli sisältää konstruktivismiin pohjautuvan luonnontieteiden opetuksen kannalta olennaiset kohdat, jotka huomioimalla luonnontieteiden opetuksen ja oppimisen taso paranee.

Avainsanat: nature of science, konstruktivismi, luonnontieteiden opetus, opetuksen suunnittelu, kokeellisuus

# SISÄLTÖ

1 JOHDANTO .....	5
2 MITÄ OVAT LUONNONTIETEET? .....	8
2.1 MITÄ ON TIEDE? .....	8
2.2 LUONNONTIETEIDEN OLEMUS (NATURE OF SCIENCE) .....	10
3 LUONNONTIETEIDEN OPETUKSEN PERUSTA .....	12
3.1 IHMIS-, TIEDON- JA OPPIMISKÄSITYS .....	12
3.1.1 Behavioristinen ihmis-, tiedon- ja oppimiskäsitys .....	14
3.1.2 Humanistinen ihmis-, tiedon- ja oppimiskäsitys .....	15
3.1.3 Kognitiivinen ihmis-, tiedon- ja oppimiskäsitys .....	15
3.2 KONSTRUKTIVISTINEN IHMIS-, TIEDON- JA OPPIMISKÄSITYS .....	16
3.3 KOKEELLISUUS .....	21
3.4 OPETTAJAN EKSPERTTIYS .....	23
4 KULISSIEN TAKANA TAPAHTUU .....	25
4.1 OPETUSSUUNNITELMA .....	25
4.2 OPETUKSEN SUUNNITTELU .....	26
5 LUONNONTIETEIDEN OPETUS .....	32
5.1 ENGLANNIN KANSALLINEN OPETUSSUUNNITELMA .....	32
5.2 SUOMEN PERUSKOULUN OPETUSSUUNNITELMAN PERUSTEET (POPS 1994) .....	34
5.3 LUONNONTIEDE PERUSKOULUSSA .....	38
5.4 OPETUKSEN TAVOITTEET .....	42
5.5 HAASTEITA LUOKANOPETTAJIEN KOULUTUKSELLE .....	43
6 LÄMPÖ-OPPI .....	47
6.1 TIETOISKU OPETTAJALLE .....	47
6.2 LÄMPÖOPPI PERUSKOULUN ALA-ASTEELLA .....	51
7 ETNOGRAFINEN TUTKIMUSOTE .....	53

8 TUTKIMUS .....	59
8.1 TUTKIMUKSEN TAUSTAA .....	59
8.2 TUTKIMUSTEHTÄVÄ JA ONGELMAT .....	60
8.3 TUTKIMUSKOHDDE JA OSALLISET .....	61
8.4 AINEISTON KERUU.....	63
8.5 AINEISTON ANALYYSI.....	64
8.6 TUTKIMUKSEN TULKINTA JA RAPORTOINTI.....	65
9 LÄMPÖTEEMA .....	68
9.1 LÄMPÖTEEMAN SUUNNITTELU .....	68
9.2 LÄMPÖTEEMAN TOTEUTUS LUOKASSA.....	71
10 OPPILAIDEN LÄMPÖTIETouden JA HAVAINNOINTITAITOJEN KEHITTYMINEN .....	73
10.1 ALKUKYSELYN VASTAUKSIA.....	74
10.2 LOPPUKYSELYN VASTAUKSIA .....	77
10.3 LÄMPÖTILA –KÄSITTEEN YMMÄRTÄMINEN.....	78
10.5 HAVAINNOINTITEHTÄVIEN KUVAUSTA .....	84
10.6 OPPILAIDEN HAVAINNOINTITAITOJEN KEHITTYMINEN .....	90
11 MITEN KONSTRUKTIVISTISUUS JA KOKEELLISUUS NÄKYIVÄT TOTEUTTAMASSAMME LÄMPÖTEEMASSA? .....	94
12 MITEN ONNISTUIMME LÄMPÖTEEMAN SUUNNITTELUSSA JA TOTEUTUKSESSA?.....	100
13 UUSI MALLI.....	106
14 POHDINTA .....	111
LÄHTEET .....	115
LIITTEET.....	122

## 1 JOHDANTO

*”Koulun fysiikan opetuksessa riittää ongelmia, joiden ratkomiseen kuuluu monia vuosia, eivätkä ne kaikki ratkea koskaan. Suurin ongelma on kiinnostuksen puute ”kovia” luonnontieteitä kohtaan ja sen voittamiseksi on tehtävä yhteisvoimin töitä. Minä uskon, että muutos on näkyvässä aivan lähiaikoina”* näin lopettaa Jyväskylän yliopiston fysiikan professori Ahti Pakkanen jäähyväisluentonsa, siirtyessään eläkkeelle 40 vuoden opetus- ja tutkimustyön jälkeen. (Pakkanen 2001, 8.) Ala-asteen opetuksen osalta laajennamme tämän ongelman koskemaan kaikkea luonnontieteiden opettamista.

Suomalaisten koulutustasoa pidetään yleensä hyvänä, mutta lähiaikoina on alettu huolestua erityisesti matemaattis-luonnontieteellisestä osaamisesta. Koulua on arvosteltu luonnontieteiden opetuksen heikosta tasosta ja vähyydestä. Myös opettajien ja varsinkin luokanopettajien ammattitaito opettaa luonnontieteitä on kyseenalaistettu. Tilanteen korjaamiseksi on käynnistetty erilaisia hankkeita (esim. LUMA), joiden tavoitteena on kehittää luonnontieteiden opetusta kouluissa, herättää opettajien kiinnostus luonnontieteiden opettamista kohtaan sekä antaa eväitä opetuksen tueksi. Oppilaiden mielenkiintoa luonnontieteiden opiskelua kohtaan on pyritty nostamaan erilaisilla projekteilla.

Luonnontieteiden opetukseen kohdistunut kritiikki on koskenut erityisesti ala-asteella opettavia luokanopettajia. Yhdeksi ratkaisuksi monet luonnontieteiden tutkijat ovat ehdottaneet aineenopettajajärjestelmää myös ala-asteen opetuksessa (esim. Pakkanen 2001, 7). Aineenopettajien uskotaan olevan ekspertejä alallaan ja näin ollen luokanopettajia pätevämpiä luonnontieteiden opetuksessa. Luonnontieteiden opetusta koskeva kritiikki on paikallaan ja varmaan ainakin osin totta; opettajan tulisi olla ekspertti opetuksessaan. Kuka sitten on ekspertti ja mitä eksperttiyteen sisältyy? Millaista opettajaa voidaan pitää eksperttinä? Eteläpellon ja Tynjälän (1999, 160) mukaan ekspertillä (lat.) tarkoitetaan asiantuntijaa, jolla on korkea koulutus alallaan ja takana pitkä työkokemus. Arkikäsitteen mukaan ekspertti on henkilö, jolla on muita enemmän tietoa ja kokemusta asiantuntijuuttaan koskevalta alalta. Opettajan asiantuntijuus luonnontieteissä tarkoittaisi edellisen valossa sitä, että opettaja on saanut koulutuksen opettaa luonnontieteitä, ja että hänellä on takanaan pitkä kokemus luonnontieteiden opettajana. Lisäksi luonnontieteiden opettajan tulisi tietää paljon opettamastaan aiheesta, mielellään enemmän kuin muut. Viiri (1998) puolestaan peräänkuuluttaa luonnontieteiden opetta-

jan hyvää kokeellisen metodin tuntemusta. Edelleen yleisesti ajatellaan, että asiantuntija alallaan pohjaa työskentelynsä aina johonkin vallalla olevaan teoriaan. Eksperttiyden vaatimukset eivät nopeasti ajatellen ole kovinkaan suuria, mutta kun esimerkiksi otetaan vaikkapa vastavalmistunut luokanopettaja, vaatimukset tuntuvat murskaavilta. Kuinka monella luonnontieteitä opettavalla aloittelevalla opettajalla on takanaan erikoistumisopinnot aiheesta? Kuinka monella tuoreella opettajalla on takanaan pitkä työkokemus? Kuinka moni tietää luonnontieteistä (ja kaikista muistakin opetettavista aineista) paljon enemmän kuin muut ja kykenee rakentamaan opetuksensa jonkin teorian periaatteiden mukaan ja lisäksi opettamaan kokeellista metodologiaa käyttäen? Vaatimukset ovat kovat, kuinkahan moni ne todellisuudessa täyttää, edes yhden opetettavan aineen kohdalla puhumattakaan kaikista aineista? Tarkoittaako edellinen sitten sitä, että opettajat, jotka eivät täytä vaatimuksia, eivät ole eksperttejä, eivätkä näin ollen ammattitaitoisia ja kykeneviä opettamaan luonnontieteitä hyvin tai ollenkaan? Vai voisiko olla jotain muunlaista eksperttiyttä, joka mahdollistaisi aloittelevankin opettajan menestymisen luonnontieteiden opettamisessa? Voisiko opetuksen suunnitteluun ja itsensä kehittämiseen panostamalla päästä jo alusta pitäen kiinni parempaan luonnontieteen opettamiseen?

Mielestämme ala-asteen kokonaisvaltaisen kasvatustehtävän takia oppilaan kehityksen ja kasvun sekä opettamisen perustaitojen tunteminen ja hallitseminen ohittaa tärkeydessään aineenopettajan yhden aineen vankan sisällöllisen hallinnan. Sisällön hallinta tai pedagogiikan tuntemus yksinään ei kuitenkaan riitä aineen- eikä luokanopettajalle. Aksela (2001, 5) viittaa Shulmaniin, jonka mukaan opettajan tiedon aineksia on peräti seitsemän! Aineen sisältötieto (esim. kemian käsitteet ja ilmiöt) on vain yksi osa-alue opettajan ammattitaitoa, ja sen vuoksi pitäisi kiinnittää huomiota myöskin muihin aineksiin kuten pedagogiseen tietoon, opetussuunnitelmätietoon, pedagogiseen sisältötietoon, oppilaantuntemukseen, kasvatusympäristön tuntemukseen ja tietoon kasvatuksen päämääristä. Kaikkien edellä mainittujen aineiden tasapainoisesta kokonaisuudesta syntyy hyvä opettajuus ja opetus. Se, että opetukseen liittyy monia elementtejä ei kuitenkaan anna luokanopettajalle lupaa olla osaamatta kunnolla opettamiaan asioita. Kysymys on kuitenkin siitä, että kaikkea ei voi vaatia hallittavaksi heti koulutuksen jälkeen vaan olisi nähtävä, että opettajan omat tiedot ja taidot karttuvat yhtä matkaa työkokemuksen kanssa. Ekspertiksi tuleminen on siis prosessi, joka käynnistyy siitä hetkestä kun opettajaopinnot alkavat eikä pääty koskaan. Ammatissa kehittyminen ja omien tietojen parantaminen vaativat opettajalta halua kehittää itseään. Jorma Ojala (1997) korostaa,

ettei luonnontieteellisten tietojen päivittäminen ole aina helppoa, sillä opettajan omat virheelliset arkikäsitteet voivat estää uuden tieteellisen tiedon hahmottamisen. Tätä olisikin syytä painottaa luokanopettajien koulutuksessa, sillä ongelman tiedostaminen auttaa opettajaa hahmottamaan omat lähtökohtansa paremmin. (Ojala 1997, 26.)

Luonnontieteellisen ammattitaitonsa tasosta huolimatta jokainen luokanopettaja joutuu ennemmin tai myöhemmin opettamaan myös luonnontieteitä, ja hänen täytyy parhaansa mukaan varmistaa, että oppilaat myös oppivat. Näistä kahdesta faktasta nousee myös tutkimustehtävämme. Tutkimuksemme tarkoituksena on selvittää, **Miten aloitteleva luokanopettaja onnistuu konstruktivistiseen oppimisteoriaan pohjautuvassa luonnontieteiden opetuksessaan?** Löytääksemme vastauksia toteutimme etnografisena tapaus- ja toimintatutkimuksena lämpöopin opetuskokonaisuuden ala-asteen neljännen luokan oppilaille.

Tutkimusongelmamme ovat:

1. **Miten oppilaiden tiedot lämmöstä kehittyivät?**
2. **Miten oppilaiden havainnointitaidot kehittyivät?**
3. **Kuinka konstruktivistisuus ja kokeellisuus näkyivät opetuksessamme?**
4. **Miten onnistuimme lämpöteeman suunnittelussa ja toteutuksessa?**

Vaikka luonnontieteiden opetukseen kohdistunut kritiikki on mielestämme oikeutettua, ja kritiikkiin sisältyy aina muutoksen siemen, kuitenkin tässäkin asiassa olisi parempi tarjota ”porkkanaa eikä keppiä”. Yleinen mollaaminen ja asenne etteivät luokanopettajat osaa opettaa luonnontiedettä voi viedä innostuksen niiltäkin, joilla se on. Koemme, että arvostelua pitäisi seurata aina ratkaisuvaihtoehtoja; noviisiopettajat on mielestämme jätetty aika yksin luonnontieteiden opetuksen osalta. Tämän epäkohdan korjaamiseksi olemme tutkimuksemme pohjalta kehittäneet konstruktivismia toteuttavan luonnontieteiden opetuksen mallin, jonka toivomme tukevan ja rohkaisevan muitakin, erityisesti aloittelevia, luokanopettajia paneutumaan opetuksessaan luonnontieteiden haasteelliseen maailmaan.

Pro gradu -työmme alkuosa (luvut 2 - 6) käsittelee aiheeseen liittyvää teoriaa ja aiempia tutkimuksia. Luvussa 7 olemme esitelleet etnografista tutkimusotetta, joka sopii mielestämme hyvin luokkatilanteiden tutkimiseen. Omaa tutkimustamme esittelevät luvut 8 ja 9. Tutkimuksen tuloksia ja tulkintaa on esitelty luvuissa 10 - 12 ja luvussa 13 esittelemme kehittämämme opetuksen mallin.

## 2 MITÄ OVAT LUONNONTIETEET?

Tässä kappaleessa pohditaan luonnontieteisiin liittyviä käsitteitä ja niiden merkityksiä. Luonnontieteet -termi tarkoittaa monille ihmisille samaa kuin biologia, tarkemmin mietittäessä voi mieleen tulla kouluaineet fysiikka, kemia ja maantieto. Todellisuudessa luonnontieteiden sisältö on paljon laajempi. Luonnontieteet tutkivat ihmistä ympäröivän luonnon rakenteita, ilmiöitä ja niiden selityksiä. Kokeellisuus ja tieteellisten teorioiden muodostaminen ovat olennainen osa luonnontieteitä. Erilaisista luonnonilmiöistä selvitetään kokeellisin menetelmin mm. mitä niissä tapahtuu, mikä muuttuu ja mikä säilyy. Luonnontieteellisiä menetelmiä, joilla näihin kysymyksiin etsitään vastauksia, ovat esimerkiksi havainnointi, mittaaminen, päättelyminen ja tutkimusten kautta saatujen tulosten vertaileminen muihin tutkimuksiin.

### 2.1 Mitä on tiede?

Otavan Iso sanakirja määrittelee sanan *tiede* seuraavasti:

*Tiede: tiettyjen näkökohtien perusteella yhteen liittyvien tietojen järjestelmällinen kokonaisuus ja suunnitelmallinen toiminta sellaisen saavuttamiseksi. Yksinkertaisimmassa muodossa tiede on yksityistietojen kokoamista ja luokittelua, korkeammalla tasolla hypoteesien ja teorioiden muodostusta.*

On löydettävissä monenlaista tiedettä. Tiede voidaan jakaa erilaisiin tieteen haaroihin, joille taas voidaan löytää monenlaisia alahaaroja. Yleisesti tiede jaetaan kolmeen päähaaraan, jotka ovat humanistinen, yhteiskunnallinen ja luonnontieteellinen. Ne kaikki tarkastelevat elämän suunnittelua, ihmistä ja käytäntöä eri näkökulmista. Tieteen päähaaroja yhdistää tieteellinen ajattelu tiedon pätevydestä ja luotettavuudesta. (Airaksinen 1990, 11.)

Airaksisen (1990) mukaan tieteen kriteereinä voidaan pitää kahta seuraavaa toteamusta:

1. Ilmiöt eivät riipu tutkimusajankohdasta tai tutkimushetkestä (toistettavuus).
2. Ilmiöt eivät riipu havaitsijasta (esim. kokeen tekijästä).

Tiede on menetelmä, joka tuottaa tutkittua ja luotettavaa ”oikeaa” tietoa. Tieteellisen tiedon totuutena pitäminen voidaan kuitenkin kyseenalaistaa, jos uudet tutkimukset todistavat tiedon ”vääräksi”. Kuitenkin jos tieteellisen tutkimuksen luotettavuus ja



yleistettävyyys ovat kohdallaan, saadaan sillä mahdollisimman ”oikeaa” tietoa tutkitusta tilanteesta, nimenomaisella hetkellä. Tiede kehittyy koko ajan, joten tieteellinen tietokin kehittyy ja muuttuu. Sokea luottaminen tieteen tuottamiin tietoihin on itsensä pettämistä, jos ei samalla hahmota tiedon taustalla olevaa tieteen historian kehitystä ja tulevaisuutta ja tieteen tekemisen prosessia. (Airaksinen 1990, 11 - 15.)

Tiede muodostaa niin sanottua tieteellistä tietoa, joka eroaa ihmisten arkitiedosta. Arkitieto on yksilön tietyssä tilanteessa muodostama kokemusperäinen tieto, joka ei välttämättä liity suuriin kokonaisuuksiin vaan voi jäädä niistä irralliseksi. Tieteellinen tieto on yleistettävää ja monitahoista, joka liittyy erilaiset käsitteet ja riippuvuudet yhtenäiseksi kokonaisuudeksi. (Ahtee 1998.)

Artikkelissaan Ahtee (1998) vertailee arkitietoa ja tieteellistä tietoa Solomonin (1993) mukaan seuraavasti:

ARKITIETO	TIETEELLINEN TIETO
Sosiaalisessa vuorovaikutuksessa pyritään löytämään yhteinen ymmärrys ja sopimus asiasta.	Keskustelun tai väittelyn tavoitteena on kärjistää eroavuuksia ja lujittaa tai hylätä kilpailevat mielipiteet.
Käytetyillä sanoilla on useita merkityksiä, joita ei ole määritelty, vaan ne ovat muotoutuneet sosiaalisessa kanssa käymisessä.	Käsitteet on määritelty yksiselitteisesti määrättyyn käyttöön.
Sanojen merkitykset vaihtelevat kulttuuriryhmän ja/tai fyysisen ja affektiivisen yhteyden mukaan.	Käsitteiden merkitykset ovat symbolisia ja ne ovat irronneet yksittäisistä tilanteista.
Ilmeisiäkin ristiriitaisuuksia hyväksytään. Mitään loogista riippuvuutta ei vaadita.	Käsitteiden ja teorioiden on noudatettava tiukkaa loogista järjestelmää.
Arkitietoa käytetään yleisesti tuttujen ihmisten kesken päivittäin.	Tieteen menetelmiä käytetään harvoin. Tieteellistä tietoa jakavat asiaan perehtyneet tutkijat ja opettajat.

Koulun luonnontieteiden opettamisen kannalta keskustelu arkikäsitteiden ja tieteellisen tiedon eroista ja vaikutuksista toisiinsa on erityisen tärkeä ja ajankohtainen. Fysiikan, kemian ja biologian alkeita opettaessa tulee huomioida, että juuri näihin liittyvissä ilmiöissä oppilaille on voimakkaita arkikäsitteitä, jotka he joutuvat ohittamaan ja ”hylkäämään” voidakseen muodostaa asiasta tieteellisen käsityksen. (Niiniluoto 1997, 6.)

## 2.2 Luonnontieteiden olemus (Nature of Science)

Englannin kielessä luonnontieteiden menetelmästä ja olemuksesta käytetään ilmausta nature of science (esim. Harlen 1997; Osborne 2000). Nature of science (myöh. suom. luonnontieteiden olemus) kattaa kokonaisuuden, joka on paljon laajempi kuin vain yksittäiset tiedot, joita luonnontieteet pitävät sisällään. Wandersee ja Roach tähdentävät, että yksinkertaista selitystä termin sisällölle ei ole, vaan heidän mukaansa sen merkitys riippuu aina selittäjän henkilökohtaisesta näkemyksestä. Esimerkiksi luonnontiedon ja historian tutkijat, opettajat ja toisaalta filosofian tutkijat painottavat sisällössä eri asioita. Kuitenkin on kiistämätöntä, että luonnontiedon syvimmän olemuksen täydelliseen ymmärtämiseen on lähes mahdotonta päästä, sillä se ei ole yksittäinen asia vaan koko elinympäristön kattava kokonaisuus. (Wandersee & Roach 1998, 282 - 283.)

Myös Harlen (1996) korostaa laaja-alaista luonnontieteiden olemuksen ymmärtämistä yksittäisten tutkimuksista saatujen tiedonmurusten sijaan. Harlenin mukaan tätä laaja-alaista näkemystä yritetään vältellä jopa tietoisesti, koska luonnontieteellisen ajattelutavan todellinen ymmärtäminen ja sisäistäminen on niin työlästä ja vaativaa. Varsinkin koulumaailmassa törmätään usein yksittäisten tietojen korostamiseen todellisen ymmärtämisen sijaan. Tästä pitäisi päästä eroon, sillä vaikka asiatiedot kuuluvat tärkeänä osana luonnontieteisiin, ne ovat vain irrallisia palasia, joiden yhdistäminen muihin ilmiöihin on vaikeaa. Yhdistäminen on vaikeaa erityisesti jos ei ymmärretä sitä, kuinka tieto on saatu, todistettu ja luotu monien kokeellisten tutkimusten ja teorioiden kautta. Myös luotettavuuden ja teorioiden yleistettävyyden ymmärtäminen on tärkeä osa luonnontieteellisen ajattelun kehittämisessä. (Harlen 1996, 1 - 3.)

Englannin luonnontieteiden opetus suunnitelmassa nature of science on eräänlainen erityistieteenhaara, joka käsittelee sitä, kuinka tietoja luonnon tapahtumista, kohteista ja mahdollisuuksista voidaan tutkia ja opiskella. Se kattaa koko prosessin siitä, kuinka ennakkotiedoista ja olettamuksista lähdetään rakentamaan teorioiden kautta uusia ratkaisemattomia tutkimusongelmia, ja kuinka erilaisten tutkimusmenetelmien ja tutkimusasetelmien kautta rakennetaan uutta tieteellistä tietoa. Siihen kuuluvat myös tutkimuksen, etiikan, luotettavuuden ja yleistettävyyden ymmärtäminen ja arvioiminen sekä käsitys siitä miten, missä ja ketkä tätä tietoa käyttävät ja hyödyntävät. (Wandersee & Roach 1998, 282.)

Luonnontieteellisessä ajattelussa tarvittavia taitoja ovat mm. vertailu, yhteenvedon tekeminen, havaitseminen, luokittelu, sisäistäminen, arviointi, johtopäätösten tekeminen, mielikuvien käyttäminen ja kuvittelu, tiedon kerääminen ja järjestäminen, hypoteesin esittäminen, tosiasioiden ja periaatteiden soveltaminen uudessa tilanteessa, päätösten teko, muuttujien kontrollointi, yleistäminen, tutkimuksen suunnittelu ja tutkiminen ja virheiden korjaaminen. Ajattelun taitojen asemasta puhutaan usein myös kriittisestä tai loogisesta ajattelusta sen kummemmin miettimättä, mitä näillä käsitteillä tarkoitetaan. Yli-Luoman (1992, 45) analyysin mukaan kriittisen ajattelun taitoja ovat ongelman muotoilun taito, ongelman kannalta tarkoituksenmukaisen tiedon valitsemisen taito, taito keksiä olettamuksia, taito muotoilla ja valita merkityksellisiä hypoteeseja, taito tehdä päteviä johtopäätöksiä ja taito arvioida päätelmien pätevyys.

Luonnontieteen olemuksesta voidaan erottaa kolme erillistä osa-aluetta. Ne käsittelevät luonnontieteen käyttämiä menetelmiä, luonnontieteen jatkuvaa haasteellisuutta ja muuttuvuutta sekä sen ongelmanratkaisua ja ongelmakeskeistä ajattelutapaa. Tämän ajattelutavan ja kaikkien näiden osa-alueiden pohdiskelu ja sisäistäminen voidaan nähdä yhdeksi kriteeriksi hyvälle luonnontieteen opettamiselle. Voidaan jopa ajatella, että henkilö, joka ei ole itse sisäistänyt luonnontieteen olemusta, ei pysty opettamaan ja ohjaamaan muita luonnontieteellisissä aiheissa. Tällaisen opettajan antama tietoa jää helposti irralliseksi ja ulkoapäin kaadetuksi pinnalliseksi tiedoksi. Voidaan myös kysyä, onko luonnontieteen olemusta mahdollista ymmärtää ilman henkilökohtaista aitoa kiinnostusta asiaan? Jääkö luonnontieteiden olemus –nature of science, myyttiseksi arvoitukseksi ellei opettaja todella paneudu aiheeseen myös sydämellään? (Woolnough 1994, 29, 36 - 37.)

### 3 LUONNONTIETEIDEN OPETUKSEN PERUSTA

#### 3.1 Ihmis-, tiedon- ja oppimiskäsitys

Kuten Patrikainen (1999) useaan otteeseen toteaa ihmiskäsitys, tiedonkäsitys ja oppimiskäsitys ovat keskeisiä kasvatustieteellisiä käsitteitä opettajien arvioidessa ja selittäessä omaa opettamistaan sekä teoriassa. Käsitteiden muodostama kokonaisuus pitää sisällään sekä ensisijaisia merkityksiä että sivumerkityksiä opettajan pedagogisessa ajattelussa. (Patrikainen 1999, 79.)

Peruskoulun opetussuunnitelman perusteiden (1994) mukaan ihmiskäsitys voidaan jakaa neljään ulottuvuuteen, joista jokainen tulisi huomioida opetuksessa. *Myönteisen ihmiskäsityksen* vaatimus tulee esille jo YK:n ihmisoikeuksien julistuksessa, joten sen sivuuttamista koulussa voitaisiin pitää pahimmanlaatuisena rikoksena. Koulun tulisi tukea lasta, jotta tästä kasvaisi utelias, oppimishaluinen ja aktiivinen, terveellä itsetunnonlla varustettu persoona. Opettajalla on tämän tavoitteen saavuttamisessa paljon pelissä, sillä lapset viettävät suuren osan lapsuuttaan koulussa opettajan johdolla. Kannustaminen ja myönteinen asennoituminen oppilaisiin takaavat sen, että lapsista kasvaa *tasapainoisia persoonia, joilla on kyky luovaan ajatteluun ja ongelmanratkaisuun. Oman elämänhallinnan taitojen* opettelu voidaan koulussa aloittaa jo alaluokilla, näin varmistetaan se, että kouluissamme kasvaa identiteetiltään terveitä, omaan kulttuuriinsa ja kansainvälisyyteen sopeutuneita yksilöitä. Koulun tulisi kasvatustavoitteissaan huomioida lapsi myös yhteiskuntansa jäsenenä, joka tarvitsee tietyt *valmiudet jatko-opintojensa, ammatinvalintansa ja myöhemmän elämänsä varalle.*

Ihmiskäsitystä tarkasteltaessa Hirsjärvi (1982, 6) nostaa esiin eräitä lähtökohtia, jotka tulisi huomioida kasvatuksen näkökulmasta tehdyissä ihmiskäsitys-pohdinnoissa. Ensiksikin *käsitykset ihanteista ja päämääristä* sisältävät yleensä myös ajatuksen siitä, miten näihin päämääriin voidaan päästä. Tämä ajatus viittaa juuri siihen, että opettaja osaa usein toimia sopivalla ja tehokkaalla tavalla, mutta ei välttämättä tiedä, mikä ajatus on toiminnan taustalla. *Välttämättömyyskäsitteisiin* sisältyy kysymys siitä, tarvitseeko lapsi välttämättä jonkun ulkopuolisen apua kasvussaan. Lapsella on valtava potentiaali oppia uutta ja oivaltaa asioita, mutta hänellä ei ole vielä taitoa erottaa oleellista vähemmän tärkeästä ja siihen hän tarvitsee aikuisen apua.

*Mahdollisuuskäsitykset* liittyvät ajatukseen, onko jonkun toisen ylipäätään mahdollista ohjata oppimista ja kasvua. Jonothan Neelands (1984, 44) esittää kirjassaan ”Making sense of Drama” mallin, jossa opettaja toimii linssinä oppijan ja opittavan materiaalin välillä. Hän siis ikään kuin ohjaa oppijan näkemään opittavan aineksen ytimen ja tätä kautta ohjaa oppimista. Tässä on juuri se, mihin opettaja pystyy. Opettaja ei voi opettaa pakolla (ainakaan hyvin tuloksin), mutta hän pystyy motivoimaan ja ohjaamaan oppilaan näkemään asioita, joista oppilas sitten itse valitsee sen, minkä tahtoo oppia. Opittavan aineksen oppilas liittää aiempiin kokemuksiinsa ja näin tuottaa itselleen uutta tietoa eli toimii aktiivisesti uuden tiedon jäsentäjänä (konstruktivistinen näkemys). Uuden tiedon liittäminen jo olemassa olevaan lisää oppijoiden ymmärrystä kyseisestä asiasta. (Rauste-von Wright 1998; Tynjälä 1999.)

Vallitsevan tiedonkäsityksen mukaan tieto on subjektiivista, ja jokainen meistä luo omat tietorakenteensa aiempien kokemustensa ja tietojensa perusteella. Koulussa tämä tulisi huomioida erityisesti silloin kun arvioidaan oppimista ja tiedon omaksumista. Arvioinnissa pitäisi päästä syvemmälle oppilaan ajatuksiin eikä mitata vain sitä, mitä hän on ulkoa syötetystä tiedosta (ulkoa) oppinut. Pitäisi siis arvioida sitä, miten oppiminen on tapahtunut (prosessi), ja miten se on muuttanut aiempia tietorakenteita. Tiedonkäsityksen subjektiivinen ja dynaaminen luonne asettavat opettajalle suuren haasteen, sillä opettaja joutuu jatkuvasti tarkistamaan omia tietojaan ja hyväksymään oikeaksi ehkä sellaisiakin asioita, jotka eivät hänen subjektiivisten näkemystensä puitteisiin mahdu. Myös sen ymmärtäminen, että oppiminen on oppijan oman toiminnan tulosta, vapauttaa opettajan resursseja muuhun, sillä silloin hän voi luopua oppimisen kontrollista ja panostaa enemmänkin motivointiin. Motivointi taas helpottuu kun aihekokonaisuudet ovat tiukasti yhteydessä oppijoiden omaan kokemusmaailmaan ja ajankohtaisiin aiheisiin. (Ojanen 2000.)

Vuoden 1994 Peruskoulun opetussuunnitelma ja nykyinen luonnontieteellinen oppimisenäkemys perustuvat konstruktivistiseen oppimisenäkemyskäsitykseen. Seuraavassa esittelemme lyhyesti kolme muuta tiedon-, oppimis- ja ihmiskäsityksen pääsuuntausta eli behavioristisen, humanistisen ja kognitiivisen käsityksen. Konstruktivistista näkemystä kuvailimme kappaleessa 3.2.

### 3.1.1 Behavioristinen ihmis-, tiedon- ja oppimiskäsitys

Behavioristinen oppimisprosessi muistuttaa Patrikaisen (1997) mukaan arkikäsitystämme oppimisesta. Behaviorismin taustalla olevan ihmiskäsityksen mukaan ihminen on passiivinen olento, joka reagoi ulkoisiin ärsykkeisiin. Ihmisen toimintaa ohjaavat ulkoiset tekijät ja ärsykkeet ilman, että ihmisen tiedostamalla ajattelulla on juurikaan merkitystä. (Patrikainen 1997, 75.)

Behavioristinen opetusteknologian malli korostaa erillisten yksityiskohtaisten tietojen muistamista. Tiedon muistaminen on oppimisen päätavoite. Behaviorismin mukaisessa tiedonkäsityksessä painottuvat irralliset, yksityiskohtaiset tiedot, joiden muistiin painamisessa tärkeitä välineitä ovat välitön palkitseminen ja vahvistaminen.

Behavioristiseen oppimiskäsitykseen kuuluu tietty mekaaninen järjestelmällisyys, mikä on vaikuttanut myös opetussuunnitelmien laadintaan; suunnitelmat laaditaan etukäteen ja hyvinkin yksityiskohtaisesti. Perinteisen koulun yksi keskeinen piirre on oppilaan ottaminen toiminnan kohteeksi, siten että oppilas ei itse pystyy paljoo vaikuttamaan asemaansa. Opettajan rooli opetuksessa on olla aktiivinen tiedonjakaja. Oppilas sitä vastoin nähdään passiivisena ja ulkoa ohjattavana. Opettajan tehtävänä on suunnitellun aineksen antaminen oppilaille oikein ositettuna ja ajoitettuna. Behaviorismi on opettajan kannalta hyvin turvallinen, mutta se johtaa helposti oppimisympäristön kutistumiseen pelkäksi oppimateriaalikokoelmaksi. Oppiminen käsitetään usein edelleenkin kouluissamme oppikirjan ja työkirjan tarjoamien vastausten antamiseksi. (Patrikainen 1997; Uusikylä & Atjonen 2000, 100.)

Behaviorismia on kritisoitu myös vuorovaikutuksen mekaanisuudesta ja oppijan aseman ylenkatsomisesta (oppija on passiivinen olento, jolla ei ole vastuuta oppimisestaan). Ajattelutapa ei myöskään huomioi oppijoiden erilaista taustaa ja lähtötasoa, jolloin kaikille tasapuolisen opetuksen idea romuttuu, koska jo lähtötasoissa on suuria eroja. (Uusikylä & Atjonen 2000, 125.)

### 3.1.2 Humanistinen ihmis-, tiedon- ja oppimiskäsitys

Humanistisen suuntauksen mukaan ihmisellä on vapaa tahto, ihminen on juuri sellainen kuin hän itsestään tekee. Ihmisellä on nykyinen elämäntilanne ja aikaisemmat kokemuksensa, mutta hän voi tahtoessaan vapautua niistä. Humanistisen psykologian tunnetuimpia edustajia on amerikkalainen Carl Rogers. Rogersin mukaan ihminen on pohjimmiltaan hyvä ja henkiseen kasvuun pyrkivä. Ihminen on myös aktiivinen ja tavoitetietoinen. Mikäli hän saa elää ympäristössä, missä ei tarvitse taistella pysyäkseen hengissä, ihminen pyrkii luovuuteen ja itsensä toteuttamiseen. Humanistinen suuntaus kuvaa, tulkitsee ja ymmärtää ihmistä ainutkertaisena olentona.

Humanistinen oppimiskäsitys painottaa oppimisen sisäistä kontrollia. Humanistisella oppimiskäsityksellä on yhtymäkohtia konstruktivistiseen käsitykseen oppimisesta. Oppiminen perustuu oppijan kokemuksiin ja itsereflektioon, ja sen keskeisenä tavoitteena on itsensä toteuttaminen ja minän kasvu. Opettajan tehtävänä on helpottaa tai tukea oppilaan kasvua ja itseohjautuvuutta. (Rauste-von Wright & Heikkilä 1996, 26.)

Uusikylän ja Atjosen (2000) mukaan humanistista suuntausta toteuttavan opettajan päätehtävänä on luoda luokkaan hyväksyvä ja oppilaiden tarpeet huomioiva ilmapiiri. Oppilaita autetaan hyväksymään itsensä ja luomaan myönteinen minäkuva. Humanistisuus korostaa myös myönteisten opiskeluasenteiden tärkeyttä. Oppimisen tavoitteena on oppilaiden sisäisen oppimishalun herättäminen. (Uusikylä & Atjonen 2000, 100.)

### 3.1.3 Kognitiivinen ihmis-, tiedon- ja oppimiskäsitys

Kognitiivinen ihmiskäsitys korostaa Patrikaisen (1997) mukaan ihmisen aktiivisuutta suhteessa ympäristöönsä: ihminen käsittelee ympäristöstään saamaansa tietoa ja ohjaa samalla oppimistaan. Ihmisen sisäiset prosessit ovat ratkaisevan tärkeitä oppimisen kannalta. Ihminen on tietoisesti ja tavoitteellisesti toimiva olento, joka myös muuttaa ympäristöään, ei pelkästään sopeudu siihen. Ihminen kykenee tekemään valintoja ja kontrolloi itse päämäärätietoisesti omaa toimintaansa. Oppija nähdään aktiivisena ja tavoitteellisena informaation vastaanottajana, käsittelijänä, tuottajana ja tulkitsijana eli oleellista on tiedon prosessointi. (Uusikylä & Atjonen 2000, 125.)

Kognitiivisen oppimiskäsityksen mukaan ihminen hankkii jatkuvasti tietoa ympäristöstään, ei vain passiivisesti reagoi ärsykkeisiin. Tieto nähdään ihmiseltä toiselle välitettävissä olevana materiaalina, jonka pohjalta oppija muodostaa muistiinsa tietokokonaisuuksia eli sisäisiä malleja ympäristöstään. Syvällisen oppimisen mahdollistavat ihmisen tiedollisten rakenteiden ja sisäisten mallien muodostuminen. Tiedon soveltaminen ja holistisuus korostuvat kognitiivisessa tiedonkäsityksessä ja keskeistä on tiedon valikointi ja jäsentäminen. Oppimisen pääpaino on käsitteiden välisten suhteiden ymmärtämisessä ja opitun yhdistämisessä jo olemassa olevaan tietovarastoon. Näin toimien ajattelutaitojen uskotaan kehittyvän. (Uusikylä & Atjonen 2000, 100.)

Kognitiivisen suuntauksen mukaan oppiminen muodostuu havaitsemisen, muistamisen, ajattelemisen ja päätöksenteon kokonaisprosessista. Oppimisessa opettajan tehtävänä on auttaa oppilaita prosessoimaan oppiainesta mielekkäiksi kokonaisuuksiksi. (Uusikylä & Atjonen 2000, 100.) Opettajan rooli on oppimisen ohjaaja ja tukija, lisäksi opettajan työssä korostuu oppilaantuntemus ja oppilaiden yksilöllisyyden kunnioittaminen. Vastuu oppimisesta on yksin oppijalla. Oppijan on opeteltava ajattelemaan ja johtamaan itsenäisesti uusia ratkaisuja. Opetusmenetelmien tavoitteena on tukea ja ylläpitää opetettavan aineksen käsittelyä. Opettajan ja oppilaan välinen vuorovaikutus nähdään oppimisen perustana, oppijoille annetaan myös mahdollisuus osallistua aiempaa enemmän opiskelun suunnitteluun. (Kari 1994, 118.)

### 3.2 Konstruktivistinen ihmis-, tiedon- ja oppimiskäsitys

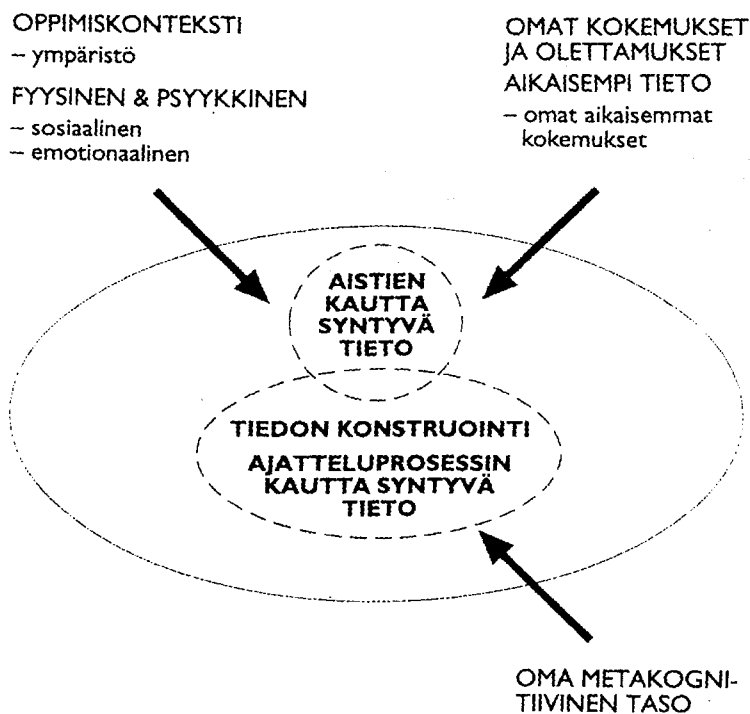
1970-luvulla tapahtunut oppimisen paradigman muutos aiheutti behavioristisen tutkimuksen väistymisen, ja tilalle tuli kognitiivisesti orientoitunut tutkimus, jolloin ihmisen oppimista ryhdyttiin tarkastelemaan informaation käsittelyn näkökulmasta. Kognitiivisen oppimiskäsityksen saama kritiikki johti konstruktivismin kehittymiseen, sillä se tarjosi aineksia kognitiivisen näkemyksen periaatteiden soveltamiseen arkisessa opetustyössä (Uusikylä & Atjonen 2000, 127). Oppimisen tutkimuksen näkökulman muuttua oppimisen tutkimus on kehittynyt vauhdilla, ja huomiota on alettu kiinnittää kognitiotieteen mahdollisuuksiin ja erityisesti sen vallitsevimpaan ilmenemismuotoon konstruktivismiin, jonka Rauste-von Wright (1998, 16) määrittelee ”luonnollisessa ympäristössä” tapahtuvan oppimisen ja toiminnan analyysiksi. Olennaista konstruktivismissa on ajatus siitä, että oppiminen ja opettaminen ovat saman prosessikokonaisuuden vaiheina ihmisen toimintaprosesseja. Tutkimuksessa kiinnitetään huomiota informaati-



onkäsittelyprosessien säatelemiin ihmisen toiminnan muutoksiin. Olennaista on etsiä vastauksia kysymykseen, miten ihminen rakentaa oman käsityksensä maailmasta, jossa elää, eli miten hän konstruoi sen. (Rauste-von Wright 1998.) Richardson puolestaan näkee konstruktivismiin opetusta kuvailevana teoriana, joka etsii vastausta kysymykseen ”Miten ihminen oppii?”, mutta ei määrittele kuinka ihmisen tulisi oppia (Richardson 1997, 3).

Konstruktivistinen oppimiskäsitys kuvailee ihmisen autonomisena, työtään tai oppimistaan kehittäväenä yksilönä. Yksilön vastuulla on myös merkitysten rakentaminen eli oppijalla on aktiivinen rooli omassa oppimisessaan. (Ojanen 2000, 41; Eteläpelto & Tynjälä 1999, 163.)

Konstruktivistisen ajattelun ydin on Richardsonin (1997, 3) mukaan se, että yksilö luo eli konstruoi uuden ymmärryksensä asioista aiempien tietojensa ja kokemustensa pohjalta. Uuden tiedon rakentumiseen vaikuttavat olosuhteet ja ideat, joiden kanssa yksilö on kosketuksissa. Konstruktivistinen tiedonkäsitys pohjautuu Ojasen (myös Eteläpelto & Tynjälä 1999; Uusikylä & Atjonen 2000) mukaan ajatukseen, että tieto ei ole objektiivista ja siirrettävää vaan dynaamista, elävää, muuttuvaa ja ehdottomasti oppijasta riippuvaa. Tietoa ei voida siirtää oppijaan vaan hän rakentaa eli konstruoi sen omien tavoitteidensa mukaisesti. Yksilön ajatteluun liittyvät toiminnot tulkitaan tiedon rakentamisena, ja tieto rakentuu useiden eri tekijöiden pohjalta. Ojanen korostaa, että tiedon rakentumisessa keskeistä on toiminta, joka saa aikaan asioiden ja ilmiöiden ymmärtämistä. (Ojanen 2000, 41.)



Kuvio 1. Tiedon rakentuminen useiden tekijöiden pohjalta. (Ojanen 2000, 43)

Yllä oleva kuvio osoittaa sen, miksi tietoa ei ole mahdollista ”kaataa” opettajan päästä oppilaan päähän: tiedon rakentumisessa on liian monia tekijöitä, joista monet ovat tiukasti sidoksissa oppijan henkilökohtaiseen maailmaan.

Konstruktivistisen oppimiskäsityksen keskeisin piirre on se, että oppiminen nähdään tapahtuvan aiempien tietorakenteiden ohjaamana. Uudet oppimiskokemukset sulautetaan reflektion avulla aikaisempiin merkitysperspektiiveihin, minkä jälkeen uusi tulkinta alkaa ohjata ymmärtämistä ja oppimista. (Ojanen 2000, 42.) Oppilaiden aiemmat käsitykset ovat kaiken uuden oppimisen perusta. Oppiminen voi olla aiempien käsitysten korvaamista kokonaan uusilla tiedoilla, aikaisempien tietojen muokkaamista tai tietojen lisääntymistä. Oppilaan arkikäsityksiinkin pohjautuvat ennakkotiedot ovat oikeita ja loogisia oppilaan omasta näkökulmasta ja ne on huomioitava opetuksessa, jotta ajattelussa tapahtuu muutoksia. (Ojala 1997, 91.)

Eteläpelto ja Tynjälä (1999, 166) näkevät konstruktivismiin keskeisenä seurauksena sen, että enää oppimista ei nähdä oppijan kykyä toistaa opetettuja asioita vaan muutoksena yksilön käsityksissä, jotka koskevat kyseistä ilmiötä (myös Ojanen 2000, 42.) Tähän päästäkseen oppijan on otettava aktiivinen rooli oman oppimisensa subjektina. Tämä

siitäkin huolimatta, että konstruktivistinen oppiminen tapahtuu sosiaalisessa yhteisössä ja on ennen kaikkea sosiaalinen ja kulttuurinen, ei yksilöllinen ilmiö.

Seuraavassa esitämme konstruktivismin periaatteet viitenä kohtana Maijaliisa Raustevon Wrightin (1997) mallin mukaan:

1. Oppiminen on aktiivinen tiedon konstruointiprosessi.
2. Oppiminen liittyy toimintaan ja palvelee toimintaa.
3. Oppiminen on aina tilannesidonnaista vuorovaikutuksen tulosta.
4. Olennaista on, että oppijassa heräävät omiksi koetut, opittavaan asiaan liittyvät kysymykset, oma kokeilu, ongelmanratkaisu ja ymmärtäminen.
5. Itseohjautuvuus, minän kasvu ja itsereflektiiviset valmiudet ovat mahdollisia ihmislajin yksilölle, mutta ne on opittava.

Muita konstruktivistiselle pedagogiikalle olennaisia piirteitä ovat Raustevon Wrightin mukaan mm. seuraavat (Uusikylä & Atjonen 2000, 128):

- Uusi tieto omaksutaan aiemmin opittua käyttämällä.
- Oppiminen on oppijan oman toiminnan tulosta.
- Toimintaa ohjaa tavoite ja tavoitetta oppimisen kriteerit, mutta oppija itse säätelee oppimistaan.
- Ymmärtämisen korostaminen auttaa tiedon jäsentelyssä, minkä seurauksena oppijat voivat tehdä erilaisia tulkintoja samasta asiasta.
- Siirtovaikutus (transfer) on riippuvainen tietojen ja taitojen organisoitumisesta.
- Arvioinnin tulee olla monipuolista ja joustavaa, ja arvioinnissa tulee huomioida tiedon suhteellisuus ja muuttuvuus sekä oppijan henkilökohtaiset valmiudet.

Konstruktivismia markkinoidaan nykypäivänä helposti uutena käänteen tekeväna oppimisteorianana, joka ratkaisee kaikki tähänastiset oppimisen ongelmat. Konstruktivismi ei kuitenkaan ole uusi asia, minkä osoittaa Jussilan (Uusikylä & Atjonen 2000, 20) toteamus, että konstruktivismin aatteita on tuotu esiin kasvatuksen teorioissa jo kauan. Kasvatuksen historian henkilöistä mm. Comenius, Rousseau, Pestalozzi, Herbart, Dewey, Kilpatrick ja Kerchensteiner esittivät konstruktivistisia ajatuksia opetuksesta paljon ennen meidän aikaamme. Kaikki edellä mainitut teoretikot näkivät oppimisen aktiivisena toimintana ja itseohjautuvuutta vaativana prosessina, joka perustuu aiempiin tietoihin, taitoihin ja kokemuksiin. Jussila kritisoi myös konstruktivistien tapaa sivuut-

taa oppimisen kannalta tärkeitä seikkoja, kuten tottumusten merkityksen sekä assosiaatio- ja mallioppimisen. Lisäksi oppimiseen liittyvät emootiot ja asenteet jäävät konstruktivistisessä tutkimuksessa taka-alalle. (Uusikylä & Atjonen 2000, 20 - 21.)

Uusikylä ja Atjonen (2000, 101) viittaavat Goodiin, joka pahoittelee sitä, että innokkaat opetuksen uudistajat unohtavat usein, mistä opetuksen laadussa on pohjimmiltaan kysymys. Olennaista ei ole opetustavan muoto vaan se, että opetustapa valitaan kulloinkin tavoitteisiin sopivalla tavalla. Keskeistä olisikin löytää keinot mahdollisimman hyviin oppimistuloksiin pääsemiseksi. Myös Sternberg (Uusikylä & Atjonen 2000, 101) varoittaa ”muodista pois menneiden” opetustapojen leimaamisesta vanhentuneiksi ja huonoiksi. Kasvatuksessa ja opetuksessa on kautta aikojen ollut havaittavissa muoti-ilmiöitä, joiden on kuviteltu ratkaisevan oppijoiden ongelmat. Usein on kuitenkin jouduttu ottamaan askel taaksepäin, kun on huomattu, että se tapa mikä sopii yhdelle oppijalle ei sovikaan toiselle. Opetusmuotojen valinnassa opettajalla tulisikin olla herkkyyttä valita kullekin oppijalle sopiva tapa huolimatta siitä, onko se juuri nyt muodissa vai ei. Kuten Uusikylä ja Atjonen (2000, 21) toteavat, elämä on liian lyhyt kaiken konstruointiin alusta alkaen: opetuksessa on tärkeää löytää tasapaino erilaisten käsitysten välillä, jotta oppija ei jää yksin arvojen sekasorron ja informaatiokaaoksen keskelle.

Opetuksen uudistamiseen liittyy aina myös heikkouksia. Konstruktivistisen oppimiskäsityksen käytäntöön soveltaminen voi olla hankalaa, sillä se asettaa opettajalle vaatimuksia paljon ennen varsinaisen opetuksen alkamista. Uusikylä ja Atjonen (2000, 128) näkevät eräänä ongelmana oppijoiden päänsisäisten prosessien tavoittamisen opetuksen suunnittelun, toteutuksen ja arvioinnin pohjaksi. Ennakkotietojen hankkiminen suuressa opetusryhmässä on aikaa ja vaivaa vaativaa, ja monipuolisten opetusmateriaalien ja opetusvälineiden löytäminen edellyttää sekin paljon opettajan etukäteistyötä.

Konstruktivistinen oppiminen nähdään yleisesti yksilön prosessina, jossa oppija on oman toimintansa ehdoton subjekti. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että opettajaa ei tarvittaisi. Opettajan rooli oppimisen ohjaajana korostuu varsinkin silloin kun kyseessä on oppija, jolla ei ole valmiuksia ottaa suurta vastuuta oppimisestaan esim. keskittymisvaikeuksien vuoksi. Tällaisen oppilaan jättäminen oman onnensa nojaan, itsenäisesti konstruoimaan, voi aiheuttaa suurta vahinkoa pitkälle tulevaisuuteen. (Uusikylä & Atjonen 2000, 128 - 129.)

### 3.3 Kokeellisuus

Kokeellisuus luonnontieteissä nähdään lähes automaattisesti tärkeänä oppimisen keino-  
na, mutta kyseenalaista on, onko kokeellisuus aitoa vai jääkö se vain innokkaaseen ko-  
keiden suorittamiseen, jolloin oppimista ei todellisuudessa tapahdu. Jouni Viiri (1998,  
42) uskoo ”oikeaan” kokeellisuuteen päästävän vain silloin kun luokan toiminta perus-  
tuu toisaalta luonnontieteeseen ja toisaalta oppimisteoriaan. Lisäksi kokeellisuutta  
käytettäessä opettajan tulee olla ekspertti sekä opetettavassa aineessa että sen opettami-  
sessa.

Kokeellisuus liittyy Viirin (1998, 42 - 43) mukaan tieteen olemukseen, jonka tarkastelu  
jää usein puutteelliseksi. Helposti ajatellaan, että käsitys tiedon luonteesta, sen hankin-  
nasta ja todeksi osoittamisesta syntyy tutkijoiden ja luennoitsijoiden toimintaa seura-  
amalla. Luonnontieteellinen tieto nähdään edellisen seurauksena ongelmattomana ja  
totena. Luonnontieteellisten totuuksien paljastamiseen käytetään havainnointia ja ko-  
keilua. Valita oikeiden ja virheellisten tulkintojen välillä tapahtuu objektiivisen datan  
pohjalta. Viiri näkee huolestuttavana sen, että virheellisen tiedekäsityksen pohjalta  
koulukirjoissa, ja sitä kautta opetuksessa opetetaan kokeellisuuden nimissä vääriä si-  
sältöjä ja prosesseja. Koulukirjoissa kokeellisuus esitetään helposti suoraviivaisena  
prosessina ja unohdetaan se, miten suuren työn ja tuskan takana tiedon luominen on  
ollut, ja kuinka ”faktatieto” on sen luomisenkin jälkeen tiedemiesten keskustelun ja  
väittelyn kohteena. Virheellinen tiedekäsitys johtaa käsitteiden tarkkaan ja ongelmat-  
tomaan siirtämiseen oppilaan päähän, ja sen seurauksena oppilas kuvittelee tajuavansa  
asiat kirkkaasti. Todellisuudessa oppilaan kuva asiasta on rajusti yksinkertaistettu ja  
yksinkertaisuudessaan tieteen luonteen vastainen. (Viiri 1998.)

Kokeellisuus tulkitaan koulussa usein liian yksinkertaisesti; muutaman kokeen ja niistä  
saatujen tulosten perusteella voidaan muka tehdä yleisiä lakeja ja periaatteita. Kokeelli-  
sessa toiminnassa (jotta se olisi oikeaa kokeellisuutta) pitäisi huomioida oppilaiden  
(virheelliset) ennakkokäsitykset. Tämä siksi, että nykyisin vallalla olevan konstrukti-  
vistisen oppimiskäsityksen mukaan oppilas konstruoi uutta tietoa aikaisemman tietora-  
kenteensa pohjalta ja ulkoisen informaation ohjaamana. Ennakkokäsitysten huomioi-  
mattomuus liittyy virheelliseen tiedekäsitykseen niiltä osin kun uskotaan, että havain-  
noinnin ja tulkinnan avulla saadaan esille totuuksia, joihin ei vaikuta ennakkokäsitykset  
asiasta. Viirin (1998) mukaan emme havaitse puhtaita ilmiöitä vaan havaintomme on

aina sidoksissa käsitejärjestelmäämme. Toisaalta havaintomme vaikuttavat käsitejärjestelmäämme, mikä johtaa oppimiseen. Oppilaiden käsitykset vaikuttavat kaikkeen heidän tekemäänsä ja näin ollen kokeellisuutta ei voida kehittää ilman että ennakkokäsitykset otetaan huomioon. Oppimisen kytkeytyminen aiemmin omaksuttuun johtaa siihen, että oppiminen on sitä tehokkaampaa, mitä enemmän se vastaa jo olemassa olevia tietorakenteita. Kokeellisuudessa tämä kannattaa huomioida suoritettavien kokeiden valinnassa: mitä lähempänä oppimiskonteksti on oppilaan omaa maailmaa ja kokemuksia, sen helpompi hänen on oppia uusia asioita kokeen kautta (ts. liittyy uusia palasia olemassa olevaan tietorakenteeseensa). (Viiri 1998, 42 - 45.)

Käsitteet ja käsiterakenteet määräävät Viirin (1998, 45) mukaan sen, miten hahmotamme kokonaisuuksia. Ekspertin ja noviisin ero käsitteiden ymmärtämisessä on se, että ekspertti näkee käsitteet toisiinsa liittyvinä ja toisistaan osittain riippuvaisina. Noviisi puolestaan ajattelee käsitteiden olevan erillisiä ja toisistaan riippumattomia. Opettajan tulisi eksperttinä tiedostaa millaisiin sääntöihin hänen ajattelunsa perustuu ja pyrkiä jatkuvasti selittämään ja havainnollistamaan ajatteluaan ohjaavia rakenteita. Ilman ”sisäisen ajattelunsa” selventämistä oppilaille esitys vaikuttaa helposti monimutkaiselta, ja asia jää ymmärtämättä.

Kokeellisuutta opettaessa korostetaan kokeellisuuteen liittyviä taitoja kuten havaitsemista, luokittelua ja johtopäätösten ja hypoteesien tekoa. Viiri (1998, 46) viittaa Millariin, joka korostaa, että näitä taitoja tulee kuitenkin opettaa tieteellisestä näkökulmasta eli huomioida, että tieteellinen havainnointi on sidoksissa käsitejärjestelmiin ja havaintolaitteisiin, ja että hypoteesit ja luokittelu tulee perustella esim. aiempien opittujen asioiden tai omien perusteltujen näkemysten kautta.

Konstruktivistit korostavat oppilaan roolia oman oppimisensa ohjaajana. Tällöin unohdetaan helposti opettajan tärkeä rooli tiedon rakentamisprosessin ohjaajana. Viiri (1998) viittaa Johan von Wrightiin, jonka mukaan konstruktivismista ei saisi tehdä romanttisia tulkintoja, joiden perusteella oppilaat voidaan jättää aivan yksin ja vailla ohjausta tietojaan konstruoimaan. Erityisesti luonnontieteissä opettajaa tarvitaan johdattelemaan oppilaat uuden ajattelutavan pariin (nature of science), jonka pohjalta voidaan keksiä ratkaisevasti uusia asioita.

Kokeellisuudella koulussa pyritään usein osoittamaan oppilaille, miten tiedemiehet työskentelevät tehdessään uusia keksintöjä. Aihe on kiinnostava, mutta ongelmallista on, että kokeelliset prosessit esitetään usein mekaanisina suoraviivaisesti aiheesta toiseen etenevinä. Tosiasiassa tieteelliseen työhön kuuluu oleellisena osana arvailu, takapakit, hyppy tuntemattomaan ja erilaiset kokeilut, joiden tuloksista ei voida olla ollenkaan varmoja. Viiri uskoo, että jos tätä tieteen tekemisen monimuotoisuutta korostettaisiin koulussa, voisi tieteen tekeminen olla oppilaiden mielestä entistä mielenkiintoisempaa. Kukapa ei puutuisi mekaanisten sääntöjen ja ohjeiden noudattamiseen? (Viiri 1998, 46 - 47.)

Luonnontieteiden oppimista pidetään konstruktivistiseen oppimisparadigmaan liittyen inhimillisenä ja sosiaalisena konstruktiona. Oppilas luo tieteestä oman konstruktionsa sosiaalisessa vuorovaikutuksessa, jonka käyttöarvo on sitä suurempi, mitä lähempänä se on tieteen nykyistä näkemystä. Ei pidä kuitenkaan unohtaa, että luonnontiede ei ole vain ihmisten sosiaalista ja mentaalista päättelyä vaan, että kaiken tieteen taustalla on kuitenkin reaali maailma eli luonto. Luonnontiede on ihmisen yritys kuvata ulkopuolista maailmaa, ja olemattomuutta ei seuraa siitä, että jotain asiaa ei tiedetä. Näin ollen kokeellisuus luonnontieteiden opetuksessa saa perusteita luonnontieteen kokeelliselta perustalta. (Viiri 1998, 47.)

Peruskoulun Opetussuunnitelman Perusteet (1994) painottaa luonnontieteiden opettamisessa oppilaan aktiivisuutta, oma-aloitteisuutta, kokemuksellisuutta, havainnointia ja edeltävien tietojen ja käsitysten merkitystä oppimiseen. Tämä vastaa nykyisistä oppimiskäsitysten suuntauksista lähinnä konstruktivismia ja myöskin kokemuksellista (pohjautuu humanistiseen ihmiskäsitykseen) oppimiskäsitystä.

### 3.4 Opettajan eksperttiys

Viiri korostaa luonnontieteiden opettamisessa opettajan kaksiulotteisen (opettavan aineen luonne vs. didaktiset ja pedagogiset taidot) eksperttiyden merkitystä kokeellisuutta käytettäessä ja laajemmin luonnontieteiden opetuksessa.

Eteläpelto ja Tynjälä (1999) pohtivat kirjassaan ”Oppiminen ja asiantuntijuus” eksperttiyttä viimeaikaisten tutkimusten valossa, joissa on huomattu, että käsitys todellisesta eksperttiydestä on muuttunut. Kirjoittajat viittaavat Bereiteriin ja Scardamaliaan, joiden

mukaan ”todelliset asiantuntijat eroavat ei-ekspersteistä siinä, että heidän työskentelytapansa voidaan kuvata asteittain etenevänä, progressiivisena ongelmanratkaisuprosessina.” Edellinen tarkoittaa sitä, että todellinen asiantuntija määrittelee tehtäviään ja toimintaansa jatkuvasti uudelleen, ja ratkaistuaan ongelman jatkaa ongelmanasettelua uuden tietonsa pohjalta. Todellinen asiantuntija ei siis rutinoitu ja kangistu keksimäänsä kaavaan vaan jatkaa työnsä kehittämistä parhaansa mukaan. Jatkuva kilvoittelu omien rajojen kanssa johtaa ennen pitkää uuden oppimiseen ja asiantuntijuuden kasvuun. Kun asiantuntijuus määritellään näin, todellisia asiantuntijoita ei löydy pelkästään korkeasti koulutetuista ja pitkään työskennelleistä vaan joukkoon mahtuu myös ”vastaalkajia”, jotka ovat sisäistäneet edellä kuvaillun tavan tehdä työtään. Edelleen asiantuntijuus nähdään prosessina, joka tuottaa jatkuvasti kehittyvää tietotaitoa. (Eteläpelto & Tynjälä 1999, 160 - 161.)

Kun asiantuntijuus on jatkuvaa työskentelyä omien kykyjen ylärajoilla ja omien rajojen ylittämisenä, tullaan Eteläpellon ja Tynjälän mukaan hyvin lähelle oppimisen käsitettä. Eksperttiys on näin ollen oppimista ja toimintatapa, joka edellyttää jatkuvaa itsereflektiota ja oppimista eri tilanteissa. Se, että asiantuntijuus ei ole pysyvä ominaisuus, joka on olemassa tai ei ole, on hyvä uutinen työuraansa aloittelevalle opettajalle. Noviiisilla on näin ollen mahdollisuus tulla ekspertiksi oman toimintansa kautta. Kyky löytää oikeaa tietoa ja soveltaa sitä, yhteistyö- ja ryhmätyötaidot, kommunikaatiotaidot, kieli-taito, joustava päätöksentekotaito, ja kyky kestää paineita ja epävarmuutta ovat edellytyksiä eksperttiydelle. Koska kaikkia näitä taitoja ja ominaisuuksia on mahdollista kehittää, ei eksperttiys ole sidottu tiettyyn alaan tai ammattiin. Eksperttejä löytyy niin professoreista, oppilaista kuin auton asentajistakin. Eteläpelto ja Tynjälä näkevät yhtenä koulutuksen suurimmista haasteista sen, että edellä kuvattujen taitojen harjoittaminen saataisiin integroitua alakohtaisen tiedon opiskeluun. Kuvatunlaista pedagogiikkaa kutsutaan monilla eri nimillä, mutta yhteistä kaikille niille on taustalla vaikuttava konstruktivistinen oppimiskäsitys. (Eteläpelto & Tynjälä 1999, 161 - 162.)



## 4 KULISSIEN TAKANA TAPAHTUU

### 4.1 Opetussuunnitelma

Opetuksen suunnittelua koulun tasolla ohjaa keskeisesti koulun opetussuunnitelma, josta selviää kyseisen koulun tai kouluasteen tavoitteet ja oppiaines sekä oppilasarviointin periaatteet. Usein opetussuunnitelma antaa vinkkejä myös opetusmenetelmien valintaan, vaikka viime kädessä opettaja saa aika vapaasti valita sopivat menetelmät. Uusikylä ja Atjonen (2000, 46) viittaavat Komiteanmietintöön selittäessään opetussuunnitelman käsitettä. Komiteanmietinnön mukaan opetussuunnitelmalla tarkoitetaan yleisimmin kahta asiaa: opetussuunnitelma on sellainen suunnitelma, josta selviää, mitä oppilaille pitää koulussa opettaa, toiseksi opetussuunnitelma laaditaan ennakkoon, ja siitä ilmenee kaikki ne toimenpiteet, joilla pyritään koulukasvatukselle asetettuihin päämääriin. Oleellista molemmissa on suunnitelmallisuus, opetus tulee todellakin suunnitella ennakkoon, mutta riittävän väljästi, jotta joustavuus säilyy. Opetussuunnitelma muodostaa näin ollen kehyksen, jonka sisällä opetus tapahtuu. Opetussuunnitelman tulee jättää tilaa opettajan ja oppijan yksilöllisyydelle samalla kun se ”piirtää merkittävimmät rajat kaikille lapsille ja nuorille tarpeellisesta yleissivistyksestä.” (Uusikylä & Atjonen 2000, 46.)

Uusikylä ja Atjonen (2000) korostavat, että koulun opetussuunnitelman laadinta, kehittäminen ja toteuttaminen edellyttävät yhteistyötä opettajien kesken. Koulukohtaisen opetussuunnitelman tekeminen vaatii opettajalta hyvää ammattitaitoa, samalla se kehittää opettajan taitoja kasvattajan työssä. Opetussuunnitelmaa laatiessaan opettaja joutuu pohtimaan opettamisen tavoitteita, ja etsimään sopivia sisältöjä, jotka tukevat tavoitteisiin pääsyä. Sisältöjen toteuttamista varten opettaja joutuu ideoimaan oppilaille soveltuvia oppimistehtäviä ja lopuksi arvioimaan työn onnistumista sekä opettajan että oppilaiden kannalta.

Vuoden 1994 Peruskoulun Opetussuunnitelman Perusteiden myötä koulun ja yksittäisen opettajan vapaus suunnitella opetusta lisääntyi. Vapauden myötä kasvoi vastuu ja opetuksen haasteellisuus. Myös ihmiskäsityksessä tapahtunut muutos on vaikuttanut opettajien työhön. Aiemmin ajateltiin, että lasten ja nuorten opettamisen asiantuntijat ovat tutkijoita tai opetushallituksen virkamiehiä. Käytäntö on kuitenkin osoittanut, että

yhteistyö kentällä toimivien opettajien ja päättävien tahojen välillä johtaa parhaisiin tuloksiin. (Uusikylä & Atjonen 2000, 53 - 54.)

Opetussuunnitelman laadinnassa ja käytössä on niin ikään tapahtunut muutos produktiivajattelusta prosessiajatteluun. Opetussuunnitelmaa ei enää nähdä opetuksen tietoaimesta kokoavana kirjana vaan jatkuvan muutoksen ja kehityksen alla olevana tehtävänä, joka muuttuu ja muotoutuu käytössä. Jatkuvan korjaamisen alla olevan opetussuunnitelman käyttö edellyttää Uusikylän ja Atjosen (2000, 54) mukaan arvokeskustelua oppilaiden vanhempien ja koulun henkilökunnan välillä, jotta yhteisiä tavoitteita voidaan asettaa ja erityisalueita huomioida.

Opetussuunnitelmauudistuksen mukanaan tuoma vapaus mahdollistaa koulujen profiloitumisen ja entistä avoimemman yhteistyön ympäröivän maailman kanssa. Ylilyönneiltäkään ei vapauden huumassa ole vältytty, ja joissain tapauksissa koulun opettajakunnassa ilmennyt muutosvastarinta on kariuttanut pohjimmiltaan hyvän idean. Sallitun vapauden käyttäminen opetussuunnitelman laadinnassa on tuonut omat riskinsä esim. paikkakuntaa tai koulua vaihtavien oppilaiden elämään. Opetussuunnitelmien erojen vuoksi oppilaan oppimiseen on voinut jäädä suuria aukkoja, joita sitten joudutaan paikkailemaan tukitoimilla. (Uusikylä & Atjonen 2000, 55.)

Opetussuunnitelman laadinta ei ole helppoa puuhaa eikä hyväkään yhteistyö eri tahojen välillä takaa hyvää lopputulosta. Opetussuunnitelman laatijoiden avarakatseisuus ja elämässä tarpeellisten tietojen ja taitojen tiedostaminen edesauttavat laadinnassa –taito ennustaa tulevaisuutta ei olisi sekään pahitteeksi. (Uusikylä & Atjonen 2000, 55.)

#### 4.2 Opetuksen suunnittelu

Kuten edellä mainittiin opetuksen suunnittelun tulee pohjautua koulun opetussuunnitelmaan. Myös oppikirjojen ja opettajakokemuksen tuoman rutiinin merkitys on tunnustettava, mutta mikään edellä mainituista ei yksinään riitä opetuksen pohjaksi. Opetuksen suunnittelun pohjaksi on hyvä ottaa koulun opetussuunnitelman pohjalta tehty työsuunnitelma, jossa konkretisoituu opetussuunnitelman tavoitteet. Työsuunnitelmassa päätetään erityistavoitteet lukukaudelle, suunnitellaan koulun yhteisiä projekteja ja päätetään hallinnollisista asioista. (Uusikylä & Atjonen 2000, 55 - 56.)

Yhteisten linjojen vetämisen jälkeen opettaja pääsee suunnittelemaan omaa opetustaan. Suunnitelmia voi olla monenlaisia, mutta nyrkkisääntönä voidaan pitää, että mitä kokemattomampi opettaja, sitä tarkemmin opetusta tulee suunnitella. Toisaalta pitkän kokemuksen omaavien opettajienkin kannattaisi aina säännöllisin väliajoin tarkistaa omia opetustapojaan ja reflektoida omaa opettamistaan ja pyrkiä löytämään kehittämisen aiheita. Tämänkaltainen ”opetuksen uudistaminen” tosin vaatii enemmän suunnittelua, mutta (kasvatuksen) asiantuntijuus edellyttää nimenomaan tämänkaltaista toimintatapaa, sillä ”asiantuntijuus on jatkuvaa itsereflektiota ja oppimista eri tilanteissa” (Eteläpelto & Tynjälä 1999, 161).

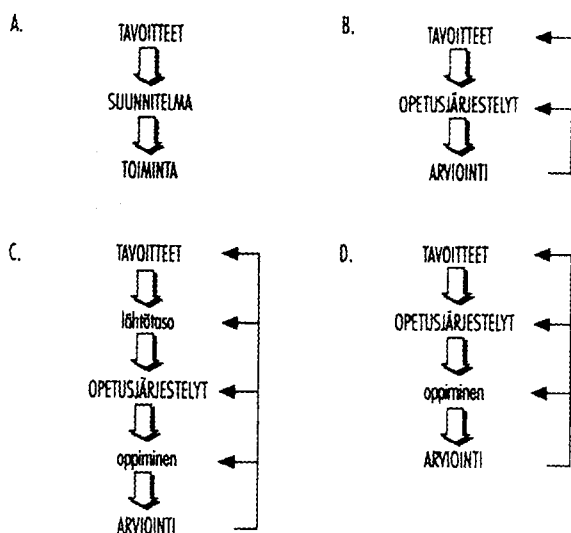
Kun opettaja on muodostanut itselleen käsityksen siitä, mitä lukuvuoden aikana tulisi opiskella ja missä tahdissa, hän voi alkaa miettiä tarkemmin opittavien asioiden sisältöjä ja toteutusta, jotka hän kirjaa jaksosuunnitelmaan. Jaksosuunnitelma käsittää esimerkiksi viikon, parin viikon tai kuukauden aikana opittavat asiat. Jaksosuunnitelma sisältää tavoitteita, oppimateriaaliviitteitä, integraatioehdotuksia sekä ideoita eri oppiaineisiin liittyvistä opetusmenetelmistä ja työtavoista. Jaksosuunnitelmaan sisältyy myös oppimistuloksien arviointi sekä työskentelyn aikana että jakson päätteeksi. Jaksosuunnitelmasta opettaja voi edetä omien tarpeidensa mukaisesti tunti- tai tuokiosuunnitelmiin, joissa hän hahmottelee itselleen opetuksen tavoitteet kunkin tunnin tai tuokion mukaisesti, määrittelee työtavat, -paikat ja opetusmenetelmät. (Uusikylä & Atjonen 2000, 56.)

Millaisia osia opetukseen sitten oikein sisältyy? Mitä kaikkia osa-alueita opettajan tulisi huomioida opetusta suunnitellessaan? Lahdes (1997, 14) esittää kirjassaan opetuksen 4-vaiheisen perusmallin, jonka osat ovat: tavoitteet, suunnittelu, opetus-oppimisprosessi ja arviointi. Perusmallin avulla aloittelevakin opettaja pääsee liikkeelle opetuksessaan, ja vaikka malli on pelkistetty eikä huomioi esim. oppilaiden lähtötasoa, antaa se hyvät puitteet opetuksen suunnittelulle ja toteutukselle. Myös Kerr (Lahdes 1997, 45) hahmottelee opetuksen teoriaan pohjautuvaa käytännön mallia samansuuntaisesti. Hänen mukaansa tavoitteellisessa toiminnassa tulee olla kolme vaihetta, jotka ovat: tavoitteiden valinta, suunnitelma ja suunnitelman mukainen toiminta.

Opetusta ohjaavat kehystekijät, joiden kautta yksinkertaiselta tuntuvaan malliin saadaan syvyyttä. Kehystekijöillä tarkoitetaan kaikkia opetukseen sillä hetkellä vaikuttavia seikkoja kuten opetuspaikkaa ja -aikaa, oppiaineen luonnetta, tavoitteita, oppijan omi-

naisuuksia ja resursseja. Opetuksen suunnitteluun vaikuttavat kaikkien edellisten seikkojen lisäksi se, minkä suhteen opetus suunnitellaan tarkoituksenmukaiseksi. Subjektii-visesti tarkoituksenmukainen opetus (Lahdes 1997, 45 - 46) nojaa opettajan omiin uskomuksiin ja käsityksiin eikä näin ollen loukkaa hänen omia arvojaan. Objektii-visesti tarkoituksenmukainen opetus taas noudattaa (tiede)yhteisön käsityksiä asiasta ja on ”yleisesti” hyväksyttyä. Objektii-visesti tarkoituksenmukainen opetus toteutuu yleensä lakeja ja asetuksia noudattamalla, mutta kuten edellä tuli ilmi, kouluille annettu vapaus on muuttanut objektii-visesti tarkoituksenmukaisen opetuksen vaatimusta enemmän subjektii-visen tarkoituksenmukaisuuden suuntaan. Opettajan vapaus suunnitella opetusta ”itseään miellyttävämmäksi” on siis lisääntynyt. Edellä kuvailtu kolmivaiheinen opetuksen perusprosessi tekee oppimisen teoriasta yksinkertaisen tuntuisen. Todellisuudessa opettajan on Lahdeksen mukaan kyettävä jatkuvaan tavoitteiden ja suunnitelman uudelleen arviointiin, mikä tekee opetusprosessista yksinkertaista teoreettista mallia paljon monimutkaisemman.

Aiemmin esittelimme kaksi erilaista opetuksen perusmallia, joiden pohjalta opetusta voi lähteä suunnittelemaan ja toteuttamaan. Kari (1994) puolestaan hahmottelee neljä erilaista opetuksen perusmallia, joissa painotukset ovat hieman erilaiset.



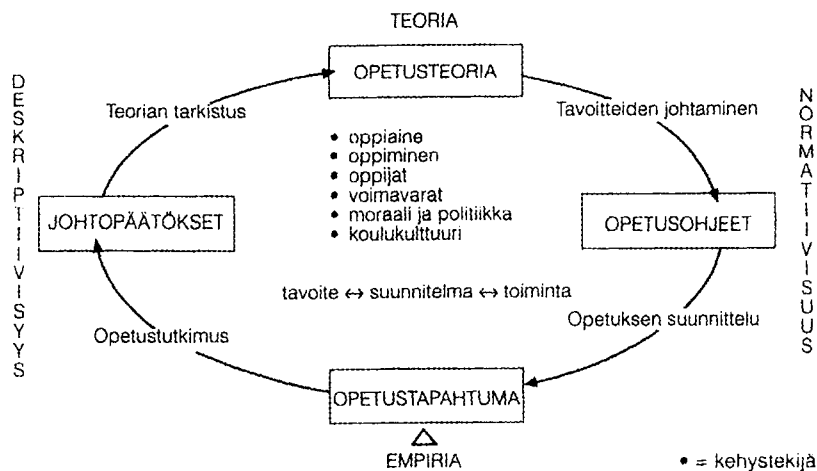
Kuvio 2. Opetuksen perusmalleja (Kari 1994, 48).

Kaikissa edellä esitetyissä malleissa on sama runko. Malli A kuvaa toiminnan ja teorian kolmea peräkkäistä vaihetta, ja siinä korostuu suunnittelu. B-mallissa suunnittelu ja tavoitteet nivoutuvat yhteen, lisänä on arviointi, jonka pohjalta edeltäviä vaiheita voidaan tarkastella. C- ja D -malleissa huomiota kiinnitetään myös oppilaaseen, esim. C-

mallissa testataan oppilaan lähtötaso, mikä saa tukea konstruktivistisesta oppimiskäsityksestä (kts. esim. Rauste-von Wright 1998) (Kari 1994, 47 - 48.)

Opetuksen perusmalli on pohjimmiltaan hyvin yksinkertainen jos sen sellaiseksi tulkitsee. Opetuksessa ja erityisesti kasvatuksessa ei kuitenkaan ole kyse teknisestä suorittamisesta, joka onnistuisi jotain tiettyä kaaviota noudattamalla vaan kuten Ojanen (2000, 18) osuvasti kirjoittaa ”kasvatus (ja mielestämme opetuskin) on aina suhteessa olemista”, joka vaatii herkkyyttä kasvattajalta (opettajalta). Ja herkkyys on vaikea säilyttää jos noudattaa orjallisesti tiettyä kaavaa opetustyössään.

Opetuksen suunnittelussa on hyvä pitää mielessä opettavan aineen erityispiirteet (nature) ja aineeseen liittyvä didaktiikka. Opettajalla tulisi mielestämme olla hyvän aineenhallinnan lisäksi riittävä teoreettinen osaaminen opetuksen saralla. Jos opettajalla on riittävä opetusteoreettinen pohja, hänen on mahdollista luoda teoreettiset puitteet opetukselleen ja saada tukea ratkaisuilleen. Opetusteorian pohjalta opettaja kykenee myös asettamaan tavoitteita ja valitsemaan toimintatapoja. Opetuksen suunnittelussa ja toteutuksessa didaktisen näkemyksen tulisi sitoutua teoreettiseen, jolloin opetusohjeiden suhde teoriaan ei ole erillinen vaan opetusohjeet eli käytäntö on johdettu järkevästi opetuksen teoriasta. Näiden kahden didaktiikan ulottuvuuden, teorian ja käytännön opetustoiminnan pohjalta Lahdes (1997, 47) esittää didaktiikan ja toiminnan teorian kehämallin, josta ilmenee teorian ja käytännön vuorovaikutteinen suhde. Malli osoittaa, että opetus on sykli, jonka aikana tarkistetaan ja korjataan opetusta paremmin vaatimustasoa vastaavaksi. Sisällön ja ajankohtaisuuden kehämallille luovat kolmivaiheinen toiminnan teoria ja kehystekijät.



Didaktiikan kehämalli ja toiminnan teoria (Lahdes 1997, 47).

Nykyisin vallalla oleva konstruktivistinen oppimiskäsitys ei suosi kiinteitä ja yksityiskohtaisia opetussuunnitelmia vaan painottaa keskeisten ideoiden ja ongelma- ja toimintakokonaisuuksien kirjaamista. Tasapainon löytäminen oppimaan oppimisen taitojen hankkimisen ja tiedollisten tavoitteiden saavuttamisen välillä ei ole helppoa, ja siksi jo opetuksen suunnitteluvaiheessa oppilaissa tulisi herätä tavoitetietoisuus, jonka avulla oppimisvaikeuksien havaitseminen helpottuu. Opetuksen tavoitteet voidaan jaotella kahteen osaan: perustavoitteisiin, jotka kaikkien tulisi saavuttaa ja lisätavoitteisiin, jotka palvelevat eriyttämisen tarpeita. (Lahdes 1997, 117.)

Uusikylä ja Atjonen (2000, 47) ovat Sayloriin ym. viitaten verranneet opetussuunnitelmaa valmentajan pelijoukkueelleen tekemään taktiseen suunnitelmaan. Taktinen suunnitelma ohjaa peliä eli opetusta, mutta tarvittaessa sitä muutetaan ja joukkueen pelaajat (eli oppilaat ja opettaja) saavat luvan improvisoida. Vertaus on osuva, sillä kaikkeen toimintaan (hyvinkin suunniteltuun) liittyy aina yllätysmomenteja, joita kukaan läsnäolija ei olisi osannut arvata. Toisaalta yllätyksiltä ei säästyttäisi vaikka suunnitelma jätettäisiin tekemättä, ja silloin yllätyksistä tulisi enemmänkin sääntöjä kuin poikkeuksia.

Taktisen suunnitelman (eli opetussuunnitelman ja opetuksen suunnittelun) tekemiseen opettaja tarvitsee teoriaa. Teoria sanana kauhistuttaa monia kasvattajia, koska kasvatus nähdään käytännön työnä, jossa teorialla ei ole merkitystä. Tavoitteellisella toiminnalla on kuitenkin aina oltava teoreettista pohjaa, joka ohjaa toimintaa. Ojanen (2000, 17) näkee hyvän teorian olevan ”jalostettua maalaisjärkeä”, joka tarjoaa kasvattajalle käsitteitä. Teorian avulla kasvattaja kykenee jäsentämään elävän elämän materiaalia helpommin käsiteltävään muotoon. Opetuksen suunnittelussa edellinen voisi tarkoittaa vaikkapa sitä, että opettaja osaa valita oikeanlaisia työtapoja asioiden käsittelemiseen. Opettajan pedagogista ja didaktista näkemystä tarvitaan puolestaan pelin (opetuksen) aikana, jotta joukkue voi menestyä (eli oppia). Herkkyys seurata joukkueen toiminnan ilmapiiriä mahdollistaa improvisoinnin ja totutusta poikkeamisen. Hyvä etukäteissuunnittelu auttaa tässäkin, sillä sen avulla opettaja voi minimoida yllätykselliset tilanteet, mutta niiden tullessa eteen tarttua niihin napakasti. Päivästä toiseen improvisointi opetustyössä kuluttaa kenet tahansa loppuun ennen pitkää! Opetuksen perusmallien viimeinen vaihe on yleisimmin arviointi, jota opettaja suorittaa koko opetusprosessin ajan. Arvioinnin etukäteissuunnittelu auttaa opettajaa kehittämään työtään sekä omaksi että oppijoiden parhaaksi. Opettamisessa sananlasku ”Hyvin suunniteltu on puoliksi tehty”

pätee hyvin, sillä hyvän suunnitelman tehneellä opettajalla jää aikaa olla läsnä itse tilanteessa ja oman kokemuksemme mukaan opetuksesta saa itsekin enemmän irti kun ei tarvitse jatkuvasti miettiä, että ”mitähän seuraavaksi tekisi”.

## 5 LUONNONTIETEIDEN OPETUS

### 5.1 Englannin kansallinen opetussuunnitelma

Suomen lisäksi monissa muissakin maissa on viime vuosina panostettu luonnontieteiden opetuksen kehittämiseen. Englannissa, Yhdysvalloissa ja muissa Pohjoismaissa on tutkittu ja kehitetty opetusta hieman eri näkökulmista mutta samansuuntaisin päämäärin. Vaikka yhteistä kansainvälistä kehityssuuntaa ei ole olemassa, ovat muiden maiden tutkimustulokset ja kokeilut muokanneet myös Suomen luonnontieteen opetussuunnitelmia. (Meisalo & Lavonen 1994, 15.) Vahvimmin näkyy ehkä Englannin luonnontieteiden opetuksen ja tutkimuksen vaikutteet, koska Englannin opetussuunnitelmatyössä on panostettu voimakkaasti luonnontieteisiin ja aiheesta on käyty paljon keskustelua. Myös monet luonnontieteen tuotteliaat tutkijat ja kirjailijat (esim. Harlen 1999; Osborne 2000; Wenham 1995) ovat peilanneet tutkimuksiaan Englannin opetussuunnitelmaan.

Englannin ja Walesin kansallisen opetussuunnitelman (The National Curriculum = NC) uusin versio löytyy internetistä osoitteesta [www.nc.uk.net](http://www.nc.uk.net). Tämän kappaleen pääasiallisena tietolähteenä on käytetty osoitteesta löytyvää luonnontieteiden (science) opetussuunnitelmaa.

Englannissa ja Walesissa siirryttiin uuteen opetussuunnitelmajärjestelmään vuonna 1989. Kansallisesta opetussuunnitelmasta on tähän mennessä ilmestynyt useita uudistettuja ja kehitettyjä versioita. Keskeisinä aineina opetuksen uudistamisessa ovat olleet äidinkieli, luonnontieteet ja matematiikka. Vuodesta 1989 luonnontiede on ollut kaikille oppilaille pakollinen oppiaine jo ensimmäisestä kouluvuodesta alkaen. Luonnontieteiden korostettua asemaa perusteltiin sen monilla kiinnostavilla ja jokapäiväiseen elämään liittyvillä aiheilla, joita voidaan hyödyntää niin äidinkielen kuin matematiikkain opetuksessa ja päinvastoin. (Ahtee 1994, 88.)

Englannin luonnontieteiden opetussuunnitelma korostaa voimakkaasti opetuksen kokeellista lähestymistapaa ja oppilaiden tekemiä tutkimuksia. Opetussuunnitelman sisällöt on jaettu kahteen osaan: luonnontieteellinen tutkimus ja luonnontieteiden perustiedot. Opettajille annetaan suositus näiden osien painottamisesta opetuksessa seuraa-



vasti: ala-asteen aikana kokeellisen menetelmän oppimiseen suositellaan käytettäväksi noin puolet opetuksen kokonaisajasta, yläasteen aikana kokeellisten taitojen kehittämiseen käytetään ajasta kolmasosa. Opetuksen tavoitteissa painotetaan kokeellisuuden lisäksi käytännönläheisyyttä. (NC 1999.) Alimmilla luokka-asteilla tavoitteena on kehittää opetusta painottaen muutamia pääaiheita, samalla kun oppilaiden tutkimus- ja havainnointitaitoja pyritään kehittämään. Aiheiden pitäisi olla oppilasta kiinnostavia, jokapäiväisestä elämästä tuttuja ilmiöitä, sillä lapsella on luontainen kiinnostus ympäristönsä ilmiöitä kohtaan. Parhaimpiin oppimistuloksiin päästään, kun opetus pohjaa oppilaan havainnoimaan ympäristöön. (Siraj-Blatchford & MacLeod-Brudenell 1999, 6.)

Luonnontieteiden oppiaine on jaettu neljään aihekokonaisuuteen. Näitä käsitellään kaikilla oppimistasoilla esiopetuksesta lukioon asti. Luonnontieteiden opetuksen ja oppimisen edistymistä kuvataan neljällä perustasolla, joista edellisen tason tiedot ja taidot tulee hallita ennen siirtymistä seuraavalle tasolle. Luonnontieteiden opettamisessa edetään siis askelmalta toiselle ja edistymisen myötä pääaihealueisiin lisätään ala-aiheita.

Luonnontieteiden neljä pääaihealuetta ovat:

- luonnontieteellinen tutkimus
- elämä ja sen prosessit
- aineet ja niiden ominaisuudet
- fysikaaliset prosessit

Kansallisen opetussuunnitelman tavoitteet määrittävät sisältöjä ja päämääriä kullekin pääaiheelle. Seuraavan aiheen sisällöt ja menetelmät vaativat pohjakseen edellisen askelman tietojen hallinnan ja ymmärtämisen. Opetussuunnitelma on rakennettu siten, että jokaisen askelman loppuun on koottu tavoitteet, joista selviää, mitä jokaisen oppilaan olisi pitänyt oppia kyseisen askelman aikana. Koulun oman opetussuunnitelman varaan jää opettamisen organisoinnin, aikataulun, tarkempien sisältöjen ja opetusmenetelmien suunnittelu. (NC 1999, 6 - 9.)

Opetuksen suunnittelutyössä voi käyttää apuna erilaista kirjallisuutta. Oppaita on tehty ajatellen varsinkin niitä opettajia, joiden omat luonnontieteelliset tiedot ja taidot eivät ole kovin korkeat. Oppaista löytyy esimerkkejä ja taustatietoja opettajalle sekä ohjeita

työturvallisuudesta, opetusmenetelmistä ja aiheiden integroinnista muihin oppiaineisiin. (Peacock & Smith 1995, 4.)

Seuraavaan taulukkoon olemme koonneet neljännen pääaihealueen (fysikaaliset prosessit) sisältöjä ja tavoitteita tasoilla 1 ja 2, jotka vastaavat suunnilleen Suomen peruskoulun ala-asteikäisten opetusta. (NC 1999, 21, 26 - 27.)

<b>Fysikaaliset prosessit TASO 1</b>	<b>TASO 2</b>
Aiheet ja tavoitteet. Oppilas :	Esimerkkejä tarkemmista tavoitteista. Oppilas:
<b>A Sähkö:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tuntee sähkön käyttömahdollisuuksia</li> <li>- tutustuu virtapiireihin</li> <li>- tutustuu virran sammuttamiseen</li> </ul>	<b>Virtapiirit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- rakentaa ja piirtää yksinkertaisen virtapiirin</li> <li>- tietää kuinka komponenttien määrä vaikuttaa</li> </ul>
<b>B Voima:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- havainnoi ja kuvailee eri liiketiloja</li> <li>- tuntee työntämisen ja vetämisen</li> <li>- ymmärtää, että liiketilanmuutoksen aiheuttaa jokin voima</li> </ul>	<b>Voimat:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tutustuu magneettisuuteen</li> <li>- tutustuu maan vetovoimaan</li> <li>- tutustuu kitkaan</li> </ul>
<b>C Valo &amp; Ääni:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tietää pimeän ja valoisan, tuntee valonlähteitä ja tietää että pimeys on valon puutetta</li> <li>- tekee ja tunnistaa ääniä: erilaiset äänet ja voimakkuudet: ääni tulee äänilähteestä ja se kuuluu kun se saavuttaa korvan</li> </ul>	<b>Valo &amp; Ääni:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tutustuu valon vaikutuksiin</li> <li>- tutustuu valon läpäisykykyyn</li> <li>- tutustuu näkemiseen</li> </ul>
	<b>Taivaankappaleet &amp; liikkeet:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tuntee Auringon, Maan ja Kuun</li> <li>- tuntee vuorokauden kulkuun vaikuttavat liikkeet</li> <li>- tietää kiertoajat</li> </ul>

## 5.2 Suomen Peruskoulun Opetussuunnitelman Perusteet (POPS 1994)

Suomessa luonnontieteiden opetus ala-asteella on viime vuosikymmenien aikana sisällytynyt ympäristöoppi -nimiseen oppiaineeseen. Vuonna 1970 voimaan tulleessa opetussuunnitelmassa ympäristöopista oli annettu hyvin tarkat oppisisällöt ja luokittain etenevä asiajärjestys. Kun opetussuunnitelmaa uudistettiin vuonna 1985, asetettiin vain aihealueiden rajat ja annettiin yleisiä ohjeita sisällöstä. Vastuuta siirrettiin kunnille, kou-

luille sekä opettajille, ja käyttöön otettiin kuntakohtaiset opetussuunnitelmat. Ala-asteella luonnontieteellinen oppiaine hajautettiin opetettavaksi muiden oppiaineiden yhteydessä sopivissa asiayhteyksissä. Esimerkiksi biologian yhteydessä oli tarkoitus opettaa veden ominaisuuksia, sääilmiöitä, aineen ominaisuuksia ja rakennetta, magnetismia ja sähköä, valoa ja ääntä, palamista ja lämpöä sekä työtä ja energiaa. Valoa ja ääntä käsiteltiin myös musiikissa ja kuvaamataidossa. (POPS 1985, 102, 161 - 165.) Vuoden 1994 peruskoulun opetussuunnitelmassa koulujen vastuuta lisättiin entisestään ja ohjeita annettiin vain yleisistä aihekokonaisuuksista, työtavoista ja menetelmistä.

Vuoden 1994 Suomen Peruskoulun Opetussuunnitelman Perusteiden mukainen ympäristö- ja luonnontiedon opetus pohjautuu konstruktivistiseen oppimis- ja tiedonkäsitelyseen (Ojala 1997, 87). Peruslähtökohtana on oppilaan oma aktiivisuus ja tekemällä oppiminen. Opetussuunnitelman yksi tärkeimmistä tavoitteista onkin säilyttää ja tukea lapsen luonnollista kiinnostusta uusiin asioihin ja ympäröivään luontoon. Aikaisemmin ala-asteella opetetut aineet biologia, maantieto, ympäristöoppi ja kansalaistaito ovat vuoden 1994 Peruskoulun Opetussuunnitelman Perusteiden valtakunnallisen tuntijaon mukaan yhdistetty oppikokonaisuudeksi nimeltä ympäristö- ja luonnontieto, jonka vähimmäisviikkotuntimääräksi koko ala-asteen aikana on määritelty 15 tuntia. Tämän perusteella on mahdollista laatia koulu- ja kuntakohtaisia opetussuunnitelmia, joissa voidaan painottaa eri sisältöjä. Tavoitteena on integroida opetus entistä paremmin luontoon ja ympäristöön. (Rikkinen 1997, 30 - 32.)

Luonnontieteiden opiskelun päämääränä on tukea ja ohjata lapsen kasvua tutkivaksi ja toimivaksi kansalaiseksi, joka on kiinnostunut luonnosta, sen tutkimisesta ja suojelusta. Luonnontieteiden kohteita ovat luonto ja ihminen sekä niiden vuorovaikutussuhteet. Seuraavassa on kursiivilla kirjoitettu opetussuunnitelman perusteista (POPS 1994, 78) lainattu teksti, josta selviää ympäristö- ja luonnontieto -nimisen oppiaineen perusta ja tavoitteet.

*Ympäristö- ja luonnontieto tarkastelee luontoa ja ihmistä sekä näiden vuorovaikutussuhteita. Sen tehtävänä ala-asteella on tutustuttaa oppilas hänen luontaisen kiinnostuksensa pohjalta yksinkertaisiin luonnontieteellisiin tutkimusmenetelmiin. Oppimisprosessille on ominaista eteneminen ilmiöiden havaitsemisesta peruskäsitteiden jäsentämiseen ja opitun tiedon käyttämiseen arkielämän tilanteissa. Ympäristö- ja luonnontieto luo pohjaa luonnontieteellisen ajattelun kehittymiselle. Opetuksessa korostuvat erityi-*

*sesti oppilaiden omaa aktiivisuutta ja keskinäistä yhteistoiminnallisuutta painottavat työtavat. Opetusta suunniteltaessa on kiinnitettävä huomiota siihen, että oppilaalla on sukupuolesta riippumatta mahdollisuus tutustua myös fysiikan ja kemian ilmiöihin sekä niihin liittyviin teknisiin sovellutuksiin. Ympäristö- ja luonnontiedon tehtävänä on auttaa oppilasta tutustumaan itseensä ihmisenä, osana lähiyhteisöjä, kansaa ja ihmiskuntaa. Sen tehtävänä on lisäksi tutustuttaa oppilas maapallon eri alueisiin, niiden luontoon ja kulttuuriin sekä auttaa oppilasta rakentamaan omaa kulttuuri-identiteettiään. Se ohjaa oppilasta ymmärtämään erilaisia ihmisiä ja kulttuureita ja arvioimaan ihmisten toiminnan vaikutuksia maapallolla sekä luo pohjaa ekologisesti kestävästä ympäristösuhteen syntymiselle.*

Uusi painotus entiseen, tiedolliseen ja oppikirjapainotteiseen opetukseen verrattuna, on oppilaan omien kokemusten korostaminen. Tämänkaltainen kokemuksellinen oppiminen pohjautuu lapsen luonnolliseen mielenkiintoon ja sen luomiin mahdollisuuksiin oppimisessa. Kokemuksellisuuden tavoitteena on opittavien asioiden merkityksen sitominen oppilaan omaan arkielämään. Opeteltavat asiat liittyvät kiinteästi oppilaan persoonaan, ympäröivään todellisuuteen ja kulttuuriin.

Ympäristö- ja luonnontiedon opetuksen tavoitteena on saada oppilas tutkimaan ja toimimaan itsenäisesti. Tavoitteena on tarjota oppilalle elämyksiä, kokemuksia ja ohjata häntä tekemään havaintoja. Luonnontuntemuksessa edetään havainnoinnin, tutkimisen ja luokittelun kautta tunnistukseen ja luonnontieteellisen ajattelun kehittymiseen. Irralliset tiedot kytketään suuremmiksi kokonaisuuksiksi, jotka liitetään muihin oppiaineisiin. Ympäristö- ja luonnontiedon opetuksessa tähdätään opittujen tietojen mahdollisimman laajaan hyödyntämiseen (siirtovaikutus eli transfer) arkielämän eri tilanteissa. (Kosonen 1994, 15 - 17.)

Vaikka opetussuunnitelman yleisessä osassa korostetaan oppilaan yksilöllisten lähtökohtien ja oppimistapojen merkitystä oppimiselle, se ei tule esille ympäristö- ja luonnontiedon osuudessa, jossa korostetaan pikemminkin havainnoinnin, elämysten ja aikaisempien tietojen merkitystä oppimiselle. (POPS, 79 - 82.)

POPS:ssa määritellään ja jaetaan luonnontieteiden keskeiset sisällöt seuraavasti:

#### *Aine ja energia*

- aineiden ominaisuuksien tutkiminen
- aineiden kiertokulku luonnossa
- energia elämän ja luonnon prosessien ylläpitäjänä
- jokapäiväisten sähköön, lämpöön, valoon ja ääneen liittyvien ilmiöiden tutkiminen
- maankamaran, ilmakehän ja vesikehän ilmiöiden havaitseminen ja tutkiminen

#### *Eliöt ja elinympäristö*

- elämän edellytykset
- eliöiden rakenne, elintoiminnot ja sopeutuminen elinympäristöön, ravintoketju
- eliökunnan moninaisuus, eliölajien tunnistaminen, eliöjärjestelmän pääpiirteet
- luonto ja vuodenaajat, syntyminen, kasvaminen ja kuoleminen
- elinympäristöjen monimuotoisuus

#### *Maapallo ja sen alueet*

- pyörivä maapallo, aika, vuorokauden- ja vuodenaajat
- maisema ja kartta
- lähiympäristö ja kotiseutu
- alueiden ominaisuudet ja niiden riippuvuus maantieteellisestä sijainnista
- elinympäristöjen monimuotoisuus ja ihminen eri maanosissa

#### *Ihminen ja ympäristö*

- oppilaan elämismaailma ja ihmisten väliset suhteet
- ihmisen rakenne, elintoiminnot ja ihmisten erilaisuus, ihmisen elämänkaari
- terveelliset elämäntavat
- ihmisen suhde luontoon ja rakennettuun ympäristöön, ympäristön suojeleminen

Näistä aihealueista fysiikan ja kemian ilmiöt liittyvät eniten kokonaisuuteen aine ja energia. Luonnontieteiden laajempi käsittely muiden aihealueiden yhteydessä vaatii opettajalta aktiivisuutta, ja opetusmateriaalin hankintaa ja uudelleen jäsentelyä.

POPS:ssa (1994) korostetaan luonnontieteiden opettamisessa seuraavien taitojen kehittämistä, samalla kun tutkitaan ja tutustutaan luontoon ja sen erilaisiin ilmiöihin:

- ilmiöiden havaitseminen
- kysymysten esittäminen ja ilmiöiden vertailu
- havaintojen tekeminen ja niiden kirjaaminen
- tulosten tulkitseminen ja niiden arvioiminen sekä
- johtopäätösten tekeminen

Varsinaisten opetussuunnitelmien lisäksi Suomen luonnontieteiden ja matematiikan opettamisen kehittämiseksi on viime vuosina perustettu erilaisia hankkeita ja projekteja. Yhtenä esimerkkinä LUMA hanke, johon kiinteänä osana kuuluu myös ala-asteen luonnontieteen opettamisen kehittäminen. LUMA on lyhennelmä sanoista luonnontieteet ja matematiikka. LUMA on Opetushallituksen ja Opetusministeriön vetämä kehittämishanke, jonka tavoitteena on nostaa matematiikan ja luonnontieteiden (mm. kemian ja fysiikan) osaaminen kansallisesti ja kansainvälisesti korkealle tasolle vuoteen 2002 mennessä. Opetusministeri julkaisi tavoitteen toteuttamiseksi talkoo-ohjelman huhtikuussa 1996. Opetushallituksessa oli perustettu LUMA -projektiyksikkö jo vähän aikaisemmin. Hankkeeseen kuuluu 25 kunnasta noin 120 pilottikoulua. Mukana ovat sekä ala- että yläasteet ja lukiot sekä ammatilliset oppilaitokset. Opetushallitus on tehnyt näiden kuntien ja koulujen kanssa sopimukset opetuksen kehittämisestä. Opetusmenetelmien kehittäminen on tärkeä LUMA -hankkeen painoalue. Se on merkinnyt kouluissa pyrkimystä konkreettisempaan opetukseen, ongelmanratkaisun painottamiseen, oppilaskeskeisten työtapojen kehittämiseen sekä toiminnallisuuden, kokeellisuuden ja tutkimuksellisuuden lisäämiseen. Osapuolet ovat sitoutuneet hankkeeseen vuoteen 2000 saakka. Kuntien ja koulujen osalta tämä merkitsee osallistumista opetuksen kehittämistoimintaan, muiden opettajien koulutusta ja taloudellista panostusta. Opetushallitus on puolestaan tukenut pilottiopettajien koulutusta ja arvioinut yhdessä pilottikoulujen kanssa niiden mahdollisuudet kehittyä matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen kehittämispisteiksi. (Seppälä 1997.)

### 5.3 Luonnontiede peruskoulussa

Luonnontieteitä ovat siis perinteisesti olleet ne tieteen alat, joissa voidaan löytää varmaa eli eksaktia tieteellistä tietoa ja teoriaa. Niitä ovat fysiikka ja kemia lähitieteineen, myös osa biotieteistä voidaan lukea eksakteihin luonnontieteisiin. Kuten ensimmäisessä

kappaleessa todettiin, luonnontiede pitää siis sisällään koko tieteellisen prosessin eikä vain yksittäisiä totuuksia. Kuitenkin termiä ympäristö- ja luonnontieto, joka on oppiaineen nimenä Suomen peruskoulun opetussuunnitelmassa, voidaan tulkita kokoelmana oikeaa varmaa tietoa aiheesta nimeltä ”luonto”. Siinä tieto nähdään valmiina saavutuksena, ei jatkuvasti kehittyvänä ja muuttuvana tutkimuksena. (Virtanen 1994, 15.)

Luonnontieteet tutkivat ihmistä ympäröivän luonnon rakenteita, ilmiöitä ja niiden selityksiä kokeellista menetelmää käyttäen. Luonnontieteissä ollaan kiinnostuneita siitä, mikä ilmiössä säilyy, ja miten siihen voidaan vaikuttaa. Näihin kysymyksiin etsitään täsmällisiä vastauksia mm. havaitsemalla ja mittaamalla. Luonnontieteiden todellisuuskäsityksen mukaan todella olemassa olevaa ovat vain luonnontieteellisin menetelmin havaittavissa ja tutkittavissa olevat oliot ja ilmiöt.

Koulussa luonnontieteitä on perinteisesti opetettu erillisinä aineina eikä niinkään menetelmällisenä kokonaisuutena. Luonnontieteellisiä kouluaineita ovat fysiikka, kemia, biologia ja osa maantietoa. Elottoman luonnon osalta luonnon ilmiöitä tutkii fysiikka ja elollisen luonnon osalta biologia. Maantieteestä selvästi luonnontieteellistä ainesta ovat geologia sekä planetaaristen ilmiöiden tutkiminen. Lisäksi matematiikka on lähellä kaikkea luonnontieteellistä tutkimusta, koska useimmat luonnontieteiden lainalaisuudet ja tulkinnat esitetään matemaattisin keinoin. (Virtanen 1994, 15 - 16.)

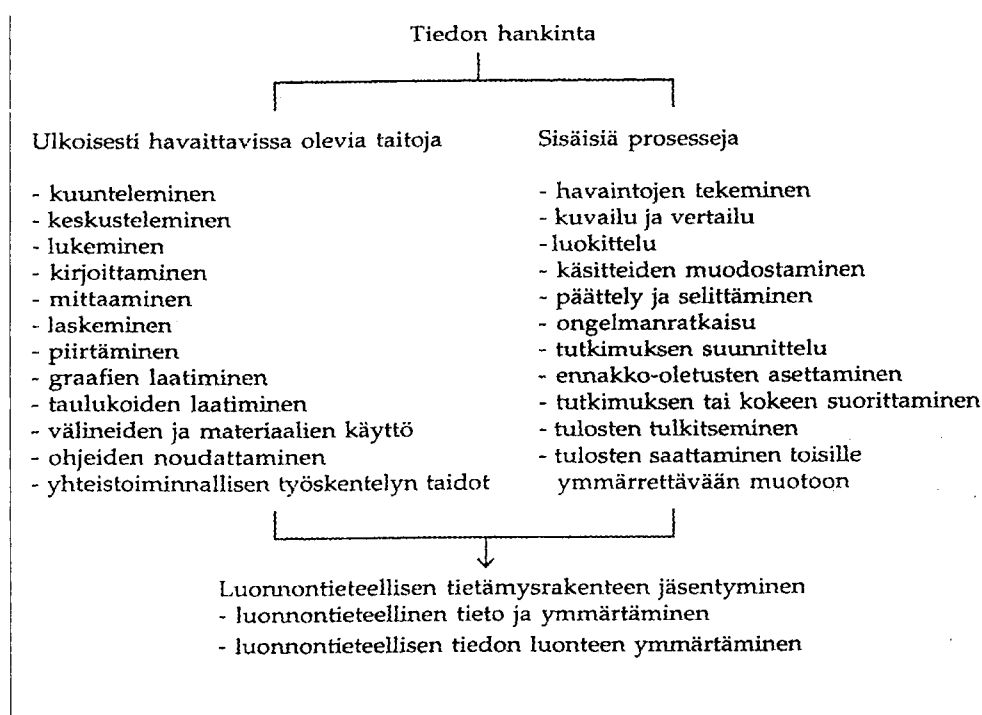
Perinteinen luonnontieteiden opetus koulussa on nähty ehdottomien totuuksien ja tietojen jakamisena, jossa oppilaan omaa luonnontieteellistä ajattelua ei korosteta eikä kehitetä. Tänä päivänä valmiiden ja ehdottomien tietojen oppimista ei painoteta, sillä luonnontieteiden tiedot ja totuudet muuttuvat ja kehittyvät jatkuvasti (Ojala 1997, 92). Nykyään pyritään oppilaan ajattelun kehittämiseen, ja tuetaan hänen kykyään arvioida erilaisen tiedon luotettavuutta. Lisäksi tärkeänä pidetään sitä, että oppilas oppii liittämään erilaisia tietoja toisiinsa.

Vuonna 1993 käynnistettiin hanke, jossa arvioitiin ja kartoitettiin luonnontieteiden opetuksen ja osaamisen sen hetkistä tilannetta lähinnä lukioissa. Arvioinnissa todettiin, että Suomen lukioissa opiskellaan liian vähän kemiaa ja fysiikkaa. Myös menestys näissä aineissa on kansainvälisessä vertailussa vaatimatonta. Tilanteen parantamiseksi Opetushallitus ehdotti näiden aineiden opetuksen lisäämistä ja tehostamista jo peruskoulun ala-asteella. Huomiota kiinnitettiin opettajien kelpoisuusvaatimuksiin ja asen-

teisiin sekä erilaisten työtapojen kehittämiseen. Varsinkin kokeellisen oppimisen mahdollisuuksiin haluttiin panostaa. (Sahlman 1994; Sahlman 1995.) Kun siis puhutaan uudesta ympäristö- ja luonnontieto nimisestä oppiaineesta ala-asteella, ei kysymyksessä ole varsinaisesti uudet oppisisällöt vaan paremminkin kyse on uusista opetusmenetelmistä ja kokonaisuuksien uudelleen jäsentelystä. (Virtanen 1994, 13 - 14.)

Luonnontieteelliselle opetukselle peruskoulussa ja ennen kaikkea ala-asteella on ominaista konkreettisuus. Opetuksessa lähdetään liikkeelle ympäristössä ja jokapäiväisessä elämässä havaittavista ilmiöistä. Ilmiöistä hankitaan tietoa havainnoimalla ja kuvaamalla, ilmiöitä pyritään myös selittämään ja nimeämään. Luonnontieteiden opetuksessa pyritään vertaamaan ilmiöitä ja löytämään yhdistäviä ja erottavia ominaisuuksia, joiden perusteella päästään käsiksi keskeisiin ilmiöihin ja voidaan muodostaa käsitteitä. Keskeisiä oppimisen menetelmiä ovat tutkiminen sekä ongelmien löytäminen ja ratkaiseminen. (Aho 1991, 9 - 11.)

Alla oleva kuvio osoittaa luonnontieteiden tiedonhankinnan monimuotoisuuden ja konkreettisuuden; tiedonhankinta on perustaitojen käyttöä ja soveltamista. Tiedon hankinnan ulkoisten ja sisäisten prosessien avulla luonnontieteellinen tietämysrakenne jäsentyy, mikä lisää tietoa ja ymmärrystä luonnontieteistä. Tiedon hankinnan monimuotoisuuden ansioista luonnontieteiden opiskelu tarjoaa paljon vaihtoehtoja erilaisille oppijoille, joka toteuttaa konstruktivismin periaatteita.



Menetelmällinen tieto ympäristö- ja luonnontiedon rakentumisessa (Aho 1999, 10).



Koulun luonnontieteiden opettamisen menetelmät ovat kehittyneet aikojen kuluessa erilaisten vallalla olevien oppimiskäsitysten mukaisesti. Traditionaalisessa opetuksessa kiinnitettiin huomiota lähinnä oppimistulokseen, jolloin oppilaille jaettiin valmista tietoa. Asioita opetettiin irrallisina ilman perustelua ja oppilaan omia kokemuksia ei huomioitu. Empiirisen opetuskäsityksen mukaisesti taas liikkeelle lähdettiin ympärillä havaittavista ilmiöistä, joiden pohjalta oppilaat tekivät kokeita. Kokeiden pohjalta opettaja opetti lainalaisuuksia ja asiaan liittyviä käsitteitä. Tämä tapa ei kuitenkaan huomioinut oppilaiden erilaisuutta oppijoina ja ennakkotietojen merkitystä oppimiseen. Vallalla oleva konstruktivistinen oppimiskäsitys sitä vastoin korostaa oppilaiden yksilöllisyyttä ja heidän aktiivista rooliaan oppimisessa. Irrallisten tietojen nähdään rakentuvan järkeviksi kokonaisuuksiksi oppilaan ajattelu- ja tietorakenteiden kautta. (Ahtee 1994, 55 - 58.)

Luonnontieteellinen tieto ja sen käsittely sekä oppiminen perustuvat luonnossa tapahtuvien ilmiöiden havainnointiin. Ilmiöitä pyritään selittämään ja muodostamaan niistä yksinkertaistettu selitysmalli. Jotta jokainen pystyisi ymmärtämään selityksen, täytyy luonnontieteessä olla yhteisiä käsitteitä, jotka perustuvat erilaisiin tutkimuksiin ja mittauksiin. Jos koulun luonnontiedon opetus poikkeaa paljon tästä yleisestä luonnontieteen toimintatavasta on oppilaan hankalaa ymmärtää luonnontieteellistä metodologiaa ja sen syvintä olemusta. Siksi koulun luonnontieteiden opetuksen pitäisikin pohjautua luonnontieteellisen metodin toteuttamiseen. (Kosonen 1994, 18.)

Koulun luonnontiedon opettamisen tulisi keskittyä entistä enemmän muutamien keskeisten sisältöjen opettamiseen. Niihin sitten palataan uudestaan ja uudestaan erilaisista näkökulmista ja mukaan liitetään muita vähemmän keskeisiä oppiaineita. Opettajan tulisi seurata jatkuvasti oppilaiden ajattelun kulkua ja pohjata opetuksensa siihen. Oppilaiden ajatuksia ja vastauksia ei tulisi arvioida liian jyrkästi, sillä usein opettajasta vääärältä ja jopa järjettömältä tuntuva vastaus voi oppilaan näkökulmasta olla hyvin perusteltu ja näin ollen ”oikea”. Oppilaiden vaihtoehtoiset selitykset ja niiden pohdittelu, kehittäminen ja arvioiminen ovat hyvä lähtökohta luonnontieteellisen ajattelutavan kehittymiselle ja omaksumiselle. (Ojala 1997, 91 - 93.)

## 5.4 Opetuksen tavoitteet

Suomen Peruskoulun opetussuunnitelman (1994) mukaan luonnontieteiden opetuksen tavoitteena on, että oppilas

- oppii luonnossa liikkuen hankkimaan elämyksiä, havaitsemaan luonnon kauneuden ja monimuotoisuuden sekä tuntemaan elottoman ja elollisen luonnon rakenteita ja vuorovaikutussuhteita
- oppii havainnoimaan elinympäristöään ja sen ilmiöitä sekä tekemään yksinkertaisia mittauksia ja kokeita myös omatekoisilla välineillä
- harjaantuu tekemään omien havaintojensa perusteella kysymyksiä ja johtopäätöksiä, kuvaamaan saamiaan tuloksia sekä keskustelemaan niistä
- oppii tutkimaan aineita ja niiden ominaisuuksia sekä tutustuu energian merkitykseen luonnon prosessien ylläpitäjänä
- oppii tuntemaan eliöitä ja niiden elinympäristöjä sekä ymmärtämään eliökunnan sukulaisuussuhteita
- harjaantuu hahmottamaan maaston, kuvan ja kartan suhdetta sekä piirtämään ja tulkitsemaan yksinkertaisia karttoja
- oppii rakentamaan jäsentyneen kuvan Maasta taivaankappaleena ja maantieteellisenä kokonaisuutena sekä tutustuu ihmisen toimintaan maapallon eri alueilla
- oppii havaitsemaan ja seuraamaan ihmisen aiheuttamia muutoksia sekä luonnossa että rakennetussa ympäristössä, ja etsimään ongelmien ratkaisukeinoja ja vaikuttamisen mahdollisuuksia.

Fysiikan ja kemian opetuksen tavoitteista tärkeimpänä pidetään luonnontieteellisen ajattelun (nature of science) kehittämistä. Siihen kuuluvia taitoja ja niiden tavoitteiksi asettamista voidaan lähestyä esimerkiksi Gagnén tavoitehierarkian pohjalta seuraavan luettelon tapaan (Meisalo & Lavonen 1994, 9):

- mieleen painaminen ja mieleen palauttaminen
- tiedon hankinta (havaitseminen, mittaaminen, aikaisemman tiedon hyväksikäyttö)
- tietojen jäsentäminen, käsitteiden muodostaminen

- tietojen luotettavuuden, tarkkuuden ja sovellettavuuden arviointi
- induktiivinen ja deduktiivinen päättely, analogia- ja symmetria-ajattelu, luova ongelmanratkaisu

Koska tavoitteisiin kuuluu tiedollisten sisältöjen lisäksi myös luonnontieteellisen tutkimusmenetelmän hallinta ja kokeelliseen lähestymistapaan pyrkiminen, tulee opetuksessa ja arvioinnissa, tiedon käsitteellisen hallinnan lisäksi, painottaa tietojen soveltamisen ja tutkimustulosten tulkitsemista sekä kokeellisen työskentelyn taitojen omaksumista. Koulun tehtävänä on tarjota oppilaille monipuolisia oppimisympäristöjä ja kehittää näin oppilaan tietoja ja taitoja sekä koko persoonallisuutta täysimääräisesti. Oppimisympäristöä voidaan tarkastella myös esimerkiksi työelämän näkökulmasta ja kysyä, mitä fysiikan ja kemian opetuksen tarjoamia tietoja ja taitoja tarvitaan modernissa työyhteisössä. Näitä tietoja ja taitoja ovat kognitiiviset taidot, laboratorio- ja kenttätyöskentelyn taidot, ihmissuhdetaidot ja itsenäisen persoonallisuuden taidot. (Meisalo & Lavonen 1994, 8 - 11.)

Peruskouluun kohdistuneessa arvostelussa on toistuvasti kiinnitetty huomiota siihen, että irrallisten pikkutietojen mieleen painamisella ja muilla perustoiminnoilla on liian suuri merkitys. Luova ongelmanratkaisu ei onnistu, jollei sitä rakenneta laajan tietopohjan ja monipuolisten päättelytaitojen pohjalta. (Meisalo & Lavonen 1994, 8 - 11.)

### 5.5 Haasteita luokanopettajien koulutukselle

Ahtee ja Rikkinen (1995) ovat todenneet, että luonnontieteiden osaamiseen pitäisi kiinnittää enemmän huomiota jo ala-asteen opettajien perus- ja täydennyskoulutuksessa. Luokanopettajat erikoistuvat vain harvoin luonnontieteisiin, koska heillä on usein jo opetukseen hakeutumisvaiheessa negatiivisia ennakkokäsityksiä fysiikasta ja kemiasta. He pitävät näitä aineita turhina ja ikävinä. (Ahtee 1992.)

Opettajankoulutuksen pitäisi antaa kokemuksia oppiaineen luonteen ja erityispiirteiden yhdistämisestä oppimis- ja opetusteorioihin. Luonnontieteiden opettamisen tulisi perustua aina luonnontieteen olemuksen, opetusteorian ja oppimisteorian saumattomaan yhdistelmään. (Duschl & Hamilton 1992, 1 - 2.)

Luokanopettajat ovat kuitenkin avainasemassa negatiivisten ennakkoluulojen ja asenteiden poistamisessa, koska he vastaavat ala-asteikäisten lasten kouluopetuksesta. Tämän ikäisten lasten luontainen kiinnostus suuntautuu luonnontieteiden alueelle. Tätä luontaista ennakkoluulottomuutta ja innokkuutta kaikenlaiseen kokeilemiseen ei koulussa saisi hukata, vaan sitä olisi käytettävä hyväksi myös luonnontieteiden opetuksessa. Kokeilemisen, tekemisen ja oivaltamisen kautta tehdyt havainnot ja opitut perusilmiöt ovat tällöin hyvänä pohjana myöhemmin tapahtuvalle syvälliselle ymmärtämiselle. Samalla oppilaille tarjoutuu mahdollisuus tutustua yksinkertaisiin kokeellisiin tutkimusmenetelmiin ja välineisiin. (Toropainen 1994, 19.)

Luonnontieteiden opettajan on tunnettava ja otettava huomioon lapsen tapa havainnoida, kysyä ja selittää luontoon liittyviä asioita. Se on välttämätöntä, jotta opetus voidaan suunnitella ja toteuttaa lasten edellytyksiä ja odotuksia vastaavaksi. Opettajan on osattava yleistää oppilaiden ikä- ja kehityskauden tarjoamat mahdollisuudet ja rajoitukset opetuksen suunnittelussa. Sen lisäksi opettajalla on oltava tilannetajua ja havainnointi- ja soveltamiskykyä jokaisen oppilaan yksilöllisen tilanteen hahmottamiseksi ja hyödyntämiseksi. (Aho 1987, 41.) Kaikesta edellä mainitusta seuraa, että opettajan pedagogiset ja ihmistuntemukselliset taidot korostuvat luonnontieteiden tietotaitojen rinnalla. Tämän päivän ongelmana voidaan varmasti pitää sitä, että vaikka opettajan taidot yksilöllisyyden huomioimiseen olisivat erinomaiset, estävät liian suuret luokkakoot yksilökeskeisyyden toteutumisen käytännön luokkatilanteessa.

Perinteisesti opettajalta on vaadittu opettamansa aineen hyvää tiedollista hallintaa. Yksinomaan oppiaineen hallinta ei kuitenkaan riitä, sillä opettajan tiedon aineksia on Akselan mukaan yhteensä seitsemän, joiden muodostamasta kokonaisuudesta rakentuu opettajan ammattitaito. Oppiaineen tietoaineksen hallinta sisältyy ensimmäiseen kohtaan: aineen sisältötieto, muita opettajan tiedon aineksia ovat yleinen pedagoginen tieto, opetussuunnitelmätieto, pedagoginen sisältötieto, tieto oppijoista ja kasvatusympäristöstä sekä tieto kasvatuksen päämääristä. Vahva aineenhallinta on siis olennaista, mutta erityisesti luokanopettajan työssä korostuu opettajan pedagoginen tietämys aineen opettamisesta. (Aksela 2001, 5.)

Luonnontieteidenkin opetuksessa opettajan olisi tärkeää hahmottaa konstruktivismin perusajatus, jonka mukaan oppimista tapahtuu vain kun oppilaan tarkkaavaisuus ja va-

likoivuus saadaan aktivoitua opeteltavan aiheen keskeisiin sisältöihin. Opettajan on kyettävä luomaan oppilaan mieleen ristiriitaitilanteita arkitiedon ja tieteellisen tiedon välille niin paljon, että tieteellisellä tiedolla on mahdollisuus syrjäyttää väärät käsitykset. (Rauste- von Wright 1997, 30.)

Opettaja ei voi kuitenkaan tuudittautua hyvin hallittuun opetusteoriaan vaan opetettava olevan aiheen tiedot ja teoriat on aina päivitettävä ennen opettamistapahtumaa. Ellei opettaja hallitse opetuksensa sisältöä hyvin, on mahdotonta joustaa ja toimia ongelmanratkaisijan mallina yllättävissä tilanteissa. Oppilaiden arkikäsitusten ymmärtäminen vaatii myös sisällöllistä hallintaa. (Rauste-von Wright 1997, 34.)

Tänä päivänä luonnontieteen opettajan on nähtävä päätavoitteenaan oppilaiden luonnontieteellisen ajattelun kehittäminen ja tutkimalla oppimisen periaatteen toteuttaminen. Nämä ajatukset ovat opettamisen tukipilareita vaikka niiden toteuttamiseen löytyy useita erilaisia vaihtoehtoja. (Kosonen 1994, Esipuhe.)

Luonnontieteen opettamisen tason parantamiseksi opettajankoulutuksessa tulisikin panna enemmän konstruktivistisen oppimiskäsityksen sisäistämiseen. Opettajan tulee ymmärtää, ei vain opetella ulkoa, konstruktivistisen oppimiskäsityksen pedagogiset linjat. Opettajan on osattava säädellä oppimisympäristöjä, luokan ilmapiiriä ja vuorovaikutussuhteita. Tämä edellyttää hyviä ihmissuhdetaitoja, kontekstisidonnaisuutta ja ajatteluprosessien ymmärtämistä. (Rauste-von Wright 1997, 34 - 36.)

Koulutuksen on tarjottava opettajille mahdollisuudet luoda entistä monipuolisempia oppimisympäristöjä, jotka edistävät ajattelun kehittämistä. Nykyisin pinnalla oleva puhe kokeellisuudesta lisää ehkä tunnilla tehtyjen kokeiden ja demonstraatioiden määrää, mutta pelkkä tekeminen ja kokeileminen ei riitä. Opettajan on pystyttävä luomaan oppilaille ennako-odotuksia, jotka motivoivat oppilaita havainnoimaan tilannetta. Oppilaiden arkikäsitusten muuttuminen edellyttää omien tietojen puutteellisuuden oivaltamista. Opettaja voi tukea tätä kehitystä ohjaamalla oppilaiden havainnointia, tulkintaa ja johtopäätösten tekemistä. Koulussa tapahtuvan kontrolloimattoman tutkimisen on miltei mahdotonta johtaa tieteellisiin oivalluksiin. (Ojala 1997, 93.)

Arkikäsitusten osuutta, niin opettajan omassa opetuksessa kun oppilaan oppimisessakin, tulisi ehdottomasti korostaa enemmän. Luonnontieteellisen ajattelun ja luonnon-

tieteellisen tiedon muuttumista ja perusolemusta tulisi käsitellä enemmän. Oman kokemuksemme pohjalta opettajankoulutuksessa on luonnontieteiden osalta vielä paljon kehittämistä. Konstruktivismi ja kokeellisuus luonnontieteiden opettamisessa jäävät helposti pelkäksi ”sanahelinäksi” ilman konkreetteja esimerkkejä niiden toteutuksesta opetuksessa. Ilman näitä perusteita aktiivisenkin aloittelevan opettajan on vaikea kehittää omaa luonnontieteiden opettamistaan.

## 6 LÄMPÖ-OPPI

### 6.1 Tietoisku opettajalle

Mitä on lämpö?

Nykyisen tieteen käsityksen mukaan lämpö on aineen pienimpien osasten eli atomien ja molekyylien liikettä, ja se ilmenee niiden yhteisenä liike-energiana ja liikemääränä. Kiinteissä aineissa osaset värähtelevät, nesteissä molekyylit vaeltelevat ja kaasuissa ne liikkuvat melko vapaasti. Termofysiikka eli lämpöoppi tutkii lämpöä ja sen vaikutuksia aineeseen sekä aineiden termisiä eli lämpöominaisuuksia. Termodynaamisia suureita ovat esimerkiksi paine, tilavuus ja lämpötila.

Lämpöopin pääsäännöt

Kokeellisesti voidaan havaita, että kun kuuma ja kylmä esine ovat kosketuksissa, kuuma esine jäähtyy ja kylmä lämpenee. Vastaavasti voidaan tulkita, että sekoitettaessa esimerkiksi kuumaa vettä ja kylmää vettä, kuuma vesi luovuttaa lämpöä kylmälle vedelle, joka vastaanottaa lämpöä. Esineiden tai tarkemmin sanottuna systeemien lämpenemistä ja yleisesti kaikkia lämpöopin ilmiöitä hallitsee kaksi kokeellista lakia eli lämpöopin kaksi pääsääntöä.

1. Ensimmäinen pääsääntö on yleisesti voimassa oleva energian säilymislaki: energiaa ei voida luoda eikä hävittää. Tämä voidaan kirjoittaa esimerkiksi muodossa: Kun kaksi eri lämpötilassa olevaa systeemiä yhdistetään, kylmempi vastaanottaa yhtä suuren määrän lämpöä kuin lämpimämpi luovuttaa.
2. Toinen pääsääntö ilmaisee, mihin suuntaan tapahtumat kulkevat. Lämpö siirtyy kuumemmasta systeemistä kylmempään, kunnes systeemien välillä ei ole lämpötilaeroa.
3. Usein puhutaan myös lämpöopin nollannesta pääsäännöstä. Kun eri lämpötiloissa olevat esineet tai systeemit ovat riittävän kauan kosketuksissa, niiden lämpötilaerot tasoittuvat. Ne saavuttavat saman loppulämpötilan. Tätä kutsutaan termiseksi tasapainoksi.

## Lämpötilan mittaaminen

Meillä on mielikuva lämmöstä sellaisena kuin me sen tunnemme lämpöaistillamme.

Lämpötilan käsite on saanut alkunsa havainnosta, jonka mukaan esineet voivat tuntua kylmiltä, lämpimiltä tai kuumilta. Aistihavainto on kuitenkin epäluotettava ja sen vuoksi tarvitaan lämpömittareita. On olemassa erilaisia lämpömittareita, joiden toiminta perustuu erilaisiin asioihin. Tavallisimpien mittarien eli esimerkiksi perinteisen elohopeaa sisältävän kuumemittarin ja ulkolämpötilamittarin toiminta perustuu niissä olevan nesteen lämpölaajenemiseen eli siihen, että aineen tilavuus kasvaa, kun lämpötila kasvaa. Tämä johtuu siitä, kun molekyylien nopeus kasvaa, ne tarvitsevat suuremman tilan. Pääsääntöisesti lämpölaajeneminen pätee kaikkiin aineisiin, mutta esimerkiksi vedellä on harvinainen ominaisuus, sen tilavuus pienenee, kun sitä lämmitetään  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  jäältä  $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$  vedeksi. Muiden lämpömittarien toiminta perustuu esimerkiksi aineen sähkönjohtokyvyn muutokseen lämpötilan kasvaessa tai hehkuvan kappaleen värin mittaamiseen.

Kukin lämpömittarityyppi toimii vain rajoitetulla lämpötila-alueella. Tämän vuoksi eri lämpötila-alueilla on tarvitaan eri tyyppisiä mittareita ja mitta-asteikkoja.

### Lämpötila-asteikot:

- Celsius -asteikko: Celsius (1742) valitsi kalibrintipisteiksi veden sulamis- ja kiehumispisteet. Celsius-asteikossa sulamispiste on  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  ja kiehumispiste  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Fahrenheit -asteikko: Veden sulamispiste on  $32\text{ }^{\circ}\text{F}$  ja kiehumispiste  $212\text{ }^{\circ}\text{F}$ .
- Kelvin -asteikko: Asteikkoväli on sama kuin celsiusasteikossa.

Lämpötilan yksikkönä on Kelvin (K).

Kelvin on absoluuttinen lämpötila-asteikko, jonka 0-kohta on absoluuttinen nollapiste. Kokeellisesti on todettu, että kaikkien kaasujen paine riippuu samalla tavalla lämpötilasta. Kaasun paine näyttäisi tulevan nolaksi, kun lämpötila lähestyy arvoa  $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Tätä lämpötilaa kutsutaan absoluuttiseksi nollapisteksi. Myös kaasun tilavuus kutistuisi nolnaan tässä lämpötilassa. Kyseessä on kuitenkin ajatuskoe, sillä kaikki todelliset kaasut tiivistyvät nesteeksi riittävän alhaisessa lämpötilassa. Hyvin lähelle absoluuttista nollapistettä on päästy (erityisesti Teknillisessä korkeakoulussa Otaniemessä), mutta sitä ei voida täysin saavuttaa.



## Olomuodonmuutokset

Suomessa yleisessä käytössä oleva Celsius -asteikko perustuu siis veden olomuodonmuutospisteisiin seuraavasti: sulavan jään tai jäätyvän veden lämpötila pysyy samana koko muutoksen ajan. Tämä lämpötila on veden sulamispiste. Kiehuvan veden lämpötila ei myöskään muutu. Tämä on veden kiehumispiste. Myös paine vaikuttaa olomuotoon ja olomuodon muutoksiin. Paineen suurentaminen alentaa sellaisten aineiden sulamispistettä, jotka kiinteytyessään laajenevat kuten tapahtuu esimerkiksi vedelle sen jäätyessä. Korkealla vuoristossa, jossa ilmanpaine on alhainen, kiehuvan veden lämpötila voi olla jopa vain 80 °C. Alhaisissa lämpötiloissa atomit värähtelevät tietyillä paikoillaan tasapainokohtansa ympärillä. Lämpötilan kasvaessa värähtely kasvaa kunnes atomit, niiden muodostamat molekyylit tai ionit irtoavat toisistaan ja lähtevät liikkeelle. Syntyy nestettä, jossa molekyylit liikkuvat melko vapaasti, mutta liike rajoittuu kuitenkin nestepinnan sisään. Kun lämpötila kasvaa enemmän, molekyylit läpäisevät nestepinnan ja vapautuvat kaasuksi. Kiinteässä olomuodossa molekyyleillä on vähiten liike-energiaa. Kaasussa sitä on runsaimmin. Kun kiinteä aine sulaa, se tarvitsee lisäenergiaa. Tätä lisäenergiaa kutsutaan sulamislämmöksi.

- **Sulamminen** on kiinteän olomuodon muuttumista nesteeksi.
- **Jähmettyminen** on nestemäisen olomuodon muuttumista kiinteäksi.
- **Haihtuminen** on nestemäisen tai kiinteän aineen muuttumista kaasuksi lämpötilasta riippumatta.
- **Höyrystyminen** on nesteen muuttumista kaasuksi aineen kiehuessa. **Kiehuminen** on voimakasta haihtumista, jossa kaasua muodostuu myös nesteen sisällä eikä vain pinnassa. Höyrystymistä tapahtuu aineen kiehumispisteessä esim. vedellä 100 °C.
- **Sublimoituminen** on kiinteän aineen muuttumista suoraan kaasuksi.
- **Tiivistyminen** on kaasun muuttumista nesteeksi.
- **Härmistyminen** on kaasun muuttumista suoraan kiinteään olomuotoon.

Miten lämpö siirtyy paikasta toiseen?

Lämpö siirtyy aina systeemistä, jonka lämpötila on korkeampi, systeemiin, jonka lämpötila on matalampi. Siirtymistä tapahtuu niin pitkään kun systeemien lämpöero on tasaantunut kokonaan. Lämpö siirtyy kolmella eri tavalla:

### 1. Lämmön johtuminen:

Lämpö johtuu aineen sisällä tai toisissaan kiinni olevista aineista toiseen lämpöenergian aiheuttaman atomien ja molekyylien liikkeen kautta. Aineen lämmittäminen lisää atomien ja molekyylien liikettä ja saa aina lähimmät atomit värähtelemään. Esim. lämpö johtuu keittolevystä kattilaan ja siitä teeveeteen.

### 2. Lämmön kulkeutuminen:

Kulkeutuminen eli konvektio on lämmön kuljetusta liikkuvan aineen mukana.

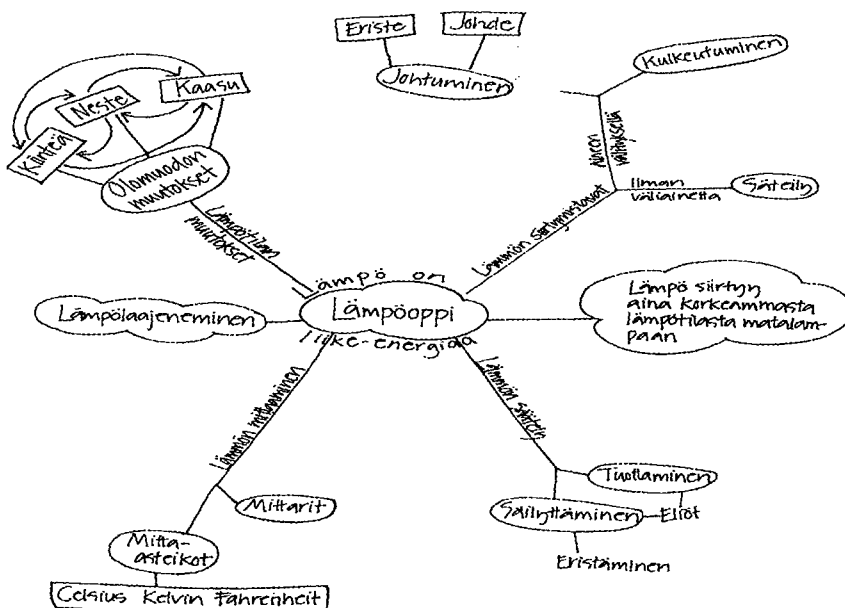
Esimerkkeinä lämmön kulkeutumisesta ovat tuulet ja tavallinen keskuslämmitys. Auringon lämmittäessä alimpia ilmakerroksia syntyy voimakkaita ylöspäin suuntautuvia konvektiovirtauksia, joita linnut ja purjelentäjät käyttävät hyväkseen.

### 3. Lämmön säteily:

Säteilyn avulla lämpö voi siirtyä ilman väliaineen apua. Esim. auringon ja hehkulampan energia siirtyy säteilemällä.

Aineita, jotka johtavat hyvin lämpöä sanotaan lämpöjohteiksi ja aineet, jotka estävät tai hidastavat lämmön johtumista ovat lämpöeristeitä. Aineet, joiden tiheys on suuri johtavat hyvin lämpöä, koska niissä atomien ja molekyylien liike siirtyy helposti viereisiin atomeihin. Hyviä lämpöjohteita ovat mm. metallit. Parhaita lämpöeristeitä ovat sellaiset materiaalit, jotka sisältävät paljon paikallaan pysyvää ilmaa. Ilma siis kuljettaa lämpöä mukanaan, mutta johtaa sitä erittäin huonosti.

Lämpöopin sisältö:



## 6.2 Lämpöoppi peruskoulun ala-asteella

Kuten edellä on todettu, nykyinen Peruskoulun Opetussuunnitelman Perusteet ei sisällä tarkkoja luetteloita siitä, mitä asioita ala-asteella tulee opettaa. Luonnontiedon kohdalta ei myöskään ole lueteltu, mitä oppilaiden tulee osata siirtyessään yläasteelle. Monet yläasteen fysiikan ja kemian opettajat ovat kritisoineet tavoiteluettelon puutetta, koska ala-asteen oppilaiden yleisessä tietotasossa on suuria eroja koulu- ja luokkakohtaisesti. Esimerkiksi lämpöoppi mainitaan opetussuunnitelmassa vain seuraavassa lauseessa:

*Luonnontieteen opetukseen kuuluu jokapäiväisten sähkään, lämpöön, valoon ja ääneen liittyvien ilmiöiden tutkiminen.* Koulujen ja opettajien harteille jää siis suuri vastuu oppisisältöjen tarkemmasta määrittelystä. Koulukohtaiset opetussuunnitelmat vaihtelevat suuresti parin paperin yleisestä linjauksesta hyvinkin tarkkoihin eri vuosiluokkien aihejakoihin. Seuraavissa kappaleissa ja kuviossa hahmotellaan yleisesti ala-asteen lämpöopin sisältöjä. Pohjana hahmottelulle vuoden 1985 Peruskoulun Opetussuunnitelman Perusteet ja parin yksittäisen ala-asteen koulun oma opetussuunnitelma.

Kuten Ahtee (1994) toteaa, ei lämpötiläkäsitteen opettelemiseksi riitä se, että opetellaan lukemaan lämpömittaria. Oppilaan on hahmotettava lämpötila mitattavan aineen tai esineen tilaa kuvaavaksi suureksi, jotta hän pystyisi ymmärtämään lämpötiläkäsitteen. Oppilaan tulee selittää itselleen, miten erilaiset lämpömittarin lukemat liittyvät omiin lämpötuntemuksiin.

Lämpöä kuten muitakin luonnontieteen aihealueita lähestytään ala-asteen opetuksessa ympäröivän luonnon lämpöilmiöiden kautta (Makkonen & Sihvonen 1998, 88). Alimmilla luokka-asteilla tutustutaan lämmön lähteisiin ja vaikutuksiin luonnossa ja yhteiskunnassa. Tärkeimpään lämmönlähteeseemme eli Aurinkoon kiinnitetään paljon huomiota. Auringon lämmön vaikutuksiin ja vaihteluun löytyy jokapäiväisestä ympäristöstämme lukuisia tuttuja esimerkkejä, kuten lumen ja jään sulaminen keväällä auringon lämpövaikutuksen lisääntyessä. Palamisessa vapautuva lämpöenergia on oppilaille tuttu esimerkiksi nuotion ja kynttilöiden kautta. Keskittymällä perusasioihin ja tuttuihin ilmiöihin saadaan vähitellen yhdistettyä arkitietoon tieteellistä tietoa. Opettaja voi siis joko tukea lapsen omia arkitietoon perustuvia käsityksiä tai sitten ohjata lapsen ajattelun kehittymistä tieteellisempään suuntaan (Ahtee 1994, 52 - 53.) Kun alemmilla luokilla on tutustuttu lämmön vaikutuksiin ympäristössä, ja siihen mistä lämpöä tulee, voidaan seuraavilla luokka-asteilla mieltä ja tutustua tarkemmin, lämpötiläkäsitteeseen,

lämpötilan mittaamiseen ja erilaisiin mittareihin. Tässä yhteydessä on luonnollista ottaa esille esimerkiksi lämmön siirtymistavat, lämpöjohteet ja lämpöeristeet. Taas lähestymistapana ovat päivittäisen elämän ilmiöt: ihmiset käyttävät paljon erilaisia materiaaleja ja teknisiä laitteita lämmön tuottamiseen, lämmön säilyttämiseen tai lämpötilan alentamiseen.

Monissa kouluissa varsinaiseen lämpöopin opettamiseen varattu tuntikehys jää vähäiseksi. Kuitenkin aiheeseen on mahdollista tutustua syvällisesti, jos opettaja itse sisältää lämpöopin tärkeän ja kiinteän yhteyden muihin luonnontieteellisiin, yhteiskunnallisiin tai maantieteellisiin aiheisiin. Seuraavassa muutamia esimerkkejä siitä, miten lämpöopin asioita voidaan käsitellä luontevasti muiden ala-asteen sisältöjen lomassa.

#### LÄMPÖOPIN SISÄLTÖJEN INTEGROINTI MUIHIN AIHEKOKONAISUUKSIIN

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Äidinkielen taidot liittyvät luonnontieteen raportointiin, kuvailuun ja esittelemiseen</li> <li>- Matematiikan keinoin voidaan todistaa ja tutkia monia luonnontieteen ilmiöitä</li> <li>- Luonnontieteen historia yhdistetään aikakauden yleiseen historiaan</li> </ul>		
<p><b>LÄMMÖN LÄHTEET JA VAIKUTUKSET LIITTYVÄT KIINTEÄSTI ESIM. SEURAAVIIN AIHEISIIN:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- AURINKO</li> <li>- ENERGIA</li> <li>- RUUANSULATUS</li> <li>- YHTEYTTÄMINEN</li> <li>- VUODENAJAT</li> <li>- TULI &amp; PALAMINEN</li> <li>- ELÄMÄN ELINEHDOT</li> <li>- LÄMPÖVYÖHYKKEET</li> <li>- KASVILLISUUS</li> <li>- VYÖHYKKEET</li> <li>- KASVIHUONEILMIÖ</li> </ul>	<p><b>LÄMPÖTILAN MITTAAMINEN ON HELPPO OTTAA ESILLE MM. SEURAAVISSA AIHEISSA:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SÄÄILMIÖT</li> <li>- VUODENAJAT</li> <li>- OLOMUOTOJEN MUUTOKSET</li> <li>- RUUANVALMISTUS</li> <li>-ERILAISIA MITTA-ASTEIKOITA</li> <li>- ERILAISIA MITTAREITA</li> </ul>	<p><b>LÄMMÖN SIIRTYMINEN JA SÄILYMINEN LIITTYY ESIM. SEURAAVIIN AIHEISIIN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- TUULET</li> <li>- KONEET (JÄÄKAAPPI...)</li> <li>- RUUANVALMISTUS</li> <li>- RUUAN SÄILYTYS</li> <li>- IHMISEN LÄMMÖNSÄÄTELY</li> <li>- TASA- JA VAIHTOLÄMPÖISET ELÄIMET</li> <li>- RAKENNUSKULTTUURIT</li> <li>- ELÄMISEN EROT ERI MAAPALLON OSISSA</li> <li>- VEDENKIERTOKULKU</li> </ul>

## 7 ETNOGRAFINEN TUTKIMUSOTE

Seuraavassa luvussa kuvailemme etnografista tutkimusotetta. Koska etnografinen tutkimusote oli meille melko vieras ja löysimme vain muutaman esimerkin koulussa suoritetuista etnografisista tutkimuksista, olemme koonneet tähän suhteellisen laajan ja yksityiskohtaisen, mutta yleisen tietopaketin etnografiasta. Omaa etnografista tutkimustamme käsittelemme tarkemmin luvussa 8.

Etnografialla tarkoitetaan antropologista tutkimusmenetelmää tai tutkimustekstiä. Etnografia on eräs havainnoinnin muoto, joka tapahtuu kauttaaltaan sosiaalisen todellisuuden luonnollisissa olosuhteissa. (Eskola & Suoranta 1999, 104.) Etnografia on laadullisen tutkimuksen työtapana, jolla pyritään selvittämään monimutkaisia sosiaalisia ilmiöitä havainnoimalla ja osallistumalla tutkittavien elämään. Etnografiaa pidetään yhtenä tapaustutkimuksen lajina (Syrjälä & Numminen 1988), jonka keskeisenä tavoitteena on löytää ja esittää tapoja, joilla ihmiset tietyissä tilanteissa ymmärtävät, toimivat ja selittävät toimintaansa. Etnografian avulla tutkittavan ilmiön sisältöä tutkitaan tutkittavien omien kokemusten kautta ja kontekstiin sidottuna.

Etnografisessa tutkimuksessa tutkija ja tutkittava ovat aktiivisissa rooleissa, ja molemmilla on tutkimusta muokkaava asema. Tutkija pyrkii ymmärtämään tapahtumia osallistujien näkökulmasta katsottuna. Ymmärryksen lisääminen ja inhimillisen ajattelun ja diskurssin lisääminen ovat etnografikon tavoitteita. Etnografisen tutkimuksen avulla ei pyritä löytämään lopullisia ”totuuksia” vaan rakentamaan tulkintaa, jossa tutkija yhdistää teoreettisen tietämyksensä sekä omat ja tutkittavien kokemukset: tutkimuksessa merkittävää on siis produktin lisäksi prosessi. (Syrjälä & Ahonen & Syrjäläinen & Saari 1994, 68.)

Etnografisessa tutkimuksessa ”aineistolla” tarkoitetaan kentältä kerättyä dokumentaarista materiaalia, josta analyysin kautta rakentuu itse tutkimuksen aineisto. Tutkimuksessa käytetään yleensä useita aineistokeruumenetelmiä, joista yleisimpiä ovat osallistuva observointi, haastattelut ja keskustelut. Kenttämuistiinpanoja, ääni- ja kuvanauhoitusta sekä valokuvausta käytetään myös apuna. (Syrjäläinen 1990, 16.) Etnografisessa tutkimuksessa aineistonkeruu on ennalta määräämätöntä. Tietojen analysoinnissa ei käytetä valmiita luokkia vaan luokat jäsentyvät aineiston pohjalta. Etnografisen tutkimuksen aineisto muodostuu kaikesta kentällä kerätystä materiaalista, mikä saattaa

joskus aiheuttaa myös ongelmia, sillä materiaalia kerääntyy poikkeuksetta liikaa. Pääasialliset aineistonkeruumenetelmät ovat haastattelu ja osallistuva observointi sekä kenttämuistiinpanojen tekeminen ja erilaisten kirjallisten raporttien kerääminen (esim. oppilaiden aineet, oppilaskortistot, todistukset ja tuntisuunnitelmat). Tärkeää on myös tutkimuskohteessa oleminen, toimintaan osallistuminen ja keskustelut kaikkien halukkaiden kanssa. Apuna voidaan vielä käyttää ääni- ja kuvanauhoitusta. Etnografinen tutkimus on luonteeltaan dynaaminen ja jatkuvasti elävä prosessi, jonka aikana aineistonkeruutarpeet muuttuvat ja varsinkin loppuvaiheessa turhaa materiaalia saattaa olla kertynyt paljonkin. (Syrjälä & Ahonen & Syrjäläinen & Saari 1994, 83 - 88.)

Lopullisten tulosten tulkinnassa kiinnitetään erityistä huomiota teorian sopivuuteen tulosten ja tulkinnan kanssa. Koska tutkimusprosessi elää ja muuttuu tutkimuksen kuluessa, on teoriapohjaa peilattava tutkimusosioon koko ajan, jotta se ei putoa kyydistä tutkimuksen muutoksissa. Uskottavia tutkimustuloksia saadaan vain kun ne pohjaavat laajasti esiteltyyn teoriapohjaan. (Fetterman 1989, 15.)

Etnografinen tutkimus on kokemalla opitun kuvaamista, jonka aikana tutkija elää tutkittavassa ympäristössä ja koettaa nähdä ympäristön todellisuuden tutkittavien silmin. Etnografisessa tutkimuksessa ei hajoteta toiminnallista kokonaisuutta paloihin vaan pyritään näkemään tilanne kokonaisvaltaisesti. Etnografian ongelmana on se, että kun tutkija elää tutkittaviensa kanssa ja muodostaa heihin väkisininkin tunnesuhteita, voi tutkimuksesta tulla liian subjektiivinen ja vaikutelmanvarainen. Tämä ongelma voidaan välttää ns. tiheällä kuvauksella, jolloin tutkittuja tilanteita kuvataan mahdollisimman tarkasti ja elävästi. (Eskola & Suoranta 1999, 106 - 107.)

Etnografisen tutkimuksen onnistumiseen vaikuttaa ratkaisevasti tutkijan oma aktiivisuus. Lisäksi tutkimusta edesauttaa tutkittavien positiivinen suhtautuminen asiaan. Etnografisen tutkimuksen tekeminen alkaa väljän suunnittelun pohjalta, ja se on luova ja pitkäjänteinen prosessi, joka sisältää jatkuvasti uusia käännteitä ja oivalluksia. Syrjälä ym. (1994) vertaavat etnografista tutkimusta ”pyörivään myllyyn, jossa teoreettisesti ja osin käytännössäkin voidaan erottaa tiettyjä tutkimusvaiheita, mutta jossa nämä vaiheet nivoutuvat toisiinsa ja tutkimus etenee prosessina”. (Syrjälä & Ahonen & Syrjäläinen & Saari 1994, 81.)

Etnografisen tutkimuksen analyysi on kvalitatiivista sisällönanalyysia, joka perustuu useimmiten haastattelurunkoon, mutta jossa oleellista on etenkin tutkijan oma ajattelu ja pohdinta. ”Analyysin onnistuminen ja tulosten luotettavuus riippuvat tutkijan teoretisoinnista, minkä onnistuminen taas riippuu tutkijan perehtyneisyydestä omaan aineistoonsa ja kirjallisuuteen” (Syrjälä & Ahonen & Syrjäläinen & Saari 1994, 89).

Etnografisen tutkimuksen analyysi alkaa yleensä jo kenttätöväaiheessa. Tutkimusprosessin aikana tutkijan tulisi opiskella omaa aineistoaan, pohtia ja tarkentaa tutkimustehtäväänsä ja lukea kirjallisuutta. Lopullinen analyysi aloitetaan kun koko aineisto on koossa ja puhtaaksi kirjoitettu. Tämän jälkeen aloitetaan karkea luokitus, joka perustuu tutkimustehtävään. Valmiita luokkia tutkija saa yleensä jo haastattelurungosta. Karkeiden luokkien tai teemojen muodostuttua tutkija aloittaa uuden analyysikerroksen, jonka aikana karkeat luokat ja teemat rakentuvat osakategorioihin. Tässä vaiheessa tutkija alkaa vertailla kategorioita ja etsiä asiayhteyksiä ja mahdollisia ristiriitaisuuksia eli tutkimuksia puoltavia ja kumoavia ilmiöitä. Etnografiassa puhutaan ristiinvalidioimisesta, jolla tarkoitetaan omien päätelmien ja luokituksen varmentamista tarkastelemalla luokan tai päätelmän esiintymistä eri tavoin hankitussa aineistossa. Etnografisessa tutkimuksessa tämä on mahdollista, koska aineistoa kerätään monin eri tavoin. (Syrjälä & Ahonen & Syrjäläinen & Saari 1994, 89.)

Lopullinen luokitus edellyttää, että tutkijalla on käytössään selkeitä teoreettisia käsitteitä ja näkökulmia. Teorian avulla ei ole tarkoitus muokata aineistoa vaan rikastuttaa sitä. Analyysin kautta syntyy näin tulkinta, joka nousee pelkän tapauskuvauksen yläpuolelle, ilmiöiden ja teemojen tasolle. Kouluetnografinen tulkinta eli tulosten tarkastelu voi ankkuroitua esimerkiksi koulutuspoliittisiin, sosiologisiin, sosiaalipsykologisiin tai psykologisiin tarkasteluihin. Tulosten tarkastelu ja tulkinta voi olla yksilökeskeinen, kuvaileva ja ymmärtävä tai yhteisö- ja yhteiskuntakeskeinen, jolloin tutkimus on kantaa ottava ja kriittinen. (Syrjälä & Ahonen & Syrjäläinen & Saari 1994, 90.)

Etnografisen tutkimuksen pääasiallinen tavoite on onnistunut tulkinta. Tulkinnalla tarkoitetaan tutkimustulosten ja analyysin tulosten yhteyteen ja ympärille rakentuvaa tulkintaa, jossa tuloksia tarkastellaan teoreettisella tasolla. Onnistuneella tulkinnalla ilmeinen tulee ilmeisemmäksi tai kyseenalaiseksi, tulkinnalla voidaan myös tuoda esiin piileviä piirteitä. Etnografisen tutkimuksen tulkinnalla sosiaalisten ilmiöiden tarkoitukset ja merkitykset paljastuvat, ja sen avulla nähdään selvimmin, mitä kaikkea saattaa

kytkeytyä vastaavanlaisiin tilanteisiin. Tulkinnalla voidaan myös selvittää asioiden yhteyksiä toisiinsa. Tulkinnalla pyritään siis tekemään selväksi ja ymmärrettäväksi tutkimuksen kohdetta. Etnografisessa tutkimuksessa tulkintaa pyritään tekemään koko tutkimuksen ajan, mikro- ja makrotasolla. Tutkimuksen alussa tutkijalla on yleensä holistinen kuva tutkittavasta ilmiöstä, jolloin ajattelua kehitellään makrotasolla. Tutkimustehtävän tarkentuessa ajattelua käydään mikrotasolla, mutta lopullisessa tulkinnassa palataan yleensä makrotasolle, jossa mikrotason tuloksia tarkastellaan yleisemmällä ja teoreettisemmalla tasolla. (Syrjälä & Ahonen & Syrjäläinen & Saari 1994, 96 - 98.)

Etnografisen tutkimuksen raportoinnissa tutkijan tulee kiinnittää Syrjälän ym. (1994) mukaan huomiota seuraaviin kolmeen seikkaan:

- 1) Raportoinnin tulee olla koko ajan kiinni kontekstissaan. Tutkija ei saa hukata tutkittujen todellisuutta ja raportoinnin pohjalla pitää olla tutkittujen omat kokemukset.
- 2) Raportoinnin tulee olla yksityiskohtaista ja selkeää. Raportoinnin laatu vaikuttaa suoraan tutkimuksen luotettavuuteen ja lukijalle on selkeän raportoinnin kautta annettava mahdollisuus arvioida tutkimuksen luotettavuutta ja tulkinnan osuvuutta.
- 3) Tutkijan on raportoinnissaan vakuutettava lukija tutkimuksen totuudenmukaisuudesta käyttämällä riittävästi lainauksia alkuperäisaineistosta. Lainausten kautta lukijan on helppo saada elävä mielikuva tutkimustodellisuudesta.

Tutkimuksen raportoinnissa saattaa esiintyä eettisiä ongelmia, jos tutkija haluaa suojata tutkittavansa, koska tutkittavien henkilöllisyyden salaaminen saattaa heikentää kuvauksen yksityiskohtaisuutta ja elävyyttä.

Etnografisen tutkimuksen raportoinnissa tutkija voi käyttää omia kirjoittamisen lahjojaan, ja parhaimmillaan etnografinen tutkimus on hauskaa ja mielenkiintoista luettavaa. Raportoinnissa tulee ottaa huomioon kohderyhmä, jolle tutkimus on tarkoitettu ja suhteuttaa kieli sen mukaisesti. (Syrjälä & Ahonen & Syrjäläinen & Saari 1990, 99.) Etnografisesta tutkimuksesta kirjoitetussa raportista selviää tarkkoja yksityiskohtia, ja laajoja kuvauksia tiiviisti yhdistettynä tutkimuksen teoriaan ja kehykseen. Raportin uskottavuus ja tutkijan henkilökohtainen ote asiaan tulee ilmi kirjoitustyylistä. (Fetterman 1989, 104.)



Etnografisen tutkimuksen luotettavuutta voidaan tarkastella aivan samoin kuin missä tahansa tutkimuksessa, ja termien reliabelius ja validius käyttökin on sallittua. Etnografisen tutkimuksen yhteydessä voidaan puhua myös uskottavuudesta. Syrjälä ym. (1994, 100) viittaavat Goetziin ja LeCompteen, joiden mukaan ulkoisen reliabeliuden tarkastelussa oleellisia seikkoja ovat tutkijan asema, informaattoreiden valinta, olosuhteet, käsitteiden määrittely, aineiston keruu ja analyysi.

Tutkijan asemalla tarkoitetaan tutkijan roolia tutkimukseen nähden. Tutkijan henkilökohtaiset kokemukset tai tutkimukseen liittyvät seikat, kuten tutkittaviin liittyvät sympatiat tai antipatiat saattavat uhata luotettavuutta jos niihin ei osata kiinnittää huomiota. Tutkijan tulisikin koko tutkimuksen ajan kirjata ylös omia tunteitaan ja ajatuksiaan ja raportoida ne luotettavuustarkastelun yhteydessä. Tutkijan roolin vaikutuksia ei kokonaan pystytä eliminoimaan, mutta toisaalta juuri tutkijan oma taito asettua tilanteisiin luontevalla tavalla takaa sen, että tutkimuksella saadaan syvällistä tietoa.

Informaattoreiden valintaan tutkija voi yleensä vaikuttaa. Etnografisessa tutkimuksessa on sallittua esim. pintahaastatella suuri joukko informaattoreita ja valita sitten syvähaastatteluun ne, joilla oli asiasta eniten sanottavaa. Tämänkaltainen valinta ei vääristä tuloksia, sillä etnografi ei ole yksin haastattelutulosten varassa. Tutkimusolosuhteet vaikuttavat tuloksiin ja esim. haastattelun onnistuminen on paljonkin kiinni olosuhteista, joissa se suoritetaan.

Käsitteiden määrittelyssä tulee olla tarkka ja perusteellinen ja varmistaa, että tutkija ja tutkittava puhuvat samaa kieltä. Käsitteiden epämääräisyys vaikeuttaa analysointia ja heikentää luotettavuutta. Raportoinnin osalta on epäonnistuttu jos lukijalle jäävät epäselviksi keskeiset käsitteet. Luotettavuutta voidaan lisätä seikkaperäisellä raportoinnilla. Sisäinen reliabelius varmistetaan käyttämällä ääni- ja kuva/videotallenteita. Tutkijakollegan läsnäolo helpottaa sisäistä reliabeliustarkastelua.

Validiteettitarkastelussa Syrjälä ym. (1994, 101) viittaavat jälleen Goetziin ja LeCompteen, jotka erottavat sisäisen ja ulkoisen validiteetin. Sisäistä validiteettiä uhkaavat eniten tutkijan vaikutukset ja väärät johtopäätökset. Ulkoisen validiteetin selvittäminen voidaan tehdä vertailtavuuden ja siirrettävyyden tarkastelun avulla. Ulkoisen validiteetin uhkat vältetään raportoimalla tutkimuksen eri vaiheet, käsitteet, tekniikat ja teoria mahdollisimman tarkasti. Etnografisen tutkimuksen validiteetti saadaan yleensä

varsin hyväksi; aineistoa kerätään ja tallennetaan monin eri tavoin, mikä mahdollistaa ristiinvalidoinnin. Etnografisen tutkimuksen ajallinen kesto vähentää osaltaan validiteettiuhkia. Lopullinen luotettavuustarkastelu jää kuitenkin tutkimuksen lukijalle, mikä osoittaa raportoinnin tärkeyden.

Etnografian luotettavuustarkasteluissa korostetaan objektiivisuuden sijaan subjektiivisuutta, joka ei kuitenkaan tarkoita mielivaltaa. Subjektiivisuus, jolla tarkoitetaan tutkijan ja tutkittavan läheistä vuorovaikutusta, on etnografisessa tutkimuksessa valtava voima. Tutkijan ja tutkittavan suhde saattaa heikentää luotettavuutta, jos tutkimuksen vaiheita ei raportoida tarkasti. Lukijalle pitää käydä selväksi tutkimuksen vaiheet, jotta hän voisi tehdä omat johtopäätöksensä tutkimuksen luotettavuudesta.

## 8 TUTKIMUS

Tutkimuksessamme havainnoimme omaa opetustamme, luokan oppilaiden toimintaa ja oppimista sekä luokan ilmapiiriä. Tutkimus toteutettiin lämpöä käsittelevänä teemakonaisuutena, joka kesti yhteensä viisi tuntia. Tutkimuksessa käytettiin pääasiallisena tutkimusmetodina etnografista tutkimusotetta. Tutkimuksestamme löytyy myös tapaututkimuksen piirteitä, sillä se koskee juuri tätä kyseistä teemaopetusta eikä sen tuloksia voi suoraan yleistää muihin tilanteisiin. Koska toimimme itse luokan opettajina ja tutkimme omaa, toistemme ja oppilaiden toimintaa on tutkimuksemme myös toimintatutkimus.

### 8.1 Tutkimuksen taustaa

Suomessa luonnontieteiden opetusta on tutkittu pääasiassa yläasteen ja lukion näkökulmasta. Tutkimukset ovat keskittyneet usein yksittäisten käsitteiden ymmärtämisen tutkimiseen. Lämpötila -käsitteen ymmärtämistä ja kehittymistä on tutkinut esim. Maija Ahtee (1993) sekä ala-aste että yläaste -ikäisillä oppilailla. Myös Erätuuli (1984;1987) on tutkinut lämpötila käsitteen ymmärtämistä yläasteikäisillä oppilailla. Viiri on tutkinut yläasteen oppilaiden voimakäsityksiä (1995) ja luonnontieteen kokeellista opetusta ja mallintamista (1998). Varhaiskasvatuksen ympäristö ja luonnontiedon opetusta on tutkinut mm. Leena Aho. Sari Havu (2000) on tutkinut esikouluikäisten oppilaiden käsitteiden muutosta fysikaalisissa ilmiöissä (kelluminen, uppoaminen ja valo). Kaikissa näissä tutkimuksissa on saatu samansuuntaisia tuloksia siitä, ettei oppilaiden arkikäsitteitä ole helppo muuttaa tieteelliseen suuntaan. Parhaiten se onnistuu kokeellisen ja oppilaan ajatteluprosessia tukevan opetuksen kautta, joka perustuu huolelliseen lähtötason mittaukseen. Perinteisellä ”kirja ja liitu -opetuksella” saadaan hyviä oppimistuloksia heti opetuksen jälkeen, mutta usein tieto on ulkoa opittua. Syvällisempää ymmärtämystä on vaikeampi saada aikaan tällä menetelmällä, sillä oppilaan ajattelun muutos eli oppiminen vaatii tiedon rakentumista kokemusten ja aiempien tietojen pohjalle.

Opettajankoulutuksen näkökulmasta luonnontieteellistä oppimista ja ajattelua ovat tutkineet mm. Maija Aksela (1998) ja Jorma Ojala (1993; 1997). Tutkimusten tulokset osoittavat, että usein luokanopettajaopiskelijoiden luonnontieteelliset tiedot ovat heikkoja ja virheellisiä. Opiskelijoiden oma koulu-aika ja juurtuneet virheelliset arkikäsitteet vaikuttavat opiskelijoihin negatiivisena asennoitumisena luonnontieteitä kohtaan (Ahtee 1992). Edelleen Aksela on kehittänyt tiedekerhotoimintaa, joka perustuu ni-

menomaan positiiviseen asennoitumiseen ja tekemisen kautta oppimiseen. Toiminnan tavoitteena on kehittää opettajaopiskelijoiden omaa luonnontieteellistä ajattelua, ja samalla luoda mallia lasten uudistuneelle opettamiselle. Tutkimustulokset osoittavat kokeellisuuden olevan erittäin tärkeä edellytys oppilaiden kiinnostuksen herättämiselle ja sitä kautta luonnontieteen oppimiselle. Oman tutkimuksemme yhtenä tausta-ajatuksena on sekä opettajaksi opiskelevien että oppilaiden kiinnostuksen herättäminen ja rohkaisu erilaisiin kokeiluihin.

Myös tutkimustieto siitä, että lapsi oppii luonnontieteellistä ajattelua parhaiten itse kokeilemalla ja tekemällä, on innoittanut meitä tämän tutkimuksen teossa. (POPS 1994, 78). Luonnontieteiden opetuksessa tekemällä oppimisen vaatimus on yleensä aika hyvin täytetty, sillä oppilaat saavat useimmiten itse tehdä ja kokeilla erilaisia asioita luonnontieteiden tunneilla. Toisaalta luonnontieteiden opetuksessa sorrutaan helposti ”kikkailuun”, jonka tuloksena syntyy kyllä hienoja laitteita, seinätauluja tai kaavioita, mutta hämärän peittoon jää se, mitä oppilas todella oppi. (Meisalo & Lavonen 1994, 23; Viiri 1998, 42.)

Luonnontieteiden monimuotoisuuden vuoksi ei voida sanoa, että on vain yksi tapa opettaa ”hyvin”. Se, miten opetetaan ei olekaan kovin olennaista vaan olennaista on se, että oppimista tapahtuu (Lahdes 1997, 152 - 153). Opetuksen lähtökohtana tulisi olla aina oppilaan tarpeet. Jos tarpeet huomioidaan ja otetaan opetuksen pohjaksi jo suunnitteluvaiheessa voidaan olla melkein varmoja, että oppimista tapahtuu, sillä motivoitunut lapsi oppii uusia asioita helposti ja lähes rajattomasti!

## 8.2 Tutkimustehtävä ja ongelmat

Tutkimuksemme tehtävänä on selvittää:

**Miten aloitteleva luokanopettaja onnistuu konstruktivistiseen oppimisteoriaan pohjautuvassa luonnontieteiden opetuksessa?** Tavoitteena on kehittää ja testata mallia, jota seuraamalla on helpompaa ottaa huomioon tärkeitä opetukseen ja sen suunnitteluun liittyviä asioita. Tähän tehtävään vastataksemme toteutimme tutkimuksen koulu- luokassa etnografista tutkimusmetodia käyttäen. Suunnittelimme luonnontieteen opettamisjakson, jossa toimimme itse tutkijoina, opettajina ja osallistuvina havainnoijina. Havainnoinnin tukena käytimme videokameraa, jotta voimme etnografisen tutkimus-

metodin mukaisesti muistaa ja kuvata koettuja asioita tarkasti. Tutkimuksemme ongelmat ovat:

- **Miten oppilaiden tiedolliset taidot lämmöstä kehittyivät?**
- **Miten oppilaiden havainnointitaidot kehittyivät?**
- **Kuinka konstruktivistisuus ja kokeellisuus näkyivät opetuksessamme?**
- **Miten onnistuimme lämpöteeman suunnittelussa ja toteutuksessa?**

Tutkimusongelmiemme pohjalta analysoimme opetuksen suunnittelua ja toteutusta. Analyysin pohjalta hahmottelimme mallin, jonka avulla konstruktivismiin pohjautuvan luonnontieteiden opetusjakson suunnittelu onnistuu aloittelevalta luokanopettajalta.

### 8.3 Tutkimuskohde ja osalliset

Tutkimuksemme toteutettiin Jyväskylän kaupungin ala-asteen koulussa neljännellä luokalla. Koulu on suuri kaupunkikoulu, jossa on luokkia kaksi kullakin luokka-asteella. Luokkakoot ovat suhteellisen suuria. Tekemäämme tutkimukseen osallistui yksi neljäs luokka eli 9-10-vuotiaita oppilaita yhteensä 29. Luokan valinta tutkimukseen kävi helposti, sillä toinen tutkijoista toimi luokan opettajana tutkimuksen aikaan. Lupa tutkimuksen suorittamiseen saatiin koululta helposti, koska tutkimuksemme ei häirinnyt normaalia koulutyöskentelyä juuri ollenkaan. Luokan varsinainen opettaja suhtautui hyvin myönteisesti luokassa toteutettavaan lämpöteemaan ja tutkimukseen. Tutkijat sulautuivat kouluyhteisöön helposti, sillä toinen tutkijoista oli entuudestaan tuttu koulussa. Toisaalta tutkimus toteutettiin vain yhdessä luokassa, jonka opettajana toinen tutkija toimi, joten yhteistyö koulun muiden opettajien kanssa ei ollut tarpeen.

Tutkimuksen onnistumisen kannalta oli tärkeää, että toinen tutkijoista oli toiminut luokassa ennen tutkimusta. Luokan opettajana toiminut tutkija opetti luokkaa kolme viikkoa ennen tutkimusta, jona aikana hänellä oli hyvät mahdollisuudet tutustua oppilaisiin ja selvittää, minkä tyyppisiä ongelmia luokassa oli, ja mitkä asiat sujuivat hyvin. Tämä tieto oli tärkeää teeman työtapojen valinnassa.

Tutkimuksen aikana luokassa oli koko ajan kaksi tutkijaa, joista toisella oli tietoisesti enemmän asiantuntijan rooli. Luokassa opettajana toimiva tutkija oli enemmän opettajan ja organisaattorin roolissa. Kahden tutkijan läsnäolo mahdollistivat monipuolisen havainnoinnin työskentelyn aikana, ja suuren luokan hallinta oli helpompaa kun pai-

kalla oli kaksi henkilöä. Luokan ilmapiiri tutkimuksen aikana oli rento, ja lapset näyttivät siltä, että he eivät kokeneet olevansa tarkkailun alla. Työskentelyn aikana oppilaat uskalsivat kysyä, ja luokassa opettaneen tutkijan näkökulmasta luokka toimi sille ominaisella tavalla. Tutkimustilanteen luonteva nivoutuminen muun koulutyön oheen vähensi oppilaiden ennakkoluuloja tutkimusta kohtaan ja edesauttoi tutkimuksen onnistumista. Tutkijoidenkin kannalta tilanne oli luonnollinen, sillä tutkimuksen aikaan luokassa ei ollut muita opettajia.

Tutkimus toteutettiin normaalien koulupäivien aikana yhteensä viitenä päivänä yksi tai kaksi tuntia kerrallaan. Aihealue (”lämpö”) liittyi saumattomasti ympäristö- ja luonnontiedon oppiaineeseen. Etnografisen tutkimuksen tekemisen kannalta tilanne oli ihanteellinen, koska tutkimus pystyttiin toteuttamaan luonnollisessa ympäristössä normaalien opiskelun ohessa. Luokan opettajana toimineen tutkijan yhteistyö lasten kanssa ennen tutkimuksen alkua edesauttoi tutkimuksen onnistumista ja helpotti toisen tutkijan mukanaoloa. Tästä syystä voidaan olettaa, että saadut tuloksetkin ovat niin aitoja kuin toista ihmistä tai hänen toimintaansa tutkittaessa voidaan saada.

Vaikka toinen tutkijoista tunsi jo oppilaat entuudestaan, tutkimuksen alkaessa oli epävarmaa, miten osaksi teemaa suunniteltu, tutkimuksen kannalta erityisen tärkeä pysäkkityöskentelyjakso, onnistuisi näinkin isossa ryhmässä. Näin suuren luokan hallinta vaatii opettajalta paljon, mistä johtuen opetus on paljon opettajajohtoista ja yksilötyötä. Kun valitsimme pääasialliseksi työskentelytavaksi suhteellisen vapaan pysäkkityöskentelyn, otimme tietoisesti riskin epäonnistumisesta. Toisaalta halusimme nimenomaan testata, että osaammeko suunnitella sellaisen teemajakson, jonka vetäminen onnistuisi suurelle ja ehkä valitsemiimme työskentelytapoihin tottumattomallekin ryhmälle. Suunnitteluvaiheessa kiinnitimme erityistä huomiota lasten motivoimisen keinoihin, mikä oli erittäin tärkeää tutkimuksen onnistumisen kannalta. Luokan suuri koko ja erittäin aktiivinen luonne olisivat voineet muodostua kompastuskiveksi, jos tutkijoilla ei olisi ollut kokemusta lasten kanssa työskentelystä yleensä, ja hieman kokemusta juuri tästä luokasta.

Luokan ilmapiiri on yleensä aktiivinen, ja joukossa on muutamia oppilaita, joilta koulutyö ei tahdo onnistua millään. Näinkin suureen luokkaan mahtuu monenlaisia oppilaita, ja toinen ääripää onkin erittäin hyvät ja lahjakkaat oppilaat, joiden varaan voi laskea monia asioita. Heidän esimerkkinsä kannustaa yleensä hieman heikompiakin yrit-

tämään. Luokan ajoittainen rauhattomuus ei ollut lämpöteeman aikana negatiivista vaan kääntyi pääosin positiiviseksi aktiivisuudeksi.

#### 8.4 Aineiston keruu

Tutkimuksemme aineisto kerättiin etnografisen tutkimusotteen mukaisesti monin eri menetelmin. Etnografian luonteen mukaisesti aineistonkeruu ei ollut tarkasti ennalta määrättyä vaan aineiston keruun tarpeet hahmottuivat tutkimuksen kuluessa. Lähtö- ja välitason mittaukset suoritettiin kirjallisen kyselyn avulla. Pääasiallisena aineistonkeruumenetelmänä on osallistuva havainnointi, jonka tukena käytämme videokuvausta. Myös tulosten analysoinnissa käytettävät luokitukset muokkautuivat aineiston pohjalta. (Syrjä & Ahonen & Syrjäläinen & Saari 1994, 83 - 84.)

Kuten edellä tuli ilmi aineistomme kerättiin pääasiallisesti osallistuvan observoinnin avulla. Molemmat tutkijat olivat aktiivisesti mukana opetuksessa, ei vain tutkijoina vaan myös suunnittelemalla toteuttamalla ja arvioimalla opetusta. Tutkijat eivät olleet oppilaille ulkopuolisia tarkkailijoita, mikä osaltaan paransi ilmapiiriä luokassa; kellekään ei ollut oloa tutkimuksen kohteena olemisesta. Oppilaille kerrottiin kyllä etukäteen, että luokassa toteutettava lämpöteema liittyy pro gradu -työhömmö, mutta kukaan oppilaista ei palannut aiheeseen myöhemmin. Teema nivoutui luontevasti normaalin koulutyön oheen eikä tutkimuksen tekeminen aiheuttanut käytännön ongelmia koulutyössä. Kahden opettajan (tutkijan) yhtäaikainen läsnäolo luokassa ei myöskään aiheuttanut hämmennystä, koska molemmilla tutkijoilla oli teemaa eteenpäin vievä rooli. Tutkijat olivat luokassa yhtä aikaa yhteensä viisi kertaa tunnin tai kaksi kerrallaan. Tutkijoiden tietoisesta observoinnin lisäksi spontaania havainnointia tapahtui yhden tutkijan toimesta yhteensä kahdeksan viikkoa eli koko sen ajan, minkä tutkija toimi luokan opettajana.

Suurin osa luokan tapahtumista videoitiin, jotta aineiston analyysivaiheessa voitiin käyttää videokuvaa muistin tukena. Videokuvan lisäksi voitiin tarkastella lähemmin hyviksi osoittautuneita tilanteita. Oppilaiden kommentit ja toiminnot ovat tutkimuksemme kannalta ensiarvoisen tärkeitä, jotta voisimme kehittää opetuksen malliamme edelleen.

Keskustelut tutkijoiden välillä, omien tunteiden ja kokemusten jakaminen sekä analysoiminen puhumalla, olivat olennaisessa osassa opetuksen suunnittelun mallin luomis-

ta. Fenomenologiaan kuuluva aineiston keruu ja analysointi täydensi ja vahvisti tutkimusmateriaaliamme.

### 8.5 Aineiston analyysi

Aineistoa kertyi odotetusti erittäin paljon, koska luokassa tehtiin monia lämpöön liittyviä asioita ja tehtäviä tutkimuksemme aikana. Pelkästään opetuskeskusteluista olisi muistiinpanoja tehden saanut riittävästi aineistoa tutkimustamme varten. Etnografian pääperiaatteiden mukaisesti karsimme aineistoamme niiltä osin, jotka eivät omaa tutkimustamme mainittavasti hyödyttäisi (esim. tunnin alun pistokokeet ja eriyttävät tehtävät). Analyysin alle otimme varsinaisesti neljä osa-aluetta. Alussa tehty alkukysely kiinnosti meitä erityisesti siksi, että sen avulla saimme selville, mikä on oppilaiden lähtötaso. Alkukyselyyn kiinteästi liittyi lopuksi tehty lähes samanlainen loppukysely. Kyselyjen vastauksia ryhmittelemällä ja vertailemalla arvioimme oppimista tiedollisten tavoitteiden osalta. Oli mielenkiintoista nähdä, miten oppilaiden ajatukset muuttuivat lähtötilanteeseen verrattuna.

Videonauhan ja oppilaiden kirjallisten vastausten pohjalta tarkastelimme oppilaiden havainnointia. Realistisen kuvan saamiseksi kuvasimme tarkemmin muutamia tilanteita luokassa havainnoinnin aikana. Tutkimuksen kuluessa keskustelimme usein omista tuntemuksistamme ja kokemuksistamme luokassa. Keskustelujen valossa pohdimme onnistumistamme lämpöteeman suunnittelussa ja toteutuksessa.

Analyysin aikaa vievin osuus oli tutkimusmateriaalin karsinta, lajittelu ja ryhmittely. Kriteerinä karsinnassa oli aineiston vastaavuus kehittyneeseen tutkimustehtävään. Kuten luvussa seitsemän todettiin, etnografisen tutkimuksen analyysi alkaa jo kenttätyövaiheessa. Luokassa tapahtuvan tutkimusprosessin aikana seurasimme kertyvää aineistoa, etsimme kirjallisuudesta lisätietoa aineistoa tukemaan ja muotoilimme tutkimusongelmiamme aineistosta nousevien kysymysten pohjalta. Tarkempaan käsittelyyn valittu aineisto kirjoitettiin puhtaaksi ja esim. videomateriaalia litteroitiin kirjalliseen muotoon. Varsinainen analyysi aloitettiin, kun olimme saaneet koko aineiston kokoon ja kirjoitettua puhtaaksi. Aluksi pyrimme jakamaan oppilaiden vastaukset luokkiin. Luokat nousivat fenomenologian mukaisesti oppilaiden vastauksista. Oppilaiden kirjalliset tuotokset alku- ja loppukyselyistä sekä havainnointitehtävistä sisälsivät materiaalia, jonka pohjalta tutkimme oppilaiden tietojen ja taitojen kehittymistä ja sitä kautta oman



opetuksemme onnistumista. Videomateriaalin, muistiinpanojen ja opetussuunnitelmien avulla tarkastelimme konstruktivismiin ja kokeellisuuden näkymistä opetuksessamme. Ylös kirjattuja mietteitä tarkastelimme siltä kannalta, että näkisimme onnistumisia ja epäonnistumisia.

Karkean jaottelun jälkeen luokittelimme ja ryhmittelimme materiaalin tarkemmin. Esimerkiksi alku- ja loppukyselyjen vastauksia jaoimme edelleen luokkiin ja etsimme alkukyselyn vastausten luokille vastaavuuksia loppukyselyn luokista. Ryhmittelyä jouduttiin muokkaamaan ja muuttamaan monta kertaa tarkemman tarkastelun yhteydessä. Esimerkkejä luokittelusta löytyy liitteistä 3 ja 6. Ryhmittelyn jälkeen etsimme eri aineistomuotojen esim. alkukyselyn vastausten ja videokuvan analyysin väliltä yhtäläisyyksiä ja eroavaisuuksia. Etnografiassa puhutaankin ristiinvalidioimisesta, jolla tarkoitetaan omien päätelmien ja luokituksen varmentamista tarkastelemalla luokan tai päätelmän esiintymistä eri tavoin hankitussa aineistossa. (Syrjälä & Ahonen & Syrjäläinen & Saari 1994, 89.) Omassa tutkimuksessamme tämä toteutui hyvin, koska aineistoa oli hankittu usealla eri tavalla, ja koska paikalla oli kaksi tutkijaa. Vertailimme myös molempien tutkijoiden havaintoja ja muistiinpanoja keskenään ja vertailimme niitä edelleen videoon kyseisestä tilanteesta. Jotta pystyimme luomaan lopulliset luokitukset joutuimme tarkastelemaan tutkimuksemme teoriaa ja käsitteitä, jotta näkökulma olisi yhtenevä sekä tutkimus- että teoriaosuudessa.

## 8.6 Tutkimuksen tulkinta ja raportointi

Jotta tutkimuksestamme olisi hyötyä tulevaisuudessakin, panostimme aineiston tulkintaan ja pyrimme yhdistämään sen teoriataustaan. Pyrimme edelleen liittämään tutkimuksemme ympäröivän yhteiskunnan ilmiöihin eli tässä tapauksessa tutkimustuloksista pyritään löytämään linkkejä koulumaailmaan. Tulkinnassa tuomme esiin tutkimuksemme keskeiset piirteet sekä pohdimme opetuskokonaisuuteen kuuluvien tapahtumien tarkoitusta ja merkitystä. Huolimatta siitä, että kysymyksessä on yksittäinen tapaustutkimus tulkinnan yhtenä tavoitteena on nähdä niitä ilmiöitä, joita saattaa kytkeytyä muihin vastaavanlaisiin ilmiöihin. Tulosten tulkinnan avulla pyrimme löytämään aineiston ja todellisuuden yhteyksiä. Lisäksi kokoamme yksittäiset osat kokonaisuudeksi ja peilaamme syntynyttä kokonaisuutta hahmottelemaamme teoriaan. Tulkinnan avulla löytyvät myös vastaukset tutkimusongelmiimme. Tutkimuksesta saatujen kokemusten ja aineiston tulkinnan keskeisenä tavoitteena on rakentaa luonnontieteellisen aihekokonaisuuden

naisuuden opetusmalli. Malli muokkautuu edelleen tutkimusaineiston analyysin pohjalta.

Tutkimuksemme tarkan raportoinnin kautta toivomme lukijan saavan mahdollisimman luotettavan ja totuudenmukaisen kuvan tutkimuksestamme. Helpottaaksemme todenmukaisen käsityksen muodostamista olemme liittäneet raportointiin esimerkkejä aineistosta (mm. oppilaiden vastauksia alku- ja loppukyselyyn, videon litterointi, osia oppilaiden havainnointivastauksista), lisää tietoa kiinnostuneelle lukijalle löytyy liiteosiosta. Tutkimuksemme raportointiin olemme liittäneet muutamia kuvioita ja taulukkoja, jotka sisältävät tiivistetysti tutkimuksemme keskeisimpiä asioita.

Tutkimuksen luotettavuustarkastelussa keskeistä on tutkijoiden yhteistyö. Vaikka etnografisen tutkimuksen luotettavuustarkasteluissa korostetaan objektiivisuuden sijaan subjektiivisuutta, se ei kuitenkaan tarkoita mielivaltaa aineiston keruussa ja tulkinassa. Subjektiivisuudella tarkoitetaan etnografisessa tutkimusotteessa tutkijan ja tutkittavan läheistä vuorovaikutusta, joka nähdään etnografisen tutkimuksen voimana. Toisaalta tutkijan ja tutkittavan suhde saattaa heikentää luotettavuutta, jos tutkimuksen vaiheita ei raportoida tarkasti. Validiteetin mittarina pidetään tutkimusprosessin tarkkaa raportointia. Luotettavuuden parantamiseksi olemme pyrkineet tarkkaan raportointiin ja huomioineet koko ajan molempien tutkijoiden näkemykset asioista. Molempien tutkijoiden läsnäolo tutkimustilanteessa mahdollistaa tapahtumien tarkastelun ja vertailun kahden eri havainnoijan näkemänä, minkä ansiosta yksittäisen tutkijan subjektiivinen näkökulma ei pääse vääristämään tuloksia. Koska lukija viimekädessä arvioi tutkimuksemme validiutta, olemme raportoinnissa pyrkineet antamaan riittävästi tietoa prosessin etenemisestä, jotta lukija voi muodostaa todenmukaisen kuvan tapahtumista.

Tulkinnan ja raportoinnin yksi tavoite on tutkimuksen yleistettävyyden selvittäminen. Syrjän ym. (1994, 102) mukaan etnografisen tutkimuksen yleistettävyys nojaa kontekstikeskeisyyteen ja fenomenologiseen aspektiin. Jos tässä kykenee löytämään joitain lainalaisuuksia, voidaan etnografista tutkimusta pitää merkittävänä ja tuloksia yleistettävänä. Yleistettävyyden kriteerinä voidaan pitää ns. analyttistä yleistämistä, jolloin pyritään osoittamaan teoreettisten olettamusten paikkansapitävyys sekä yleistämään näitä teorioita ja kytkemään tuloksia kirjallisuuteen. Toinen tapa on ns. luonnollinen yleistäminen, jolloin lukijalle annetaan mahdollisuus yleistää tutkimustuloksia omaan tilanteeseensa ja arvioida tutkimuksen soveltuvuutta ja käyttöarvoa. Käyttöarvoa pide-

täänkin keskeisenä kriteerinä kun arvioidaan etnografista tutkimusta. (Syrjälä & Ahonen & Syrjäläinen & Saari ym. 1994, 100 - 102.) Jos yleistettävyyden kriteeriksi otetaan käyttöarvo, voidaan tutkimustamme pitää jollain tasolla yleistettävänä, sillä luomallamme konstruktivistisella luonnontieteiden opetuksen mallilla on selkeä funktio aloittelevan luonnontieteiden opettajan välineenä luonnontieteiden opetuksessa.

## 9 LÄMPÖTEEMA

### 9.1 Lämpöteeman suunnittelu

Ensimmäisessä vaiheessa, sen jälkeen kun olimme saaneet selville koulun ja luokan, jossa toteuttaisimme tutkimuksemme, lähdimme pohtimaan mallimme testaamiseen sopivaa aihetta ja sen rajausta. Luonnontieteiden aihepiiri on laaja, mutta lopulta päädyimme lämpöaiheeseen, koska kyseinen luokka oli käsitellyt eläinten talvehtimista juuri ennen tutkimusajankohtaa, ja lämpöteema sopi mielestämme sen loogiseksi jatkoksi. Aiheen valintaan saimme apua opetussuunnitelmasta sekä luokan opettajalta, jonka mielestä lämpöteema sopi hyvin aiemmin opiskellun jatkoksi. Valitsemamme aiheen käsittelyä tuki myös vaihtumassa oleva vuodenaika, sillä mistä muusta syksyn taittuessa talveen puhutaan kuin säästä ja vielä tarkemmin ilman lämpötilasta!

Aiheen valinnan jälkeen alkoi oma orientoitumisemme aiheeseen: omien tietojen päivittäminen ja syventäminen olivat tarpeen hyvän yleiskuvan saamiseksi. Omien ”lämpöopintojen” avulla pyrimme saamaan mahdollisimman kattavan käsityksen siitä, mitä kaikkea aiheeseen kuuluu, ja mitä asioita olisi hyvä käsitellä ala-asteen neljännen luokan oppilaiden kanssa. Hahmottelimme myös itseämme varten mielikuvakartan siitä, mihin muihin ala-asteen aiheisiin lämpöteema kiinteästi liittyy. Omien tietojen päivittämisessä käytimme apuna kirjallisuutta, koulun oppimateriaaleja ja keskusteluja asiantuntijoiden (lähinnä ohjaajamme) kanssa. ”Ajattelimme myös yhdessä ääneen”, minkä avulla asioita sai ”pyöriteltyä” ja sitä kautta jäsenettyä.

Omien tietojen päivytyksen jälkeen osasimme rajata teemaan sisältyvät asiat tarkasti (puutetta opetettavasta aineksesta ei ollut!), jonka jälkeen aloitimme varsinaisen opetuksen suunnittelun. Koska emme tunteneet oppilaita kovin hyvin, emmekä olleet selvillä miten, ja kuinka syvällisesti aihetta oli aikaisemmin käsitelty, meille oli alusta asti selvää teeman jatkuva kehittyminen ja muutosprosessi sen toteuttamisen aikana.

Liikkeelle lähdimme teeman tavoitteiden asettamisesta. Lämpöteeman tavoitteiden runkona oli Peruskoulun Opetussuunnitelman perusteet (1994). POPS:n pohjalta lämpöaiheen käsittelyn tavoitteiksi nousivat seuraavat asiat:

- oppilas oppii arvioimaan päivittäisessä elämässä esiintyviä lämpötiloja

- oppilas tutustuu lämpömittarin käyttöön
- oppilas oppii ennakoimaan, havainnoimaan ja raportoimaan havaintojaan
- oppilas oppii lämpöön liittyviä keskeisiä käsitteitä ja oppilas kehittää ryhmätyötaitojaan

Lahdes (1997, 117) jaottelee opetuksen tavoitteet kahteen osaan: perustavoitteisiin, jotka kaikkien tulisi saavuttaa ja lisätavoitteisiin, jotka palvelevat eriyttämisen tarpeita. Lyhyen projektimme tavoitteet olivat kaikkien saavutettavissa olevia perustavoitteita lämpöaiheesta.

Tavoitteiden asettamisen jälkeen suunnittelimme oppilaiden ennakkokäsityksiä kartoittavan alkutestin. Testi suunniteltiin mahdollisimman avoimia kysymyksiä sisältäväksi, jotta saisimme tietoa siitä, miten oppilaat asioita ajattelevat. Koska havaintojen tekeminen ja kuvaileminen kuuluvat keskeisesti luonnontieteiden opetussuunnitelman tavoitteisiin, otimme teeman alkuun tehtävän, jonka avulla saisimme tietoa, millä tasolla oppilaiden havainnointitaidot ovat. Teeman kokonaisuuden suunnittelussa otimme huomioon seuraavia asioita: resurssit (esim. aika, välineet ja tilat), oppilaiden lähtötaso ja työskentelyvalmiudet sekä opettajan tiedot ja taidot. Teoriataustaa opetuksellemme hahmottelimme koko ajan konstruktivismin periaatteita noudattaen ja opetuksen sisältöä suunnittelimme kokeelliseen menetelmään nojaten.

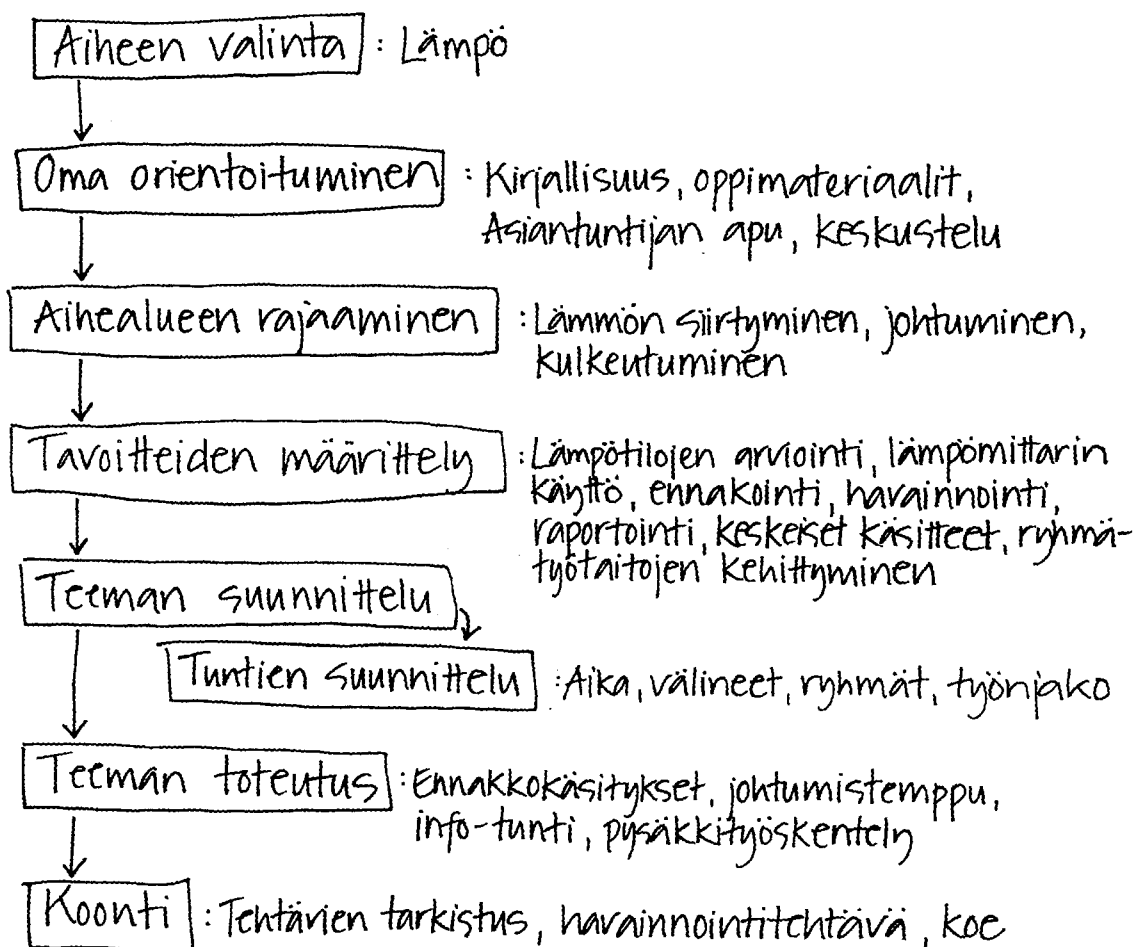
Seuraavaksi teimme alustavan suunnitelman yleisluontoisine tavoitteineen ja menetelmineen. Myöhempien tuntien runko ja opetusmenetelmät päätettiin ennen ensimmäistä teematuntia, mutta tarkemmat sisällöt ja painotukset seuraavia tunteja varten teimme aina edelliseltä tunnilta saamiemme kokemusten pohjalta. Teemasta pyrittiin saamaan kiinteä kokonaisuus, jonka osiot liittyvät toisiinsa. Opetus pyrittiin aina linkittämään aiemmin käsiteltyihin asioihin. Esimerkiksi toisella kokoontumiskerralla opetettu teoria ja luokkakeskustelu pohjautuivat täysin ennakkokyselyn kysymyksiin ja aiheisiin.

Teematuntien suunnittelun periaatteena tutkijaopettajilla oli luoda sellainen kokonaisuus, jonka avulla oppilaat voisivat saada käsityksen siitä kokonaisuudesta, johon lämpö liittyy. Tavoitteena oli myös oppia ja ymmärtää, ei vain muistaa.

Edellä kuvailtu toteuttamistapa vaatii opettajalta erityistä herkkyyttä aistia luokan ja oppilaiden ilmapiiriä ja mielialaa. Opettajan pitää uskaltaa mennä lähelle oppilaita saadakseen tietoa heidän edistymisestään ja tarpeistaan. Edellisen tunnin aiheiden sisäl-

lyttäminen tuleviin tunteihin vaatii myös opetuksen suunnitelman joustavuutta ja opettajan taitoa linkittää asioita yhteen oppilaille ymmärrettäviksi kokonaisuuksiksi. Opettajalta tämä vaatii sekä hyvää aiheen hallintaa että pedagogista ajattelua.

Seuraavassa olemme koonneet lämpöteeman suunnittelun ja toteutuksen vaiheet yhteen kaavioon ymmärtämisen helpottamiseksi. Jokaisen vaiheen alle olemme lisäksi koonneet asioita, jotka tarkentavat vaiheen tapahtumia.



Kuvio: Lämpöteeman suunnittelun ja toteutuksen vaiheet

## 9.2 Lämpöteeman toteutus luokassa

Alla olevasta taulukosta selviää, miten lämpöteema toteutui luokassa.

Teeman tavoitteet: Oppilas oppii arvioimaan päivittäisessä elämässä esiintyviä lämpötiloja. Oppilas tutustuu lämpömittarin käyttöön eri tilanteissa. Oppilas oppii ennakoimaan, havainnoimaan ja raportoimaan havaintojaan. Oppilas oppii lämpöön liittyviä keskeisiä käsitteitä. Oppilas kehittää ryhmätöitäitojaan.

Mitä?	Miten?	Miksi?	Kesto
<p>Oppilaiden ennakkokäsitysten kartoitus: Mitä oppilaat tietävät lämmöstä? Ennakkokäsitysten pohjalta suunnitellaan teematuntien tarkempi sisältö.</p> <p>Johtumistemppu: Lämmön johtuminen (mehiläisvaha-koe, katso liite 7).</p>	<p>Alkukysely (katso liite 1).</p> <p>Opettaja tekee kokeen. Oppilaat kirjoittavat Havainnoistaan vihkoon: Mitä kokeessa tapahtui?</p>	<p>Tutkijat saavat tietoa oppilaiden aiemmista käsityksistä, joiden pohjalta projekti rakentuu -&gt; konstruktivismin periaate</p> <p>Oppilaita ohjataan havainnoimaan näkemäänsä. Tutkijoille tietoa ennakkokäsityksistä. Toimii myös motivointina.</p>	<p>Ensimmäinen teemakerta. Kesto n. 2 h</p>
Info-tunti	<p>Käydään läpi ennakkokokysymykset ja opettajan tekemä havainnointikoe. Annetaan ohjeet pysäkkityöskentelyä varten.</p>	<p>Opitaan perusasioita lämmöstä. Käsitteiden hahmottaminen alkaa. Virittäytyminen pysäkkityöskentelyyn.</p>	<p>Toinen teemakerta. Kesto n.1 h</p>
<p>Pysäkkityöskentely Pysäkit (liitteet 12-16):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Eristeet</li> <li>2. Lämmin-kylmä</li> <li>3. Vesikoe teoria</li> <li>4. Vesikoe testaus</li> <li>5. Sulaminen</li> </ol>	<p>Oppilaat työskentelevät pysäkeillä. Pysäkeillä arvioidaan, tehdään kokeita ja havainnoidaan lämpöön liittyviä asioita.</p>	<p>Opitaan perusasioita lämmöstä. Käsitteiden hahmottaminen alkaa. Virittäytyminen pysäkkityöskentelyyn</p>	<p>Kolmas teemakerta: Kesto 2 ryhmätuntia eli n. 1h/ oppilas</p>
Koonti	<p>Tehdään kokeita uudelleen ja keskustellaan, mitä niissä tapahtui. Opettaja tekee johtumiskokeen uudelleen hieman erilaisena, oppilaat kirjoittavat havaintonsa vihkoon. Tehtävien tarkistus.</p>	<p>Opitaan asioita lämmöstä. Tutkijoille tietoa siitä, mitä on opittu. Kokeen uusinnalla päästään näkemään, onko oppilaiden mielipiteet muuttuneet eli onko oppimista tapahtunut.</p>	<p>Neljäs teemakerta. Kesto n.1 h</p>

Lämpöteema tuntui motivoivan melkein kaikkia oppilaita ja varsinkin pysäkkityöskentelyn aikana luokassa vallitsi innokas ja ”tekevä” ilmapiiri, mistä yhtenä todisteena on järjestyshäiriöiden puuttuminen. Arviointi, tutkiminen ja tulosten kirjaaminen näytti innostavan ja oppilaat jaksoivat keskittyä koko pysäkkityöskentelyyn varatun ajan. Yllätyimme myös siitä kiinnostuksesta, joka heräsi kun tuloksia alettiin purkaa ja aiheesta keskusteltiin vielä lisää. Teeman aikana oppilailta oli mahdollisuus kehittää sosiaalisia taitojaan yksilö- ja parityöskentelyn avulla ja olla aktiivisia omassa oppimisessaan. Oppilaslähtöisesti toteutettuna teema kantoi hedelmää, ja viiveen jälkeen pidetyt kokeet osoittivat, että sekä oivaltamista että oppimista oli tapahtunut. Parasta oli kuitenkin nähdä, miten ylpeitä oppilaat olivat siitä, että juuri heidän luokassaan toteutettiin tämänkaltainen teema.

Tutkijat suunnittelivat teeman kokonaisuudessa yhteistyössä, mutta toteutusvaiheessa vastuuta jaettiin kulloiseenkin tilanteeseen sopivalla tavalla. Tutkimuksen aikana luokassa ei ollut oppilaiden ja tutkijoiden lisäksi ketään muita, mikä osaltaan poisti jännitystä niin tutkijoilta kuin oppilailtakin. Osallistuvan havainnoinnin lisäksi tutkijat kuvasivat kaikki tapahtumat videolle muistin tueksi, ja jotta aineiston analyysivaiheessa voitaisiin palata tilanteeseen ja tarkistaa mahdollisia epäselviä kohtia. Yhteistyö tutkijoiden välillä oli luontevaa ja hyvän etukäteissuunnittelun ansiosta suhteellisen johdonmukaista. Tutkimuksen tekeminen tämän suunnitelman mukaisesti vaati ehdottomasti kahden tutkijan läsnäoloa, mikä lisää myös tutkimuksen luotettavuutta.



## 10 OPPILAIKEN LÄMPÖTIETOUKEN JA HAVAINNOINTITAITOJEN KEHITYMINEN

Tässä luvussa esittelemme tutkimuksemme avulla saatuja tuloksia ja tulkintaa, ja vastaamme toiseen ja kolmanteen tutkimusongelmaamme: miten oppilaiden tiedot lämmöstä kehittyivät ja miten oppilaiden havainnointitaidot kehittyivät? Useiden esimerkkien avulla haluamme antaa lukijalle realistisen ja mahdollisimman todenmukaisen kuvan luokan tapahtumista. Lisäksi uskomme niiden tuovan syvempää näkemystä tutkimuksemme sisällöstä ja kulusta. Tilanteiden kuvauksen tukena olemme käyttäneet videokuvaa ja omia havaintomuistiinpanojamme. Koska havaintoja on koko tutkimuksen ajan tehty kahden tutkijan voimin, uskomme niiden kuvaavan todellisuutta suhteellisen hyvin: kaksi silmäparia näkee ja kiinnittää huomiota useampiin eri asioihin kuin yksi. Toisaalta kahden havainnoijan läsnäolo lisää aineiston monipuolisuutta ja vähentää liian subjektiivisten tulkintojen vääristävää vaikutusta. Tulosten tulkinnassa vertailimme omia muistikuviamme ja muistiinpanojamme toisiinsa ja edelleen videomateriaaliin. Tarkat tilannekuvaukset ja suorat lainaukset oppilaiden kirjallisista tai suullisista vastauksista on esitetty kursivoituina.

Luonnontieteellisten tietojen kehittymistä ja käsitteiden omaksumista sekä niiden käyttöä tutkimme alku- ja loppukyselyiden (liitteet 1 ja 4) avulla. Alkukyselyllä oli myös oleellinen osa oppilaiden lähtötason selvittämisessä ja sitä kautta koko teeman suunnittelun pohjana. Loppukysely taas antoi tietoa siitä, mihin opetuksella oli päästy. Lämpötila -käsitteen ymmärtämistä tutkimme pysäkkityöskentelyn yhteydessä toteutetulla teoriakysymyksellä ja käytännön tutkimuksella, asiaan palattiin vielä loppukyselyssä.

Tulosten analysoinnin tarkoitus ei ole löytää vastauksia, kuinka moni oppilas oppi jonkin käsitteen tai kuinka moni oppilas muisti opetettuja asioita kirjaimellisesti. Kyselyjen ja havaintomuistiinpanojen tulkinnan ja ryhmittelyn avulla pyrimme luomaan yleisen kuvan niistä muutoksista, joita oppilaiden tiedoissa ja ajatuksissa tapahtui.

Tutkimusmateriaalia on luonnollisesti paljon enemmän kuin tässä voimme tuoda esille. Toivomme lukijan kuitenkin saavan näistä katkelmista käsityksen siitä materiaalista, jolle tutkimuksemme pohjaa.

## 10.1 Alkukyselyn vastauksia

Ennen alkukyselyä luokassa oli kerrattu ulkolämpötilan mittaamiseen liittyviä asioita ja oppilaat olivat havainnoineet ulkolämpötilan muutoksia viikon ajan. Oppilaiden ajatukset olivat siis pyörineet jo jonkin verran lämpöasioiden parissa, luultavasti tavallista viikkoa enemmän. Se, että oppilaat olivat ajatelleet asiaa tuli ilmi esimerkiksi siinä, että he keskustelivat oppituntien ulkopuolella päivän säästä ja vertailivat kotilämpömittariensa lukemia. Kuuluipa oppilaat oma-aloitteisesti vertailevan edellisen illan saunalämpötilojakin. Koulussa lämpöasioista oli oppilaiden mukaan puhuttu ”*jotain joskus viime vuonna*”.

Alkukysely muodostui kolmesta kysymyksestä, jotka pyrittiin tekemään mahdollisimman konkreettisiksi, jotta nekin oppilaat, jotka eivät koe osaavansa asiaa tai muistavansa asiasta mitään, osaisivat silti vastata arkikokemustensa perusteella. Oppilaita pyydettiin pohtimaan kysymyksiä huolella ja vastaamaan omien ajatusten pohjalta. Kyselyn alussa korostettiin, että kaikkiin kysymyksiin on useita vastauksia, ja että tarkoitus ei ole niinkään testata heidän tietojaan vaan saada heidät ajattelemaan asiaa monipuolisesti. Lisäksi vastauksen perustelua korostettiin täydellisen vastauksen keksimisen sijaan.

Luimme kaikki vastaukset useaan kertaan läpi ja koetimme löytää niistä yhtäläisyyksiä ja eroavaisuuksia. Vastaukset ryhmiteltiin monin eri perustein, mutta lopulta päädyimme jakamaan alkukyselyn vastaukset niiden sisällön ja oman mallivastauksemme vertailun pohjalta viiteen ryhmään. Ensimmäisen ryhmän vastaukset sisälsivät kaikki mallivastauksessa mainitut asiat ja ainakin toisen oleellisista termeistä. Toiseen ryhmään sijoittuivat vastaukset, jotka sisälsivät oikean ajatuksen ja perustelun, mutta termistöä ei ollut käytetty. Kolmannessa ryhmässä ovat vastaukset, joissa puusen kädensijan merkitys käden palamisen estäjänä on ymmärretty, mutta syytä siihen ei selitetä. Neljännen ryhmän vastauksissa käden palamisen sijaan on kiinnitetty päähuomio makkaraan. Viidennessä ryhmässä olevat vastaukset ovat irrelevantteja kysymyksen kannalta.

Seuraavassa olemme esitelleet alkukyselyn kysymykseen 1 saadut vastaukset tarkemmin, loput kysymykset ja vastaukset sekä niiden ryhmittely löytyvät liiteosasta (kts. Liitteet 2 ja 3).

Kysymys 1: Miksi metallisessa makkaratikussa on puinen pää? Perustele vastauksesi.

Mallivastaus tähän kysymykseen sisältää seuraavat asiat:

- puinen pää estää käden palamisen, koska puu eristää lämpöä metallia paremmin tai puu johtaa lämpöä hitaammin kuin metalli
- termistöstä tärkeitä ovat eristäminen ja johtuminen

### 1) Asia ja termistö oikein

Neljä vastausta sijoittuu tähän ryhmään (4/27). Tämän ryhmän vastaukset sisältävät yhden tai useamman oikean termin ilmiöstä puhuttaessa. Lisäksi vastaus on ainakin osin oikein (metalli johtaa tai puu eristää). Kaksi vastaajista mainitsi puun eristävän lämpöä, ja siksi estävän käden palamisen. Yksi vastaaja perusteli tikun puista päätä sillä, että *"puu ei johda lämpöä"*. Yksi vastaaja kirjoitti *"metallin johtavan lämmön käsiin, mutta koska on puinen pää niin ei"*. 4/27 vastasi oikein kysymykseen ja muisti vielä ilmiöön liittyvistä käsitteistä (eristäminen, johtuminen) vähintään yhden. Asiaa oli näissä vastauksissa mietitty niin käytännön (käden palaminen) kuin teoriansakin tasolla. Vastaajat muistivat entuudestaan termejä ja osasivat soveltaa muistamaansa käytännönläheiseen tilanteeseen.

### 2) Käytännön taso

Kuusi vastaajista osasi vastata kysymykseen ihan oikein, mutta ei osannut käyttää oikeita termejä (6/27). Vastauksissa oli huomioitu käden palamisen vaara jos kädensija olisi metallia. Kaikki tämän ryhmän vastaajat olivat ymmärtäneet metallin olevan puuta parempi "lämpenemisessä" tai "kuumenemisessä". Toisaalta he olivat huomioineet puun ominaisuudet "lämmön pysäyttäjänä" ja "eteenpäin pääsyn" estäjänä. Kukaan vastaajista ei maininnut syytä siihen, miksi koko tikku ei voisi olla puuta. Oikeaan päätelmään käytännön tasolla päätyneiden vastaajien määrä ei ole suuri verrattuna kaikkiin vastaajiin. Kysymys vaatii pitkälle menevää ajattelua ja loogista päättelyä sekä kykyä yhdistää omia kokemuksia muistitietoihin asiasta.

### 3) "Oleellista on käden palaminen" –vastaukset

Yhdeksän vastausta sijoittui tähän ryhmään (9/27). Kaikki vastanneet ajattelivat puisen kädensijan estävän käden kuumentumisen tai palamisen, mikä on ihan oikein ajateltu. Kukaan vastaajista ei kuitenkaan osannut perustella, että miksi puu olisi parempi materiaali kädensijana kuin metalli. Suurin osa vastauksista sijoittuu tähän ryhmään, minkä voi olettaa johtuvan siitä, että monilla oppilailla on arkikokemuksia makkaran paistos-

ta. Arkikokemusten perusteella he eivät kuitenkaan osaa käyttää termistöä tai selittää tarkemmin, miksi ilmiö tapahtuu.

#### 4) ”Makkara” –vastaukset

Kolme vastausta sijoittuu tähän ryhmään (3/27). Yksi vastaajista oli ymmärtänyt puun ja makkaran olevan siinä päässä, mikä pannaan nuotioon, ja perusteli puun tärkeyttä sillä, että pelkkä metalli polttaisi makkaran. Vastaaja kirjoitti kuitenkin metallin johtavan lämpöä ja puun taas ei, joten idea hänellä oli ihan oikein. Makkaran nopea paistuminen oli olennaista yhdelle vastaajalle, mutta luultavasti tämä vastaaja viittaa nimenomaan metallisen tikun hyvään lämmönjohtokykyyn ja unohtaa koko puun tarkoituksen. Kolmannen vastaajan makkara paistuu nopeasti tikun päässä olevan kuparin ansiosta, joka johtaa hyvin lämpöä. Tämä vastaaja on ymmärtänyt kuparin olevan hyvä johde, mutta hän unohti miettiä puisen kädensijan merkitystä. Kolme makkarakeskeistä vastausta osoittavat, että oppilaiden huomio voi kiinnittyä moniin erilaisiin asioihin jopa saman kysymyksen sisällä. Toisaalta makkarakeskeinen ajattelu voidaan nähdä ihan loogisena, sillä siitähän makkaranpaistossa kuitenkin on kyse.

#### 5) Irrelevantit vastaukset

Viisi vastausta sijoittuvat tähän ryhmään (5/27). Yksi vastaajista luki kysymyksen väärin ja sen seurauksena vastasi asian vierestä. Kaksi muuta olivat keksineet syiksi metallin myrkyllisyyden ja kädensijan palamisen. Molemmat vastanneet eivät olleet joko tajunneet kysymyksen ideaa tai sitten syynä oli se, että kysymystä ei jaksettu tai viitistetty miettiä riittävästi. Neljäs vastaaja vain totesi tikun lämpenevän ja toisen pään olevan puuta. Yhden vastaajan mielestä puista tikkua on hauskempi pitää kädessä.

Alkukyselyssä muutama oppilas osasi käyttää vastauksissaan termejä *johde*, *eriste* ja *johtuminen*. Yli puolet oppilaista löysivät olennaiset ilmiöt ja asiat vaikka he eivät käyttäneetkään oikeita termejä. Lisäksi osa tästä porukasta osasi hiukan perustella väittämiään. Muutamat esittivät vain pelkän oletuksen. Noin kolmanneksen vastauksissa näkyi kysymyksen väärin ymmärtämisestä tai lukemisesta johtuvia virheitä tai sitten he olivat kiinnittäneet päähuomion epäolennaiseen asiaan kuten 1. kysymyksessä makkaraan jne. Suurin osa vastauksista sijoittuu ryhmään kaksi ”Oleellista on käden palaminen”, mikä on ihan ymmärrettävää, sillä lapsille korostetaan yleensä niitä asioita, joista voi aiheutua vaaroja ja näin ollen puisen kädensijan tarpeellisuuden perustelu käden palamisen uhkalla on hyvin ymmärrettävää ja sinällään ihan oikein.

## 10.2 Loppukyselyn vastauksia

Loppukyselyn vastauksista muotoutui kolme eri ryhmää. Ensimmäisessä ryhmässä ovat vastaukset, joissa on huomioitu käden palamisen mahdollisuus ja lisäksi käytetty jompaakumpaa termeistä. Toiseen ryhmään sijoittuvat vastaukset, joissa käden palaminen on huomioitu, mutta termejä ei ole käytetty. Kolmannen ryhmän vastaukset keskittyvät ruoan kuumentamiseen käden kuumentamisen sijaan. Irrelevantteja vastauksia ei tullut. Seuraavassa olemme esitelleet loppukyselyn kysymykseen 2 saadut vastaukset tarkemmin, loput kysymykset ja vastaukset sekä niiden ryhmittely löytyvät liiteosasta (kts. Liitteet 5 ja 6).

Kysymys 2.: Miksi paistinlasta on yleensä puuta tai muovia eikä esim. metallia?

Mallivastaus tähän kysymykseen sisältää seuraavat asiat:

- puinen tai muovinen lasta estää käden palamisen, koska puu ja muovi eristävät lämpöä metallia paremmin tai puu ja muovi johtavat lämpöä metallia huonommin
- keskeiset termit ovat eristäminen ja johtuminen
- 

### 1) Termistö oikein

17/27 vastausta sijoittuu tähän ryhmään. 15 vastaajaa sanoi metallin johtamiskyvyn olevan hyvä näin ollen jos lasta olisi metallia lämpö ”johtuisi” käteen ja polttaisi. Kuusi vastaajaa mainitsi puun tai muovin olevan hyviä eristeitä ja siksi sopivia lastan materiaaliksi.

Suurin osa vastauksista sijoittuu tähän ryhmään, mikä on hyvä, sillä se osoittaa, että idea on ymmärretty ja lisäksi osataan käyttää asioista oikeita termejä. Helpoksi tähän kysymykseen vastaamisen tekee se, että useimmilla vastaajilla on varmasti kokemuksia asiasta.

### 2) Kuumentuminen ja käden palaminen –vastaukset

12/27 vastausta sijoittuu tähän ryhmään. Kymmenen perusteli puun käyttämistä materiaalina sillä, että jos materiaalina olisi metalli kädet palaisivat. Viisi sanoi lastan ”kuumenevan” ja yhden mielestä syynä tähän olisi kuuma ruoka lastan päällä.

### 3) Ruoka

Kaksi (2/27) vastausta sijoittuu tähän ryhmään. Molempien vastaajien mielestä ruoka ”kuumenisi” tai ”käristyisi” nopeasti tai ”syttyisi palamaan” jos lasta olisi metallia.

### 10.3 Lämpötila –käsitteen ymmärtäminen

Pysäkkityöskentelyssä oppilaat saivat pareittain tehtäväkseen miettiä, minkä lämpöistä vettä saadaan, kun kaadetaan astiaan puolet 80 asteista vettä ja puolet 40 asteista vettä. Seuraavana pysäkkinä oli tehtävä, jossa käytännössä mitattiin veden lämpötiloja ja yhdistettiin niitä ja katsottiin, minkä lämpöistä vettä saadaan. Tämän jälkeen oppilailta kysyttiin muuttaisivatko he tutkittuaan asiaa kysymyksen vastaustaan. Heitä pyydettiin myös perustelemaan vastauksiaan. Tämä tehtävä ja loppukokeessa käytetty samanlainen tehtävä perustuu Luonnontiedettä koulussa -kirjan (Ahtee 1994, 47 - 52) esimerkkeihin.

Tilannekuvaus pysäkkityöskentelystä:

*Kolmen pojan ryhmä mittaa kahdessa kulhossa olevan veden lämpötilaa mittareilla. He arvailevat lämpötiloja ja ovat hieman kärsimättömiä odottamaan mittaustulosta. Sitten he kaatavat vedet isompaan kulhoon ja mittaavat lämpötilan sekoitetusta vedestä. Opettaja: - Arvioikaapa paljonko veden lämpötila voisi nyt olla? Yksi pojista arvelee, että vesi on ”kylmempää kuin se kuuma vesi, mutta kuumempaa kuin se kylmä vesi.” Toinen ryhmäläinen kehuu toveriaan ”hyvästä arvauksesta”, mutta ei arvaa itse muuta. Mittari osoittaa, että arvaus oli sikäli hyvä, että vesi on todella kuumempaa kuin kylmä, mutta kylmempää kuin kuuma. Seuraavaksi pysäkillä saapuu kolmen hengen tyttöryhmä. Tytöt arvioivat vesien määriä saadakseen oikean määrän kylmää ja kuumaa vettä isoon astiaan. Yksi tytöistä toimii kokeen tekijänä, mutta kaksi muuta seuraavat tarkasti mitä tapahtuu. Kuuman veden määrä suhteessa kylmään ei ole yhden tytön mielestä oikea ja hän pyytää kokeen tekijää lisäämään kuumaa vettä seokseen. Tytöt päättävät yhdessä paljonko vettä pitäisi laittaa lisää. Kaikki kolme osallistuvat tulosten kirjaamiseen*

*Tytöt arvaavat sekoitetun veden lämpötilaa seuraavasti ”vesi on ehkä kylmempi kuin kuuma vesi ja kuumempi kuin kylmä vesi. Mut on se ainakin enemmän kuin se kylmä vesi kun se kuuma vesikin sekoitetaan siihen.”*

Ensimmäisessä kirjallisessa tehtävässä ryhmistä suurin osa arvioi veden lämpötilaksi tulevan enemmän kuin lämpimämmän veden lämpötila (80°C) oli ollut. Seitsemän ryhmää vastasi 120 astetta, koska 40+80 on 120. Yksi ryhmä vastasi 100 astetta, perustellen vastausta siten, että kaataessa katoaa osa lämmöstä. Ryhmistä kaksi vastasi

veden lämpötilaksi tulevan 60 astetta, koska se vaan tulee. Sen kummempia perusteluja ei ollut. Yksi ryhmä vastasi, että kuumempi vesi viilenee ja kylmempi vesi kuumenee ja siitä tulee noin 70 astetta. Ainoastaan yksi ryhmä vastasi, että vedestä tulee saman lämpöistä kuin kylmempi vesi oli eli 40 astetta, mutta ei perustellut vastausta mitenkään. Mikään ryhmä ei arvellut, että vedestä tulisi kylmempää kuin kylmempi alkuperäisistä vesistä.

Loppukokeen kysymys oli seuraavassa muodossa. Kahdessa samanlaisessa astiassa on kummassakin yhtä paljon vettä. Toisen veden lämpötila on 20 astetta ja toisen 40 astetta. Molemmat vedet kaadetaan yhteen isompaan astiaa. Mikä on veden lämpötila tässä astiassa?

Kahdestakymmenestäkahdesta oppilaasta 17 vastasi veden lämmöksi tulevan 30 astetta eli lämpötilojen keskiarvo. Perusteluina näille vastauksille oli mm.

*"Kun kummastakin lämpötilasta otetaan puolet ja lasketaan yhteen."*

*"Ensin lämmöt lasketaan yhteen ja sit jaetaan puoliksi."*

*"Lämpöerot tasoittuu, lämpötiloja ei voi laskea yhteen."*

*"Koska kuudestakymmenestä puolet on kolmekymmentä"*

*" $20+40=60$  ja  $60:2=30$ "*

*"Kuumempi vesi viilenee ja kylmempi lämpiää"*

*"Lämpötiloja ei voi lisätä toisiinsa."*

Yksi oppilas vastasi 60 astetta ilman perusteluja ja yksi kuusikymmentä koska  $20+40=60$ . Yksi oppilas vastasi 55 astetta, koska lämpöä katoaa siirrossa.

#### 10.4 Oppilaiden lämpöopin tietojen kehittyminen

Edellisissä kappaleissa esitettyjen tutkimustulosten, tekemiemme havaintojen sekä oppilaiden kirjallisten tuotosten perusteella selvitimme oppilaiden luonnontieteellisten tietojen ja taitojen kehittymistä lämpöteeman aikana ja sen jälkeen. Koska kysymyksessä on yksittäinen tutkimus yhdelle luokalle, ei tuloksista voida vetää yleisiä päätelmiä oppilaiden tietotason kehittymisestä. Saadut tulokset pätevät ainoastaan tässä kyseisessä tilanteessa, mutta voivat antaa viitteitä siitä, millaisia asioita voidaan oppia. Tarkoituksena ei edelleenkään ole antaa kvantitatiivista todisteaineistoa oppilaiden kehittymisestä vaan saattaa tutkimuksen tulokset laajempaan perspektiiviin ja syventää aiheen käsittelyä.

Oppilaiden kehittymistä tulee verrata asetettuihin tavoitteisiin. Jokaisen oppilaan kohdalla on lisäksi katsottava lähtötasoa ja tutkittava kehittymistä sen pohjalta. Arvioinnissa on huomioitava sen vastaavuus opettavaan aineistoon eli kehittymistä voidaan arvioida vain sellaisissa aiheissa, joita on opetuksessa käsitelty. (Koppinen & Korpinen & Pollari 1994, 32.)

Kun oppilaat saivat alkukyselyt käsiinsä luokasta kuului muutamia valittavia toteamuksia tyyliin: *"En mä tällaisia osaa"* ja *"Eihän näitä ole edes opetettu"*. Muistutimme oppilaita, että emme etsi oikeita vastauksia vaan tarkoituksena on löytää omia selityksiä. Kun "oikein vastaamisen paine" oli hellittänyt, oppilaat keskittyivät hyvin tehtäviin eikä luokassa juurikaan puuhasteltu muita asioita. Oppilaat tuntuivat ottavan kyselyn tosissaan, mikä näkyi myös vastauksissa. Kaikki oppilaat olivat vastanneet ainakin jostain kaikkiin kysymyksiin, - jopa sellaiset oppilaat, joille kirjoittaminen tuotti vaikeuksia. Vastauksista huomasi myös, että suurin osa oppilaista oli miettinyt vastauksia, ja jotkut olivat keksineet useita eri vaihtoehtoja. Alkukysely toimi siis myös ajattelun aktivoijana ja orientaationa aiheeseen. Lisäksi kyselyn avulla käynnistettiin oppimisprosessi, jota kysely osaltaan tuki. Loppukysely suoritettiin muutama päivä teeman loppumisen jälkeen. Oppilaat tiesivät loppukyselystä etukäteen, joten heidän oli mahdollista kerrata tietojaan ja lukea kirjallista materiaalia, jota olivat teeman aikana saaneet ja keränneet. Vertailimme loppukyselyn vastauksia alkukyselyn vastauksiin. Oppilaiden vastauksista erottuikin se, että loppukyselyssä pyrittiin vastaamaan oikein ja käyttämään tunnilla esillä olleita esimerkkejä kun taas alkukyselyä oppilaat eivät mieltäneet koetilanteeksi, minkä voi päätellä monipuolisista vastauksista eli oppilaat uskalsivat yrittää ilman väärän vastauksen pelkoa. Tämä herätti meidät ajattelemaan koekäytäntöä yleensäkin. Olisi tärkeätä muokata kokeet sellaisiksi, että oppilaat saisivat ja joutuisivat käyttämään omaa ajattelua ulkoa opittujen asioiden sijasta. Kokeella, joka mittaa oppilaiden oppilaan muistikykyä ei ole mitään tekemistä luonnontieteellisten taitojen mittaamisen kanssa.

Alkukyselyn vastauksiin verrattaessa suurin muutos loppukyselyssä oli tapahtunut käsitteiden oikeassa käyttämisessä. Noin 2/3 luokasta käytti vastauksissaan käsitteitä johtuminen, johde ja/tai eriste, ja vain muutamaa oppilasta lukuun ottamatta, kaikki tunnistivat ilmiöt ja niiden keskeiset piirteet. Esimerkiksi kysymykseen nro 2. moni oppilas vastasi, että muovi/puu sopii lastan materiaaliksi siksi, että se eristää lämpöä



paremmin kuin metalli. Kahta oppilasta lukuun ottamatta kaikki perustelivat materiaalivalinnan sillä, että käsi ei palaisi.

Muutamilla oppilailla perustelut yhä puuttuivat, mutta perustelijoiden määrä oli kasvanut alkutestistä selvästi. Samoin lukuvirheet ja huolimattomuuden aiheuttamat väärinkäsitykset olivat jääneet pois. Kaksi samaa oppilasta, jotka perustelivat alkukyselyn makkaratikun puista kädensijaa makkaran paistumisominaisuuksilla, kiinnittivät yhä huomiota ruuan paistumiseen riippuen lastan materiaalista.

Yksittäisten oppilaiden vastauksia tutkittaessa huomataan, että suurin muutos vastausten tasossa ja tyyliässä on tapahtunut siinä oppilasryhmässä, joka alkukyselyssä oli oikeilla jäljillä muttei käyttänyt käsitteitä eikä välttämättä perustellut vastaustaan. Kaikki nämä oppilaat käyttivät käsitteitä oikein loppukyselyn vastauksissaan. Niiden oppilaiden kohdalla, jotka käyttivät käsitteitä jo alussa ei ollut tapahtunut suuria muutoksia. Pääosin ne oppilaat, jotka olivat olleet hieman väärillä raiteilla alkukyselyssä, olivat löytäneet loppukyselyn vastauksiinsa paljon enemmän oikeita asioita, ja moni käytti käsitteitäkin. Vain kaksi oppilasta ei ollut edennyt vastauksissaan lähes ollenkaan.

Tulosten vertailu ja havainnointimateriaalin tutkiminen osoitti, että lämpöteema lisäsi eniten tietoa siinä oppilasryhmässä, joka on luokan keskitasoa. Enemmän huomiota olisi pitänyt kiinnittää niiden oppilaiden oppimiseen, joiden ennakkotiedot olivat jo teeman tiedollisten tavoitteiden tasolla. Toisaalta erikoishuomiota olisivat kaivanneet ne oppilaat, joilla oli heikot ennakkotiedot tai muita oppimiseen liittyviä ongelmia.

Alku- ja loppukyselyssä oppilaille esittämämme kysymykset eivät olleet muodoltaan tai sisällöltään perinteisiä helppoja ja yksiselitteisiä koekysymyksiä, sillä niihin vastaamisen edellytys oli ymmärtäminen. Halusimme selvittää oppilaiden kykyä ymmärtää mistä ilmiöstä on kyse, ja mitä se voisi käytännössä tarkoittaa ja aiheuttaa. Positiivista oli, että kaikki vastasivat kysymyksiin (kaikki myös uskalsivat vastata vaikkeivät olleet varmoja vastauksesta) jotain ja suurin osa vastauksista osoitti, että vastaajat olivat ymmärtäneet idean, vaikka selitys ei aina mennytkään ihan oikein.

Vesien yhdistämistehtävien käsittelyssä mielenkiintoista oli, että ainoastaan kolme ryhmää olisi muuttanut pysäkkityöskentelyssä teorian tehtävän vastaustaan seuraavan käytännönkokeen jälkeen, vaikka kaikki ryhmät saivat mittaamalla yhdistetyn veden

lämpötilaksi suunnilleen molempien vesien lämpötilojen keskiarvon tai ainakin tuloksen, joka oli alkuperäisten lämpötilojen välissä. Oliko syynä se, ettei käytäntöä ja teoriaa osattu yhdistää? Tai se ettei tehtävää mielletty samaksi koska vesien lähtölämpötilat olivat erilaisia? Asiaan vaikutti kuitenkin varmasti myös kiire. Kaikilla oli kova into päästä tekemään seuraavia tutkimuksia, se näkyi muissakin kirjallista vastaamista vaitivissa tehtävissä keskittymiskyvyn puutteena. Taas kerran opimme, että kiire pilaa luonnontieteellisen tutkimuksen syvällisen käsittelyn. Vaikka tutkimus olisi toimiva ja opettavainen jää oppilaiden tietotaso pinnalliseksi ilman rauhallista pohdinta hetkeä. Pysäkkityöskentelyssä voisikin olla varsinaisten tutkimuspysäkkien välissä lyhyet raportointi ja pohdinta pysäkit.

Toisaalta myöhemmin pidetyllä koontitunnilla keskustelimme vesien yhdistämisestä paljon ja oppilailta tuli hyviä kysymyksiä ja huomioita, jotka varmasti auttoivat myös muita oppilaita sisäistämään aihetta:

Oppilas: *Jos yhdistetään 40 ja 80 asteista ni tietysti tulee sit 120 asteista.*

Opettaja: - Kuinka moni uskoo, että vesi on 120 asteista?

” *Ei voi olla, sillä sittenhän se vesi kiehuis ja höyryäisi.*”

Opettaja antaa esimerkiksi kesämökin saunassa sekoitettavan pesuveden, joka on oppilaille konkreettinen esimerkki siitä, että lämpötiloja ei voi vain laskea yhteen. Lähes jokainen oppilas muistikin jonkun esimerkin eri lämpöisten vesien yhdistämisestä esimerkiksi kesämökin saunassa. Asiaa ei vain oltu osattu yhdistää teoreettiseen kysymykseen. Nämä konkreetit esimerkit auttoivat varmasti ymmärtämään asiaa syvällisemmin sillä suurin osa oppilaista vastasi veden lämpötilaksi tulevan suunnilleen alkuperäisten vesien keskiarvo, kun samaan asiaan palattiin vielä loppukokeessa.

Eräs oppilas sai vastaukseksi säännönmukaisesti kaikissa tehtävissä yhdistettyjen vesien lämpötilojen summan ja hänen ryhmänsä vastasi myös pysäkkityöskentelyssä samalla tavalla. Tässä nähdään, kuinka vaikeaa voi olla muuttaa omaa arkitietoa tieteelliseen suuntaan ja vaikka luokan enemmistön ajattelu kehittyikin oikeaan suuntaan, pitäisi opettajan pystyä samalla ohjaamaan myös hiukan eri tasolla olevia oppilaita. On varottava tekemästä oppilaille tieteellisiä yleistyksiä yhden tai kahden havainnon perusteella sillä silloin ei vielä siirrytä arkitiedosta tieteelliseen tietoon. (Ahtee 1994, 65.)

Yleisesti tiedon lisääntyminen teeman kuluessa näkyi myös keskustelutilanteissa: suurempi joukko oppilaita otti osaa keskusteluihin teeman lopussa kuin alussa. Tämä näkyi

hyvin sekä havainnointimuistiinpanoista että videolta. Lopussa käydyn opetuskeskustelun aikana oppilaat esittivät kysymyksiä, omia esimerkkejä ja arvioitaan aktiivisemmin ja rohkeammin kuin alussa. Oppilaat olivat erityisen innostuneita kertomaan sulamispysäkillä saamia tuloksia. Vastauksista löytyi paljon eroja, mutta oppilaat löysivät niihin syytä, pääasiassa eroja aiheuttivat joko välineiden puutteet (esim. epätarkat kellot) tai mittajan virheet (esim. unohtui seurata kelloa). Videolta oli positiivista huomata, että muutamissa tilanteissa onnistuimme hyvin johdattelemaan opetusta oppilaiden kysymysten ja vastausten kautta. Huomasimme, että eräs oppilas, jonka oli muulloin vaikea keskittyä, oli innolla tällaisessa opetuksessa mukana. Seuraavassa muutama esimerkki oppilaiden kysymyksistä lämpöteeman varrelta. Niistä huomaa, että kysymysten kautta voidaan käsitellä teemaa laajasti mutta se on opettajalle todella haasteellista ja meillä on vielä paljon kehittymistä, jotta opetus etenee jouhevasti, aihepiirissä pysyen kaikkien näiden kysymysten johdolla.

Oppilaiden pohdintoja esimerkiksi siitä, että teeman aikana heräsi kysymyksiä:

*”Miten niin puu on hyvä eriste kun se syttyy palamaan?”*

*”Onko pyyhekumi hyvä eriste?”*

*”Monessako asteessa metalli syttyy palamaan, entäs ihminen?”*

Opettaja : - *Mitä muuta ”palamista” on kuin tuleessa palaminen?*

*”Ruoka palaa ihmisen sisällä ja happi.”*

*”Monessako asteessa se ruoka palaa?”*

*”Palaako eri ruuat erilailla?”*

*”Onko lämpimämpää kun on enemmän vaatetta mut vähemmän ilmaa?”*

*”Miksi on lämpimämpää kun lapasessa kaikki sormet on yhdessä?”*

*”Ne tuottaa lämpöä toisilleen sitten, että ne ei niin äkkiä jäädy.”*

*”Ope, mikä on paras eriste?”*

*”Onko paksut ja villaiset vaatteet paras eriste?”*

*”Onko fleece vai villa lämpimämpää?”*

*”Entäpä jos on ohut villa ja paksu turkki?”*

*”Villainen vaate säilyttää paremmin sen lämmön vai oliko se siis ilman?”*

*”Mikä on kaikkein tulisinta vettä?”*

*”Minkä lämpöisestä tulee palovamma?”*

Opettajan kannattaisi tietoisesti kannustaa oppilaita kysymyksiin ottamalla ne esiin opetuksessa ja antamalla oppilaille aikaa kysymysten esittämiseen myös kesken ope-

tusta. Kaikkiin ei tarvitse olla vastauksia, mutta niitä ei tulisi ohittaa ilman huomiota. Omien kysymysten esittäminen ja vastausten pohtiminen ovat tärkeitä edistysaskelia oppimisprosessissa, sillä oppilaiden omat kysymykset tukevat ja syventävät oppimista. Oppilaiden kysymyksiin vastaaminen tai oikeammin niiden avulla opetuksen ja keskustelun eteenpäin vieminen yhdessä luokan kanssa, vaatii opettajalta asioiden kertamista myös laajemmin kuin vain luokassa käsiteltävin osin. Oppilaiden kysymyksiin voi myös valmistautua kokemuksen ja toisaalta erilaisten tyypittelyjen ja pohdintojen kautta (Harlen 1997, 109.) Toisaalta opettajan oma kysymysten asettelutaito ja kyky ohjata niillä oppimista ovat varmasti asioita, jotka kehittyvät työkokemuksen myötä.

### 10.5 Havainnointitehtävien kuvausta

Luonnontieteiden menetelmistä painotimme havainnointitaidon ja havaintojen kirjaimisen kehittämistä. Oppilaiden havainnointitaitoja arvioimme teeman alussa ja lopussa suoritettujen havainnointitehtävien (liite 7 ja 8) avulla. Teeman aikana kiinnitimme huomiota havainnointi- ja kuvailutaitojen tärkeyteen ja kehittämiseen. Keskustelimme aiheesta useampaan otteeseen oppilaiden kanssa ja jaoimme heille myös kirjallisen koonnin aiheesta. Varsinaisten havainnointitehtävien lisäksi loppukyselyssä oli teoreettinen tehtävä, jossa pyysimme oppilaita kuvailemaan havainnointiin ja sen raportointiin liittyviä asioita. Havainnointitehtävien vastaukset on koottu liitteelle numero 9.

Ensimmäinen havainnointitehtävä toteutettiin heti ennakkotietojen kartoitustunnilla, ilman mitään valmistelua tai pohjustusta. Valitsimme havainnoitavaksi kokeeksi IS-VET Oy:n lämpötutkimus salkusta löytyvän johtumistehtävän. (Liite 7). Liiteosasta löytyy myös koonti havainnointitehtävien vastauksista (liite 8).

Opettaja toteutti sen ilman suurempia selittelyjä ja oppilaita pyydettiin kuvailemaan tilannetta ja arvioimaan mitä siinä tapahtuisi ja kokeen suorittamisen jälkeen kuvailemaan mitä tapahtui ja miksi he arvelivat niin käyvän. Koejärjestely oli seuraava: Telineeseen asetettiin vaakatasoon kolme erilaista metallista sauvaa (kupari, alumiini ja rauta) sauvan toiseen päähän kiinnitettiin pala mehiläisvahaa ja toisen pään alle sytettiin palamaan lämpökynntilä.

Tarkka kuvaus Ensimmäisestä havainnointitehtävästä:

Ohjeistus (n.5 min.):

*Oppilaat istuvat luokan etuosassa pulpeteilla ja tuoleilla puolikaarella hieman epä-määräisessä järjestyksessä. Opettaja antaa suullisesti ohjeita havainnointitehtävää varten. Suurin osa oppilaista näyttää kuuntelevan opettajan ohjeita, muutama juttelee hieman kaverien kanssa, yksi pojista irvistele kameralle, muut eivät tunnu välittävän kamerasta. Opettaja seisoo opettajan pöydän vieressä ja antaa ohjeeksi ” katsella tarkasti ja kirjata vihkoon, mitä välineitä käytettiin ja miten, mitä kokeessa tapahtui ja mieltä miksi niin tapahtui.” Lisäksi hän painottaa, että vasta sitten kun jokainen on itseksensä kirjannut havaintonsa ja palauttanut vihkon pöydälle, aletaan keskustella ja mieltä yhdessä, mitä kokeessa tapahtui. Samalla saa esittää kysymyksiä ja kertoa, mitä kokeen aikana tulee mieleen. Oppilaat näyttävät kuuntelevan pääosin, yksi poika ilveilee kameralle ja toinen venyttelee paitaansa, poikien toiminta ei kuitenkaan näytä häiritsevän muita kuin toimijoita itseään. Opettaja painottaa vielä lopuksi, että kokeen aikana ja ennen havaintojen kirjaamista ei saa puhua mitään.*

Kokeen suoritus (n.10 min.):

*Sitten koe alkaa. Opettaja kasaa kokeessa tarvittavat välineet yksitellen pöydälle ja kertoo samalla, mitä ne ovat. Moni oppilas ilmoittaa spontaanisti tietävänsä mehiläisvahakynntilät. Sitten opettaja näyttää kolmea keppiä, joista ensimmäinen on kuparia. Oppilaiden joukosta kuuluu kuiskailua kuparisen kepin ominaisuuksista, opettaja kehuu oppilaiden tietoja, mutta pyytää kuitenkin, että ne pidettäisiin vielä omana tietona. Joku oppilaista muistuttaa hiljaisuudesta sanomalla ”shhhhh.” Opettaja kertoo vielä, että tummemman harmaa keppi on rautaa ja vaalean harmaa kevyt metallinen keppi on alumiinia. Opettaja kiinnittää jokaisen tikun päähän pienen palasen mehiläisvahaa ja asettaa kepit metalliseen telineeseen. Oppilaiden joukosta kuuluu hiljaista arvailua, mitä kokeessa tulee tapahtumaan. Opettaja sytyttää kynntilät nopeasti niin, että kaikki kynntilät on palamassa suunnilleen yhtä aikaa ja kehottaa seuraamaan mitä tapahtuu vai tapahtuuko yhtään mitään. Oppilaat ovat tässä vaiheessa aivan hiljaa, vain pieni liikehdintä aiheuttaa ääntä. Puhetta ei kuulu, mutta muutama oppilas lähtee kesken kokeen liikkeelle pyrkien lähemmäksi pöytää, jolla koeasetelma sijaitsee. Oppilaat näyttävät seuraavan koetta, ainakin kaikki katsovat koepöydän suuntaan. Yksi kauempana istuva poikaa kysyy lähellä istuvilta, että onko siellä jo tapahtunut jotain. Yksi oppilas esittää arvion, että ”kohta ne muuttuvat punaisiksi.” Opettaja kannustaa kärsi-*

vällisyyteen kokeen seuraamisessa. Kolme lähellä istuvaa poikaa katsovat keppejä erittäin tarkasti. Yksi oppilaista kysyy, onko kepit kuumia, mutta siihen hän ei saa vielä vastausta. Opettaja kokeilee keppien lämpötilaa. Samassa mehiläisvaha putoaa keskimmäisestä kepistä. Opettaja kysyy, huomasivatko kaikki, mitä tapahtui ja kannustaa jatkamaan tarkkailua tapahtuneesta huolimatta.

Tapahtumien syyn arviointia (n.5 min.):

*Yksi poika epäilee mehiläisvahan pudonneen, koska opettaja kosketti keppiä.*

*Eräs oppilas esittää arvion, että ”seuraava tippuu vasemmalla olevasta kepistä.” Joku sanoo, että ”kevyestä tippuu seuraavaksi.” Oppilaat noudattavat annettuja ohjeita (kokeen aikana ei saa puhua) yllättävän hyvin. Joitakin hiljaisia arvioita esitetään, mutta häiritsevää puhetta ei ole lainkaan. Joku sanoo, että ”oikeanpuoleisesta tippuu seuraavaksi” (oikealla on rautainen keppi). Muutama oppilas tulee ihan lähelle pöytää, mutta opettaja pyytää heitä siirtymään, jotta toisetkin oppilaat näkevät. Joku arvelee, että ”pakostakin ne joskus tippuu.” Oikeanpuoleinen mehiläisvaha putoaa seuraavaksi. Opettaja pyytää lähellä olevaa oppilasta koettamaan keppejä kädellään. Oppilas sanoo, että ”keskimmäinen oli kuuma ja vasemmanpuoleinen ihan kylmä.” Eräs oppilas perustelee vasemmanpuoleisen kylmyyttä sillä, että kynttilässä oli pienempi liekki kuin muissa ja että keskimmäisen liekki oli suurin. Opettaja selittää, että liekkien suuruuserot ovat niin pienet, että ne eivät vaikuta kokeen tulokseen. Seuraavaksi oppilaat palaavat paikoilleen ja kirjaavat ylös, mitä kokeessa tapahtui ja miksi. Kun oppilaat ovat valmiita, he palauttavat vihkot opettajalle ja sitten aloitetaan yhteinen keskustelu aiheesta.*

Toistimme samanlaisen havainnointitehtävän jakson lopussa hiukan eri muodossa. Oppilaiden vastaukset jaoinme kunkin tehtävän osalta neljään eri tasoryhmään. Vastauksista on koottu esimerkkejä seuraavaan:

## Kuvaus

Muoripurkissa on kynä johon on kierrretty

kupari: lankaa, lusikka (metalli) lusikka muovin en pää värikynä

Jokaisen päässä on voita ja siemen

Mitä tapahtui

metalli: lusikasta tippui voi ekana  
värikynän päässä on omituisia mörhöitä  
muista ei tippunut.

koska metalli on hyvä johde

Muovihuppini laitettiin lusikka jossa on muovinen  
pää, puutikka jossa on kuparilankaa ympärillä, lyijy-  
kynä, lusikka jossa ei ole muovista päätä, kiehuva  
vettä.



Näiden päihin laitettiin voita ja popcornin siemen.

Lusikasta jossa ei ollut muovista päätä, voi tippuu  
ensimmäisenä. Lyijykynästä voi ei meinaa tippua  
ollenkaan. puutikasta tippuu toisena.

Voi tippui ensimmäisenä lusikasta jossa ei ollut  
kädensijaa, koska se on hyvä johdin.

Muovisessa purkissa on

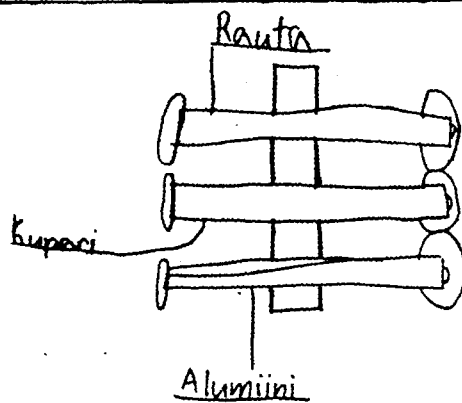
- puutikka jossa on kieritettyinä kuparilankaa
  - Lusikka jossa on muovinen kädensija
  - Lusikka jossa ei ole kädensijaa
  - Tavallinen <sup>puinen</sup> kyynä
- ja kaikissa on nokare voita ja maissin siemen

Lusikasta (jossa ei ollut kädensijaa) tippui voi ja maissi ensin. Lämpö johtui parhaiten lusikkaa pitkin.

Puusta ei tippunut, koska puu on hyvä eriste.

Kuparilangosta putosi ensimmäisenä pala koska se kuljettaa nopeiten lämpöä.

Kokeessa testattiin mikä näistä seuraavista materiaaleista kuljettaa nopeiten lämpöä: Alumiini, Kupari ja Rauta.





Kuparikeppi kuumeni tuikun lämmöstä luulen että kupari lämpenee nopeimmin jasiitä tippui ensimmäiseksi mehiläisvahapala. Toiseksi kuumeni toinen harmaanvärisistä ja mehiläisvahapala tippui toiseksi. rauta ei ollut vielä lämmin kun muut kepit oli kuumia. Kepit alkoivat vähitellen mustua. Kuparikepin alla oleva tuiKKu paloi kaikista suurimmalla liekillä.

Kuparista tippui mehiläisvaha ensin ja se oli kuumin luulen että kuuma pääsi helposti kuparin läpi Raudasta ei mehiläisvaha tippunut mutta minusta se on suutunut.

Lämpö

Kokeessa tarvittiin kolme kynttilää, metalliteline ja kolme erilaista tikkua. tikut laitettiin metallitelineeseen ja niiden päihin laitettiin palat mehiläisvaha. kynttilä laitettiin palamaan ihan tikkujen toisien päitten alle. odotimme ja mehiläisvahat tippuivat vuorotellen tikkujen päistä.

## 10.6 Oppilaiden havainnointitaitojen kehittyminen

Tarkastellessamme oppilaiden havainnointitaitojen kehittymistä analysoimme edellisessä osassa esiteltyjen havainnointitehtävien lisäksi myös omiin muistiinpanoihimme ja videointiin pohjautuvia havaintoja oppilaiden käyttäytymisestä eri tilanteissa. Kävimme huolellisesti läpi niin oppilaiden kirjalliset tuotokset kuin molempien tutkijoiden tuntuen jälkeen kirjoittamat muistiinpanotkin. Litteroimme videonauhat ja vertailimme omien muistiinpanojemme yhteen sopivuutta videokuvan kanssa. Sen jälkeen jaotelimme aineistoa erilaisten kriteerien mukaan kokeillen useita hieman erilaisia tapoja. Oppilaiden kirjallisista tuotoksista tarkkailimme neljää eri osa-aluetta: 1. Alkutilanteen kuvailu 2. Arvio siitä mitä tulisi tapahtumaan 3. Tapahtumien kuvailu 4. Selitys miksi näin tapahtui. Videokuvan ja omien muistiinpanojen kautta tarkastelimme lasten keskittymistä tehtävään, ylimääräistä puuhailua luokassa ja lasten kommentteja. Yritimme löytää lasten vastausten ja kirjallisen tuotoksen väliltä ristiriitoja tai toisaalta vahvistuksia.

Teeman aluksi tehty havainnointitehtävä motivoi oppilaita; he vaikuttivat kiinnostuneilta, ja heti kokeen aluksi alkoi kuulua kommentteja ja arvailuja siitä, mitä ehkä tulisi tapahtumaan ja miksi. Ohjeena oli kuitenkin seurata kokeen edistymistä hiljaa ja kirjata havainnot, arviot ja selitykset kokeen jälkeen. Monilla oppilailla keskittymiskyky ei tuntunut riittävän huolelliseen kirjaamiseen, vaikka ajatuksia oli selvästi paljon. Teeman lopuksi toteutimme periaatteessa samanlaisen kokeen. Oppilaiden suhtautumisesta näki, että he olivat selvästi alkukokeen tilannetta paremmin selvillä siitä, mitä heiltä odotettiin. Kaikki keskittyivät seuraamaan tarkasti koejärjestelyä ja sen tapahtumia. Kirjalliseen kuvailuun ei kuitenkaan läheskään kaikki oppilaat jaksaneet vieläkään panna. Kommenteista kuuli, että he pitivät turhana kuvailla tilannetta kovin tarkasti, koska kaikki muutkin olivat sen nähneet. Korostimme kuvailun tarpeellisuutta sillä, että jos tuloksia lukee henkilö, joka ei ole ollut tilanteessa mukana, on mahdotonta tietää, mitä tapahtui jos tilannetta ei kuvailla tarkasti.

Selkeää kautta linjan tapahtuvaa kehittymistä havainnoinnissa ja siitä raportoinnissa ei voi huomata. Kuitenkin tapahtumien selittäminen ja syyn pohdinta oli jälkimmäisessä havainnoinnissa tarkempaa ja asiantuntevampaa kuin ensimmäisessä. Samoin välineet, joita käytettiin osattiin luetella tarkemmin. Tämän tilanteen osalta videokamera paljasti, että korostimme ohjeiden annossa nimenomaan tapahtuman selostamista ja välineitä.

Alkutilanteen kuvaileminen ja arviointi jäivät sivuosaan. Asiat, joita korostimme tulivat luonnollisesti selkeämmin esiin vastauksissa, mikä osoittaa sen, että aloittelevan opettajan tulisi kiinnittää erityistä huomiota ohjeiden antamiseen, jotta tarkoitettuihin päämääriin päästäisiin.

Aluksi tehdyssä havainnointitehtävässä kahdeksan oppilasta selitti ilmiötä kuvailemalla kuparin lämmönjohto-ominaisuuksia. Kukaan ei käyttänyt sanaa ”johtaa” vaan he kuvailivat ilmiötä mm. seuraavasti:

*”Lämpö levisi kuparissa parhaiten.”*

*”Kupari lämpenee nopeimmin.”*

*”Kupari kuljettaa lämpöä parhaiten.”*

*”Kuuma pääsee helposti läpi kuparista.”*

Lopuksi tehdyssä havainnointitehtävässä jo 17 oppilasta perusteli teräslusikassa olleen maissin putoamista metallin lämmönjohto-ominaisuuksilla. Myös muovin ominaisuuksiin kiinnitettiin huomiota. Esim.:

*”Metalli on hyvä johde.”*

*”Lämpö johtui parhaiten lusikkaa pitkin.”*

*”Veden kuumuus johtui lusikkaa pitkin maissiin.”*

*”Muovipäisestä lusikasta ei tippunut, koska muovi on eriste.”*

Edellisten vastausten vertailun perusteella voidaan päätellä, että käsitteet ovat tulleet tutuiksi tai ainakin ne muistetaan paremmin.

Alkutilanteen kuvailussa oli myös eroja ensimmäisen ja toisen havainnointitehtävän välillä. Kahta oppilasta lukuun ottamatta kaikki oppilaat kuvasivat alkutilanteen tarkemmin toisessa havainnointitehtävässä. Vain kaksi oppilasta piirsi kuvan tilanteesta, ja molemmat piirsivät kuvat myös ensimmäisessä havainnointitehtävässä. Tarvittavat välineet lueteltiin poikkeuksetta melko tarkasti, sen sijaan koetilanteen kuvailuun ei jaksettu panostaa. Kun jälkikäteen keskustelimme, miksi näin oli, tuli esille seuraavia syitä:

*”Ei jaksanu kirjottaa.”*

*”No, kyllähän te (opettajat) tiesitte mitä siinä tehtiin.”*

Tilanteen aitoudessa ja motivoinnissa olisi siis ollut parantamisen varaa. Oppilaille ei ilmeisesti ollut selvää, miksi havainnointia ja havaintojen tarkkaa kirjaamista harjoitettiin, ja siksi tehtävä tuntui merkityksettömältä ja ehkä rasittavaltakin. Motivoinnin lisääminen voisi tuoda ratkaisun ongelmaan ja lisäksi ohjeidenannon tulisi olla entistä selkeämpää, niin että jokainen oppilas ymmärtää, mitä hänen odotetaan tekevän. Niitä oppilaita, joilla on vaikeuksia kirjoittamisen alueella auttaisi esim. valmis vastauspohja, jossa olisi omat tilat havaintojen neljälle osalle (1. alkutilanteen kuvaus 2. hypoteesi 3. tapahtumien kuvaus 4. syyn arviointi). Vastauslomake ohjaisi tarkkaavaisuutta paremmin oleellisiin asioihin ja oppilaan ei tarvitsisi osata jäsentää näkemäänsä itsenäisesti.

Mielenkiintoista on, että ensimmäisen havainnointitehtävän aikaan oppilaat uskalsivat esittää omia arvailujaan ja tulkintojaan vapaammin kuin toisen aikana. Syynä tähän voisi olla se, että korostimme omien ideoiden esiin tuomista tärkeämpänä asiana kuin mahdollisen väärän vastauksen välttämistä. Ensimmäisen tehtävän aikana oppilaat esittivät omia arvioitaan ja syitä tapahtuneeseen mm. seuraavin sanoin:

*” Toinen kynttilä oli kuumempi kuin toinen ”*

*” Rauta on niin vahvaa ettei vaha tipu siitä ”*

*” Oikealla puolella oli varmastikin viileämpi ilma, kun siitä ei pudonnut. ”*

*” Luulen että metalleissa on erilaisia aineita, jotka vaikuttavat vahan sulamiseen. ”*

Lopuksi tehdyssä tehtävässä ei tällaisia arkikielellä selitetyjä kommentteja löytynyt ollenkaan. Voidaanko tätä pitää merkinä käsitteiden ja asian sisäistämisestä vai voisi-ko se johtua oppilaiden paineesta vastata ”oikein”, koska asiaa on jo opiskeltu?

Kaksi viikkoa lämpöteema -jakson jälkeen kysyimme kokeen yhteydessä luonnontieteen havainnointiin liittyviä asioita. Kokeen kysymys kuului seuraavasti: Mitä asioita kerrot kun raportoit havainnoistasi ? (Mainitse ainakin 3 asiaa!). Kun tarkastelimme vastauksia huomasimme, että koska kysymyksessä oli kokeen viimeinen kysymys, muutamien oppilaiden kohdalla kiire ja väsymys olivat mahdollisesti vaikuttaneet vastaukseen. Neljä oppilasta ei ollut vastannut kysymykseen ollenkaan ja neljän oppilaan vastaukset eivät vastanneet annettuun kysymykseen. Yli puolet vastauksista sisälsi välineiden kuvauksen ja mitä alussa ja lopussa tapahtui. Kuusi oppilasta mainitsi myös, että raporttiin liitetään arviointi siitä, mitä saattaa tapahtua ja selitys siitä, miksi niin tapahtui.

Havainnointitehtävien vastaukset jaettiin siis neljään ryhmään niiden sisällön mukaan. Saamiemme ryhmien perusteella vertailimme alku- ja loppuhavainnointien ja teoriavastausten yhtäläisyyksiä, eroja ja muutoksia oppilaskohtaisesti. Olivatko aluksi ”parhaaseen” vastaukseen yltäneen oppilaan muutkin vastaukset samaa luokkaa? Ja toisaalta olivatko alkukyselyssä heikompaan ryhmään sijoittuneen vastauksen antaneet oppilaat kyenneet parantamaan vastauksiensa tasoa myöhemmin jne. Eniten muutosta oli tapahtunut niiden oppilaiden kohdalla, joiden vastaukset ensimmäisessä tehtävässä sijoittuivat kolmanteen ryhmään. Useat vastasivat selvästi paremmin toiseen tehtävään ja osasivat yleisesti luetella asiat myös teoriakokeessa. Vähiten muutosta oli tapahtunut niiden kahden oppilaan kohdalla, jotka vastasivat alussa erittäin hyvin. Yhden tällaisen oppilaan vastaus oli myöskin heikentynyt. Olisiko syynä ollut motivaation puute, jos käsitellyt asiat olivat jo tuttuja? Suuntaus parempaan sitä vastoin oli nähtävissä alussa heikoimpaan ryhmään kuuluvien joukossa. Paria oppilasta lukuun ottamatta vastaukset olivat paljon kattavampia kuin alussa. Näiden oppilaiden teoriakokeen vastauksissa oli kyllä eniten huomauttamista. Oppilaiden lähtötasojen erot olisi ehkä pitänyt ottaa vielä paremmin huomioon, silloin ”paras” ja ”heikoin” olisivat voineet edistyä omalla tasollaan.

Menetelmälliset tavoitteet ovat varsinkin luonnontieteen opettamisessa yhtä tärkeitä kuin tiedollisetkin tavoitteet (OPS 1994). Erityisesti aloittelevan opettajan voi kuitenkin olla vaikea asettaa näitä tavoitteita oppilaiden tasoon nähden sopivasti. Edellä kuvatun materiaalin perusteella huomasimme, että menetelmällisten taitojen opettamisessa tulisi edetä hitaasti ja harkiten, jotta oppilaat todella sisäistävät asian. Niitä tulee käyttää paljon käytännössä eikä pelkästään opetella teoriassa. Jos opettaja arvioi oppilaiden menetelmällisiä taitoja teoreettisten kysymysten kautta, on suuri mahdollisuus virhearviointeihin. Omassa tutkimuksessamme näkyi, että vaikka oppilas teoriakokeessa osasi luetella havainnoinnin ja raportoinnin osa-alueet ja sisällöt hyvin, voi niiden käytössä aidossa tilanteessa olla hankaluuksia. Tällöin on syytä olettaa, että oppilas on opetellut asiat ulkoa ymmärtämättä niiden sisältöä ja tarkoitusta. Yhtenä ratkaisuna oppilaiden syvällisempään ymmärtämiseen olisi opetuksen johdattelu vielä enemmän oppilailta tulevien kysymysten ja pohdintojen kautta.

## 11 MITEN KONSTRUKTIVISTISUUS JA KOKEELLISUUS NÄKYIVÄT TO- TEUTTAMASSAMME LÄMPÖTEEMASSA?

Seuraavassa tarkastelemme lämpöteeman toteutusta konstruktivistisen opetusnäkemys- ja kokeellisen menetelmän valossa. Tästä kappaleesta löytyy vastaus ensimmäiseen tutkimusongelmaamme: Miten konstruktivistisuus ja kokeellisuus näkyivät opetuksessamme?

Lämpöteeman toteutuksessa liikkeelle lähdettiin arjesta ja oppilaita luontevasti lähellä olevista asioista. Vuodenaika oli juuri vaihtumassa ja sen ansiosta ulkolämpötilassa tapahtui muutoksia lähes päivittäin. Rauste-von Wrightin mukaan konstruktivismi on ”luonnollisessa ympäristössä” tapahtuvaa oppimista ja toiminnan analyysia (Rauste-von Wright 1997, 16). Yksi tärkeimmistä konstruktivismin piirteistä opetuksessamme oli pyrkimys käytännönläheisyyteen ja tekemisen analysointiin. Oppiainesta ei lähdetty etsimään kaukaa vaan opittavat asiat löytyivät läheltä oppilaille entuudestaan tuttujen asioiden parista. Lisäksi oppimista pyrittiin syventämään pohtimalla aktiivisesti opittuja asioita ja löytämään yhtymäkohtia aiempiin tietoihin ja kokemuksiin. Se, että oppilaita kannustetaan pohtimaan ja etsimään uuden aineksen joukosta tuttuja asioita edellyttää oppilaan aktiivista roolia oppimisessaan. Yksi konstruktivismin keskeisiä piirteitä onkin, että oppija on oman oppimisensa subjekti. (Ojanen 2000; Eteläpelto & Tynjälä 1999.)

Konstruktivistisen ajattelun ydin on Richardsonin (1997, 3) mukaan se, että yksilö luo eli konstruoi uuden ymmärryksensä asioista aiempien tietojensa ja kokemustensa pohjalta. Lämpöteeman toteutus lähti liikkeelle esitestauksella, jolla pyrittiin selvittämään oppilaiden ennakkotietoja ja kokemuksia. Esitestauksen tulosten pohjalta opetettava aines saatiin liitettyä jo suunnitteluvaiheessa aiempien tietojen ja kokemusten kenttään. Viirin (1998, 42 - 45) mukaan oppiminen on sitä tehokkaampaa, mitä paremmin se vastaa jo olemassa olevia tietorakenteita. Konstruktivistinen oppimisenäkemys ja kokeellinen menetelmä korostavat molemmat ennakkotietojen huomioimisen merkitystä tehokkaan oppimisen kannalta. Ennakkotietojen kartoitus antaa siis konkreettista tietoa siitä, mitkä asiat osataan, mitä pitäisi kerrata ja mitä uutta ainesta aihepiiriin voitaisiin liittää. Konstruktivistit (esim. Eteläpelto & Tynjälä 1999; Uusikylä & Atjonen 1999) ovat yhtä mieltä siitä, että tieto ei ole objektiivista eikä näin ollen siirrettävissä opetta-

jan päästä oppilaan päähän. Tiedon dynaaminen ja subjektiivinen luonne sekä riippuvuussuhde oppijaan aiheuttavat sen, että kukin oppija asettaa oppimisen tavoitteet omista lähtökohdistaan ja omien tarpeidensa mukaisesti. Tavoitteiden asettelun pohjaksi niin oppija kuin opettajakin (joka on luonnollisesti mukana myös tässä tehtävässä) tarvitsee tiedon lähtötasosta.

Konstruktivistinen oppimisenäkemyksen korostaa tiedon subjektiivista luonnetta eli tieto on henkilökohtaista ja oppijan omista ajatteluprosesseista riippuvaa (Rauste-von Wright 1997, 17). Oppijoita kannustetaan aktiiviseen ajatteluun, joka sallii virhearvioinnit ja ”väärät” vastaukset. Rauste-von Wright näkee, että ymmärtämisen painottaminen auttaa tiedon jäsentelyssä, mutta siitä seuraa, että oppijat voivat tehdä erilaisia tulkintoja samasta asiasta (Uusikylä & Atjonen 2000, 128). Lämpöteeman aikana tiedon subjektiivisuuteen kiinnitettiin huomiota siinä, että oppilaita ohjattiin näkemään asioita monista näkökulmista ja ”oikeiksi” hyväksyttiin useita ilmiöitä jos niille osattiin esittää perustelut. Erilaiset tulkinnat eli ”väärät” vastaukset olivat oikeutettuja silloin jos ne perustuivat oppijan sen hetkisiin tietoihin. Perinteisesti opettajan oletetaan hyväksyvän vain oikeita ennalta määrättyjä vastauksia, jotka opettaja jo tietää. Tästä seuraa helposti se, että oppijat eivät uskalla vastata jos eivät ole varmoja vastauksestaan. Lämpöteeman aikana kuvatonlaisesta oletuksesta pyrittiin tietoisesti eroon. Oppilaita kannustettiin ”ajattelemaan ääneen” ja ilmaisemaan mielipiteitään sellaisistakin asioista, joista he eivät olleet varmoja. Luokassa vältettiin vastausten leimaamista oikeiksi tai vääriksi, ja virheellisiä ajatuksia pyrittiin oikaisemaan käytännön esimerkkien kautta sen sijaan, että olisi vain selitetty, miksi asia on niin tai näin.

Konstruktivismiin keskeinen piirre on se, että oppiminen nähdään tapahtuvan aiempien tietorakenteiden ohjaamana, ja uudet kokemukset liitetään refleктоimalla aiempiin merkitysperspektiiveihin, jonka jälkeen uudenlainen tulkinta alkaa ohjata toimintaa (Ojanen 2000). Edellisen mukaisesti lämpöteeman aikana ”väärät” oletukset lämmöstä (usein arkikäsitteitä) päivitettiin uusien tietojen pohjalta, jolloin oppiminen oli eräänlaista palapelin kokoamista; aiempien tietojen pohjalta kootut virheelliset palat (virheellinen tieto) vaihdettiin oikeisiin tai niitä muokattiin uuteen palapeliin (uusi tietorakenne) paremmin sopiviksi. Lisäksi palapeliin (uusi tietorakenne) liitettiin uusia paloja sitä mukaan kun uusi tieto ohjasi valitsemaan niitä. Palapelin kokoaminen ei ole helppoa; vanhat käsitykset istuvat tiukassa oppijoiden mielissä, ja ennen kuin uusi tieto voidaan sulauttaa vanhaan ja rakentaa tieteellistä tietoa, oppijan täytyy kyetä ohittamaan ja

hylkäämään arkikäsitteensä, jotka ovat aiemmin ohjanneet ajattelua (Niiniluoto 1997; Ojala 1997.) Lämpöteeman aikana ilmennyt virheellinen arkikäsite on esimerkiksi se, että samassa lämpötilassa oleva rautaesine olisi kylmempi kuin puuesine. Käsite on todella vaikea kumota, sillä rauta tuntuu kylmemmältä käteen, joten oppijan on hyvin helppo perustaa käsityksensä tehtyyn kokeeseen ja vetää siitä johtopäätös, että ”rauta on kylmempää kuin puu”. Uuden aineksen liittäminen vanhaan on vaikeaa myös silloin jos oppija kokee, että uudella aineksella ei ole mitään tekemistä sen tiedon kanssa, joka hänellä jo on. Tämän tilanteen välttämiseksi on perusteltua selvittää oppilaiden lähtöaso ennen opetuksen alkamista (esim. Viiri 1998).

Kuten edellä mainittiin konstruktivismissa ja kokeellisuudessa korostuu tiedon subjektiivinen luonne; tieto ei ole sellaisenaan siirrettävissä oppijan päähän vaan oppimista tapahtuu oppijan aktiivisen toiminnan kautta. Ojanen (2000, 41) korostaa, että tiedon rakentumisessa keskeistä on toiminta, jonka myötä oppija alkaa ymmärtää asioita ja ilmiöitä. Oppijan aktiivisuudella ei toisaalta ole pedagogista itsetarkoitusta. Toisin sanoen työtavan valinnassa olennaista ei ole sen muoto vaan se, että valittu työtapo tukee mahdollisimman hyvin asetettuihin tavoitteisiin pääsyä. Lämpöteemaa toteuttaessamme halusimme kokeilla luonnontieteiden opettamista siten, että oppilaiden toiminta on luonteva osa oppimista. Teeman aikana oppilaille tarjottiin mahdollisuus kokeilla ja oivaltaa asioita esim. pysäkkitöiden kautta. Konstruktivistinen oppimiskäsitys korostaa, että kun oppilaat saavat kokeilla itse, heissä herää lähes automaattisesti kysymyksiä, joihin vastaamalla ymmärrys ja ongelmanratkaisukyvyt kehittyvät. Toisaalta, koska konstruktivistinen oppiminen tapahtuu sosiaalisessa yhteisössä ja on vuorovaikutuksen tulosta (esim. Ojanen 2000; Rauste-von Wright 1997), pysäkkityöskentely ryhmätyömuotona tukee oppimista edelleen. Koska pysäkkityöskentely on oppijan itsenäistä toimintaa, jonka aikana hän saa etsiä vastauksia tehtävästä nousseisiin kysymyksiin, se kehittää itseohjautuvuutta, edesauttaa minän kasvua ja vahvistaa itsereflektiivisiä valmiuksia. Rauste-von Wrightin mukaan kaikki nämä taidot ovat mahdollisia ihmisajelle, mutta ne on opittava. (Rauste-von Wright 1997.) Tärkeää työtapojen valinnassa ei ole se, miten erikoisia tai viihdyttäviä ne ovat tai mitä ismiä ne noudattavat vaan nyrkkisääntönä voisi pitää sitä, että työtavat valitaan tavoitteisiin sopivalla tavalla.

Rauste-von Wright (1997, 17) näkee oppimisen edelleen tilannesidonnaisena. Myös Richardson (1997, 3) korostaa olosuhteiden ja ”työn touhussa” heräävien ideoiden vaikutusta oppimiseen. Opettajan tulisikin olla ajan hermolla ja ”haistella” luokan ilmapiiri-



riä ja pyrkiä vastaamaan oppijoissa herääviin tarpeisiin. Oman tutkimuksemme kanalta oli erittäin hyvä, että tutkijoita oli kaksi. Vetovuorossa oleva tutkija sai keskittyä opetukseen toisen tutkijan liikkua ”kansan parissa” vastaanottaen palautetta ja tuoden sitä opettavalle osapuolelle. Opettajan ja oppilaiden vuorovaikutus on tällaisessa tilanteessa reaaliaikaista, mikä mahdollistaa opetuksen jatkuvan mukauttamisen oppijoiden tarpeita vastaavaksi. Yleensä opettaja saa palautteen vasta opetustilanteen päätteeksi, jolloin ei ole enää mahdollista vaikuttaa opetuksen sisältöön. Jatkossa palautetta voi kuitenkin hyödyntää, mikä on konstruktivismiin ja kokeellisuuteen nojautuvan opetuksen perusedellytys.

Oikean kokeellisuuden yksi ydinajatus on, että luokan toiminnan tulee perustua aina toisaalta luonnontieteeseen ja toisaalta oppimisteoriaan (Viiri 1998, 42). Lämpöteemassa luonnontiedettä edusti fysikaalinen ilmiö nimeltä ”lämpö”, jonka opettaminen perustui oppimisteoriaan nimeltä ”konstruktivismi”, menetelmänä käytettiin ”kokeellisuutta.” Kokonaisuuden suunnittelussa ja toteuttamisessa näiden osa-alueiden huomioiminen auttoi suuresti, sillä tutkijoiden tarvitsi vain lähteä seuraamaan kolmea eri tietä, joiden leikkauspisteeseen teemamme sijoittui.

Kokeellisuudessa opettajan rooli on johdatella oppilaat uudenlaisen ajattelutavan pariin. Konstruktivistinen ajattelu oppilaan roolista oman toimintansa subjektina on sekin tärkeä, mutta jotta tiedon rakentamisprosessi olisi mahdollinen tarvitaan opettajaa sen ohjaajaksi (Viiri 1998, 42). Opettajan rooli oppimisen ohjaajana korostuu Uusikylän ja Atjosen (2000, 129) mukaan erityisesti silloin kun oppijalla ei ole valmiuksia ottaa vastuuta oppimisestaan esim. oppimisvaikeuksien vuoksi. Viiri (1998, 42) asettaa vielä yhden vaatimuksen luonnontieteiden opettajalle, joka käyttää kokeellisuutta: opettajan tulee olla ekspertti sekä opetettavassa aineessa että opettamisessa.

Millaista eksperttiyttä sitten itse pystyimme toteuttamaan lämpöteeman aikana? Nykyään eksperttiys nähdään asenteena ja ajattelutapana sen sijaan, että ekspertiksi kutsutaisiin ainoastaan henkilöä, jonka tietomäärä asiasta on paljon muita suurempi. Asiantuntijuudessa on kyse työskentelytavasta, joka sisältää jatkuvaa tavoitteiden asettelua, arviointia ja ongelmanratkaisua. Todellinen ekspertti määrittelee toimenkuvaansa ja tehtäviään jatkuvasti uudelleen ja jatkaa eteenpäin esiin nousseiden seikkojen pohjalta. (Eteläpelto & Tynjälä 1999.) Edellä kuvaillun kaltainen eksperttiys opettajana oli mahdollista lämpöteeman aikana. Teemaa lähdettiin toteuttamaan sen tietotaidon pohjalta,

joka meillä tutkijoilla oli aloitushetkellä. Teeman kuluessa, oppilaantuntemuksen ja lämpötiedon lisääntyessä, sisältöä ja tavoitteita tarkistettiin, ja niitä muokattiin paremmin oppijoiden tarpeita vastaaviksi. Tavoitteena meillä tutkijoilla oli kehittää opetusta ja kehittyä opettajina, lisäksi oma tietotaitomme lisääntyi prosessin aikana. Kun asiantuntijuus nähdään jatkuvana työskentelynä omien kykyjen rajoilla ja niiden ylittämisenä, tullaan Eteläpellon ja Tynjälän (1999, 162) mukaan hyvin lähelle oppimisen käsitettä. Asiantuntijaopettajan työn voisi näin ollen katsoa olevan työssä oppimista. Viirin peräämän eksperttiopettajan ominaisuuksiin ei siis kuuluisikaan ainoastaan valtava tietomäärä luonnontieteistä vaan yhtä tärkeää, ehkä tärkeämpääkin olisi omata oikeanlainen asenne ja ajattelutapa. Pelkkä oikeanlainen ajattelutapa ei vielä takaa hyvää opetusta, mutta jos opettaja kykenee kytkemään sen sopivaan opetusteoriaan ja käytänteisiin ollaan jo oikealla tiellä kohti hyvää luonnontieteiden opetusta.

Kokeellisuudessa opettajan rooli nähdään siis uuteen ajattelutapaan johdattajana. Nature of science -ajatteluun johdattaminen voisi mielestämme tapahtua Jonathan Neelandsin linssimallin mukaisesti (1984, 44), jolloin luonnontieteiden opettaja tarjoaa oppilailleen omaan ammattiosaamiseensa perustuvan linssin, jonka läpi hän ohjaa oppijoita katsomaan oleellisia asioita. Opettaja ei sensuroi, mutta auttaa oppijoita kohdistamaan katseensa merkitykselliseen ainekseen. Luonnontieteiden opettajan linssi voisi pitää sisällään havainnoivan ja aktiivisen tutkijan asenteen. Opettajan linssi voisi suodattaa epäonnistumisen pelon, ja rohkaista oppijoita arvailemaan ja kokeilemaan. Viirin mukaan tieteelliseen työhön kuuluu aina arvailu, takapakit, hyppyt tuntemattomaan ja erilaiset kokeilut, joiden tuloksista ei voida olla varmoja (Viiri 1998, 47). Jos näkymä opettajan tarjoaman linssin läpi olisi nature of science -ajattelutavan mukainen, oppijat ehkä uskaltautuisivat vastaamaan niin kuin on heistä oikein eikä niin kuin he olettavat opettajan haluavan. Luonnontieteelliseen linssin kautta oppijat myös ymmärtäisivät, että tieto on hyväksyttävää ja oikein silloin jos se on tiedeyhteisön (tässä tapauksessa luokan, jossa tiedettä tehdään) hyväksymää, ja se perustuu kokeiluihin ja niistä saatuihin tuloksiin. Linssin kautta katsellessaan oppijat voisivat hyväksyä sen, että juuri tehty ”tiede” on voimassa vain niin kauan kunnes joku sen kumoaa. Viiri näkee tieteen monimuotoisena ja korostaa, että monimuotoisuudessa piilee myöskin sen mielenkiinto. Myös luokassa monimuotoisuuden korostaminen voisi lisätä mielenkiintoa tieteen tekemistä kohtaan.

Lämpöteeman toteutuksessa pyrimme toimimaan edellä kuvaillun kaltaisena linssinä oppilaiden ja lämpötiedon välillä. Koko teeman ajan pidimme tärkeänä kannustavan ja innostuneen ilmapiirin ylläpitämistä. Oppilaat asettuivat teeman aikana tutkijan rooliin ja heille annettiin mahdollisuuksien mukaan vapautta ja vastuuta teeman parissa työskentelyyn. Vaikka ”tutkijamme” olivat oman tutkimuksensa päähenkilöitä, meitä opettajia tarvittiin ohjaamaan heitä näkemään uudella tavalla. Oppilaiden tekemillä tutkimuksilla ei haettu välttämättä oikeita vastauksia vaan pyrittiin todelliseen ymmärtämiseen. Konstruktivismin keskeinen seuraus on Eteläpellon ja Tynjälän (1999, 166) mukaan juuri se, että oppimista ei enää nähdä oppijan kykynä toistaa opetettuja asioita eli antaa oikeita vastauksia vaan oppimista tapahtuu silloin kun yksilön käsitykset ilmiöstä muuttuvat ja hän alkaa ymmärtää, mistä ko. ilmiössä on kyse. Sama ajatus on myös Wynne Harlenilla (1996), jonka mukaan yksittäisten tietojen korostamisesta koulun luonnontieteiden opetuksessa tulisi päästä eroon. Sitä vastoin tärkeää olisi oppia ymmärtämään, kuinka tiedot on saatu, todistettu ja luotu monien kokeellisten tutkimusten ja teorioiden kautta. Jos opetuksessa keskityttäisiin nimenomaan ymmärtämisen oppimiseen, opitun siirtovaikutus (transfer) paranisi, koska ymmärtääkseen oppijan on jäseneltävä tiedot loogisesti. Loogisen tietorakenteen käyttö edelleen muissa yhteyksissä on helpompaa kuin epämääräisen nippelitietokokoelman.

## 12 MITEN ONNISTUIMME LÄMPÖTEEMAN SUUNNITTELUSSA JA TOTEUTUKSESSA?

Tässä kappaleessa analysoimme omia kokemuksiamme luokassa toteutetusta tutkimusosiosta eli lämpöteemasta. Aluksi vastaamme neljänteen tutkimusongelmaamme (Miten onnistuimme lämpöteeman suunnittelussa ja toteutuksessa?) tiiviisti neljän eri osa-alueita käsittelevän kysymyksen avulla. Toisessa osiossa käsittelemme suunnittelun ja toteutuksen vaiheita tarkemmin ja pohdimme lämpöteemaa ”fiilispohjalta”. Tällä pohdinnalla on ollut merkittävä osuus kehittäessämme omaa luonnontieteiden opetuksen malliamme, joka esitellään seuraavassa luvussa 13.

### 1. Miten onnistuimme sisällöllisesti?

Lämpöteeman aihe ja sisällöt olivat hyvin valittu, ja olimme onnistuneet tavoittamaan oppilaiden keskimääräisen tietotason hyvin, sillä oppilaat olivat motivoituneita ja oppimista tapahtui, kuten olemme edellisessä luvussa todenneet. Yksittäisenä esimerkkinä oppilaiden innosta oli se, että oppilaat juttelivat teeman asioista myös välituntisin. Pari kertaa jouduimme jopa toimimaan erotuomareina kun oppilaille oli tullut erimielisyyksiä siitä, mikä oli oikea vastaus johonkin lämpöaiheiseen kysymykseen. Pysäkkityökentelyn jälkeen pari naapuriluokan oppilasta tuli kyselemään: ” Ope, ope milloin meidän luokalla on näitä lämpöasioita?”

Selkeimpiä kehitystehtäviä, joiden painoarvoa lisäisimme seuraavan teeman suunnittelussa, olivat vielä parempi eriyttäminen oppilaiden lähtötason pohjalta, arkikäsitusten tarkempi huomioiminen sekä tarkempi rajaaminen ja sitä kautta ylimääräisen aineksen karsiminen.

### 2. Miten onnistuimme menetelmällisesti?

Teeman aikana käyttämämme opetusmenetelmät toimivat tilanteissa hyvin eikä mistään jäänyt sellainen olo että menetelmä ei sopinut tilanteeseen, toisaalta jokin muukin kuin valittu tapa olisi voinut toimia. Jälkeenpäin tarkasteltuna olisimme kuitenkin voineet lähteä enemmän ulos luokasta, ja käyttää oppilaiden omia tiedonhankintataitoja enemmän hyväksi. Toisaalta se, että emme tunteneet luokkaa kovin hyvin, nosti kynnystä

näiden menetelmien käyttämiseen. Mielestämme yksi konstruktivismin periaatteisiin pohjautuvan opetuksen edellytyksiä onkin hyvä oppilaantuntemus.

Jatkossa erityistä huomiota vaatisi myös työskentelyohjeiden antaminen oppilaille. Annoimme ohjeet pääasiallisesti suullisesti, mikä toimi hyvin suurimmalla osalla oppilaita, mutta muutamien keskittymistä kirjalliset ohjeet olisivat varmasti parantaneet. Pysäkkityöskentelytunteja tarkastellessamme huomasimme sen, että pienempi määrä pysäkkejä olisi riittänyt. Tällöin oppilailla olisi ollut riittävästi aikaa tehdä koe ja myös pohtia ja kirjata se ylös. Nyt muutamilla aika ei riittänyt kunnolla. Olimme varanneet nopeimmille täytetehtäviä, mutta niitä ei oikeastaan kukaan ehtinyt tehdä eli aikataulua olisi voinut rauhoittaa. Oppilaiden innostus voidaan tietenkin ottaa positiivisena palautteena motivoinnin onnistumisesta, mutta kehittymisen paikkana aikataulua ajatellen.

### 3. Mitä tekisimme toisin?

Pieniä, mutta tärkeitä parantamisen paikkoja ovat tietyt aikatauluun liittyvät seikat. Opettajan arkipäivään mahtuu sekä oman työn että oppilaiden työskentelyn kannalta muutamia olennaisia ajankohtia. Maanantaiaamu pysäkkityöskentelyn järjestämiseen ei ole paras mahdollinen valinta. Opettajan omaa toimintaa helpottaa, jos voi jo edellisenä päivänä tehdä osan valmisteluista paikanpäällä. Oppilailla on myös paljon erilaisia keskittymistä häiritseviä asioita käsiteltävänä viikonlopun jäljiltä. Edelleen ei ole järkevää varata perjantain viimeisiä tunteja uusien vaikeiden asioiden käsittelyyn, sillä oppilaiden vireystila on silloin jo viikonloppuvaihteella. Sekä oppilaiden että opettajan motivaatiolla, innostuksella ja oikealla vireystilalla on ratkaiseva merkitys teematyöskentelyn onnistumiseen. Jatkossa antaisimme oppilaille lisää omaa vastuuta myös teoriatiedon hankinnasta, ja suunnistaisimme useammin ulos luontoon tarkkailemaan ja kokeilemaan ilmiöitä. Esimerkiksi lapasen ja sormikkaan lämmön eristyskykyä voisi helposti vertailla käytännössä.

### 4. Miten tästä eteenpäin?

Seuraavaa luonnontieteen opetuskokonaisuutta suunnitellessamme osaamme ottaa paremmin huomioon niitä asioita, joiden huomasimme kaipaavan parantamista. Uskomme, että seuraavassa teemassa ohitamme muutamat vaikeudet tämänkertaisen koke-

muksemme avulla. Muistihan on tunnetusti lyhyt eli asioiden kirjaaminen muistiin on paikallaan. Yksi tärkeimpiä kokemuksia, jonka saimme ensimmäisen oikean luonnontieteellisen teeman toteutuksesta on realismin muistaminen. Ei kannata suunnitella opetustaan hienojen välineiden varaan eikä ahnehtia liikaa sisältöjä aikaresursseihin nähden. Oppilaiden tieto- ja taitotason lisäksi opetusta suunniteltaessa on huomioitava opettajan omat resurssit. Lämpöteeman vetäminen tällaisenaan ja näin isolle ryhmälle on todella iso urakka yhdelle opettajalle. Osa opetusmenetelmistä on vaativia, ja kannattaa harkita, mitä menetelmiä käyttää ellei tunne luokkaa hyvin. Toisaalta opettajan tulee tuntea omatkin rajansa ja toteuttaa sellaista opetusta, mikä vastaa hänen omia taitojaan. Ei ole viisasta valita tapaa, jota ei hallitse, sillä opettajan tulisi pystyä muokkaamaan opetusta tarpeen vaatimaan suuntaan. Toisaalta teemaopetusta suunniteltaessa ja toteuttaessa kannattaisikin tehdä yhteistyötä koulun muiden opettajien kanssa ja etsiä asiantuntijuutta sieltä, missä sitä on. Eri alojen ammattilaisia on mahdollista pyytää kouluun ja osa opetustilanteistakin voidaan järjestää yhdessä muiden luokkien kanssa.

### Fiilistelyä

Luokanopettajan työn hyviä puolia on opetettavien aineiden moninaisuus, mikä väistämättä johtaa siihen, että opettaja joutuu usein itsekin kertaamaan ja syventämään tietojaan ennen opetuksen alkua. Opettajan tulisikin hyväksyä se, että kaikkea ei voi eikä tarvitse tietää ja muistaa, vaan että omien tietojen päivittäminen on yksi opettajan työn haasteita eikä suinkaan huonoa opettajuutta. Teematyöskentelyn yksi hyvistä puolista on se, että opettajan omat tiedot lisääntyvät opetuksen aikana ja opettajalla on mahdollisuus kehittyä opetuksensa mukana. Opettajan on kuitenkin hyvä muistaa, että omia tietoja on hyvä punnita tietoisesti, ja miettiä rehellisesti, vastaavatko ne nykyisen tieteen käsityksiä vai onko oma tietous lähinnä kokemuksiin perustuvaa tai jollain tavalla jopa tieteen vastaista. Omien arkikäsitusten mahdollisen virheellisyyden tiedostaminen on edellytys tietotaidon kehittymiselle. Lämpöteeman sisällön määrittelemisen tuntui aluksi vaikealta, koska tutkijoilla oli hyvin erilaiset lähtökohdat opettamista ajatellen: toinen tutkija oli opiskellut ja päivittänyt tietojaan aiheesta lähiaikoina, toisella tutkijalla taas oli pitkä aika siitä kun oli opiskellut mitään luonnontieteitä. Myös luonnontieteellisessä ajattelutavassa oli eroa: kärjistäen voisi sanoa, että vastakkain olivat jonkin tason eksperti ja maallikko, kun verrataan tutkijoiden nature of science –ajattelua. Liikkeelle päästiin kuitenkin joustavasti keskustelujen ja kirjallisuuteen tutustumi-

sen kautta, ja kun asioiden opettaminen luokassa tuli ajankohtaiseksi molemmilla tutkijoilla oli vähintäänkin riittävät tiedot aihepiirin käsittelyyn.

Yksi teematyöskentelyn välttämättömyksiä on kysyä jatkuvasti, ”Mihin tällä pyrimme, mitä haluamme saavuttaa?” Jos vastaus kysymykseen on suunnitteluvaiheessa selkeänä mielessä, ei mielestämme voi pahasti epäonnistua. Kysymykseen vastaaminen ei tosin ole aina ihan helppoa, vaan se vaatii todellista paneutumista teeman suunnitteluun ja toteutukseen. Teemoittain opettaminen ei ole laiskan menetelmä, mutta toisaalta se ei (välttämättä) vaadi laajaa tietoutta opetettavasta asiasta vaan uudenlaista eksperttiyttä (Eteläpelto & Tynjälä 2000), johon kuuluu jatkuva ongelmanratkaisu ja sen kautta kehittyminen sen sijaan, että korostettaisiin tiedon määrää. Lohdutukseksi kaikille, joiden mielestä teematyöskentely on rankkaa ja aikaa vievää, voimme sanoa, että sen toteuttaminen helpottuu kerta kerralta, kun opettamisen rutiini löytyy. Teematyöskentelymenetelmä vahvuus on se, että se sopii kaikkiin aihepiireihin, joten kerran suunniteltu teeman rakenne on käyttökelpoinen aiheeseen kuin aiheeseen vain pienin sovelluksin. Suunnittelussa on kuitenkin osattava huomioida monia eri asioita, joten kehittelemämme opetusmalli voikin toimia eräänlaisena muistilistana, jotta aloittelevakin opettaja pystyy huomioimaan mahdollisimman monia eri näkökulmia opetuksen suunnittelussa.

Tutkimusprojektimme ydin oli luokassa toteutettava opetus, joka sisälsi esitestauksen, orientoinnin, pysäkkityöskentelyn ja koonnin. Tämänkaltainen monivaiheinen opetus vaatii opettajalta pitkän aikavälin suunnittelua eikä kokonaisuus meiltäkään ihan hetkessä syntynyt. Toisaalta sanonta: ”hyvin suunniteltu on puoliksi tehty”, pätee teematyöskentelyssä hyvin. Kuten jo aiemmin tuli ilmi, huolellisen suunnittelun jälkeen opetus ei vaadi kuin senhetkisen opetustilanteen järjestämistä. Opetuksen suunnittelussa huomioimme edellisen tunnin tapahtumat, minkä pohjalta suunniteltiin seuraava tunti. Seuraavan tuntiin kuului esim. kertausta asioista, jotka näyttivät jääneen epäselviksi tai sitten jatkoimme oppilaiden ”ehdottamaan” suuntaan. Tämä ei suinkaan tarkoittanut, että koko teeman konsepti muuttui oppilaiden pyynnöstä vaan sitä, että saatoimme esimerkiksi muuttaa asioiden opettamisjärjestystä tai hypätä jonkin selvältä tuntuvan asian ylitse. Tämänkaltainen luokan ilmapiirin ”haistelu” vaatii opettajalta hyvää tilannetajua ja oppilastuntemusta. Lisäksi opettajan pitää olla joustava ja suostua vastaanottamaan oppilaiden suunnalta tulevia viestejä ja reagoida niihin sopivalla tavalla. Huomasimme, että kun annoimme oppilaiden ikään kuin johdatella opetusta, use-

ampi osallistui keskusteluihin ja nekin oppilaat, jotka eivät välttämättä olisi innostuneet ehkä innostuivat, koska huomasivat pystyvänsä vaikuttamaan luokkatilanteisiin.

Lämpöteeman toteutus luokassa sisälsi jo aiemmin mainitut neljä osa-aluetta: esitetauksen, orientoinnin, pysäkkityöskentelyn ja koonnin. Opettajalta monivaiheisen teeman toteutus vaatii kokonaisuuden sisäistämistä. Kaikkien osa-alueiden tulee nivoutua luontevasti yhteen sekä keskenään että muun koulutyön kanssa. Suuremman teeman opetus ei useinkaan ole mahdollista eikä välttämättä järkeväkään kovin lyhyellä aikavälillä vaan eri osioiden väliin saattaa jäädä useita päiviä. Jotta ”vire” ei katoaisi, kannattaa teemaa käsitellä muista näkökulmista myös muilla tunteilla. Oma teemamme integroitui luontevasti mm. kuvaamataitoon, matematiikkaan ja äidinkieleen. Huomauttamatta teemaa tuli käsiteltyä monipuolisesti, ja oppilaat pysyivät koko ajan kiinni aiheessa huolimatta muutamien päivien tauoista. Muilla tunteilla (kuin ”yltin” tunteilla) lämpöteemaa sivuavat tehtävät saivat monenlaista vastaanottoa oppilaiden taholta: ”voi ei, taas tätä” –kommentteja mutta myös ”ai niin, tästähän oli puhetta” –lausahduksia kuului. Yleisesti ottaen jäi se tunne, että oppilaat odottivat varsinkin pysäkkityöskentelyjaksoa, eikä varmasti vähiten siitä syystä, että sen sai tehdä itse valitun parin kanssa.

Vaikka opetuksen toteutuksessa oli paljon kehittämisen varaa jäi päällimmäiseksi tunteeksi onnistuminen. Matkan varrelta muistamme hienoja hetkiä, joissa oppilaat toimivat itsenäisesti ja innokkaasti esim. pysäkkityöskentelyn aikana. Oppilaiden ajatusten kehittyminen ja arkikäsitusten muokkautuminen tieteellisempään suuntaan tuli esille monissa keskusteluissa ja oppilaiden kysymyksissä.

Koska tässä tutkimuksessa oli kaksi tutkijaa, tapahtui koonti keskustelun kautta ensinnäkin jokaisen vaiheen jälkeen ja myös jokaisen opetustuokion jälkeen. Lopullisessa koonnissa käytimme apuna videonauhaa ja muistiinpanoja. Videokameran käyttö opettamisen tarkastelussa oli mielestämme niin hyvä asia, että voisimme suositella sitä opettajan itsearviointin välineeksi. Työssään oleva opettaja voisi silloin tällöin kuvata, ja tarkastella omaa työskentelyään ja luokan tapahtumia videolta. Kuva paljastaa arrottomasti kehityskohdat, mutta antaa paljon myös yllättävää positiivista palautetta. Itsellemme selkeä esimerkki siitä oli pysäkkityöskentelytunnit. Heti tapahtumien jälkeen oli sekava olo ja mietimme, onnistuiko kokonaisuus hyvin. Työskentelyn aikana kuljimme eri pysäkeillä, annoimme ohjeita, keskustelimme oppilaiden kanssa, kuunte-



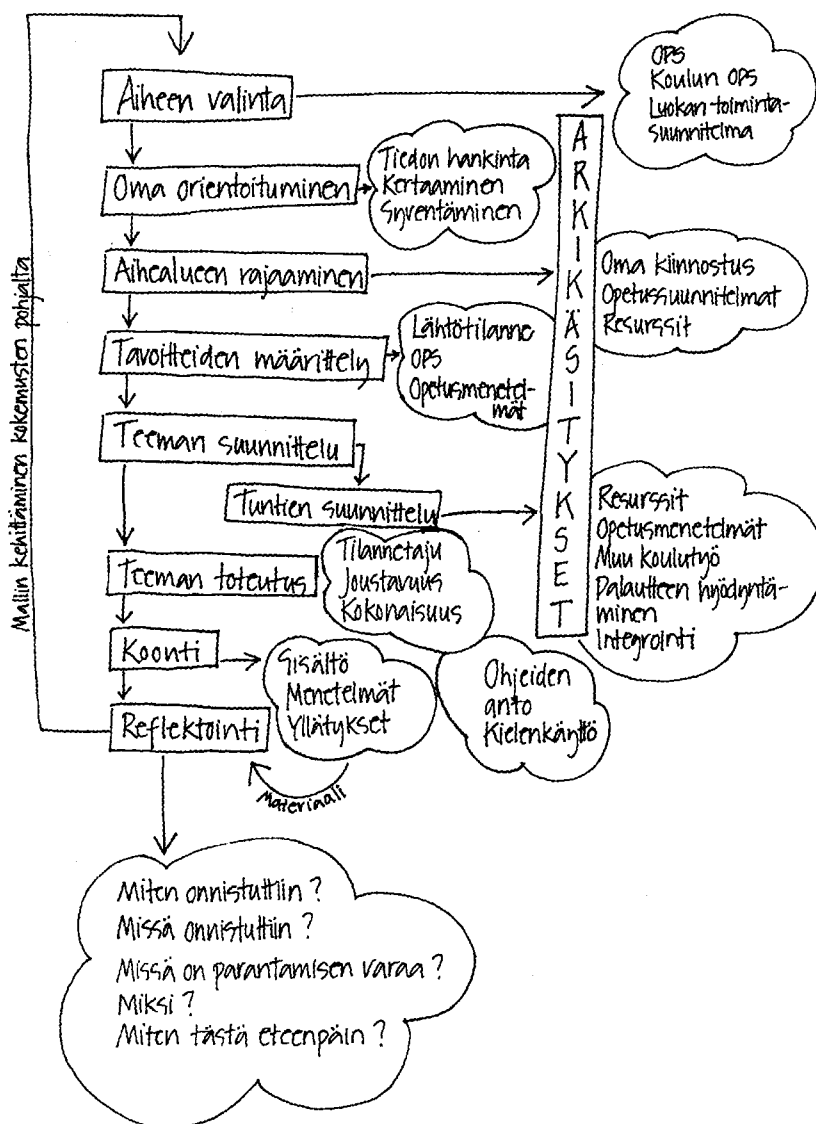
limme oppilaiden keskusteluja –olimme kymmenessä paikassa ja hommassa yhtä aikaa. Päällimmäiseksi tunteeksi epäjärjestys, kiire ja meteli. Kun tarkastelimme tilannetta myöhemmin videolta huomasimme, että oppilaat toimivat kukin tahollaan innostuneesti ja keskittyneesti, meteli syntyi aiheeseen liittyvistä keskusteluista eikä ylimääräistä puuhastelua ollut näkyvissä. Myöskään omista olemuksistamme ja käyttäytymisestä ei voinut nähdä pään sisällä tapahtuvaa myllerrystä –päinvastoin, toiminta näytti määrätietoiselta ja innostuneelta eikä koettu kiire näkynyt käytöksestämme.

Mielestämme kokonaisvaltaisessa teemaopetuksessa on se hyvä puoli, että opettaja, joka arvioi ja kehittää omaa työtään ja tähtää yhä parempaan oppilaiden oppimisen tukemiseen, voi kokoajan katsoa myös tulevaan. Prosessiluonteisessa työskentelyssä epäonnistumiset on helpompi nähdä kehitysmahdollisuuksina, joista voi ottaa opikseen, ja joista on hyötyä tulevaisuudessa.

## 13 UUSI MALLI

Yksi tutkimuksemme tarkoitus oli kokeilla käytännössä luonnontieteiden teeman opetusta ja rakentaa sen pohjalta malli, jonka avulla aloitteleva luonnontieteiden opettaja onnistuu toteuttamaan opetuksessaan konstruktivismia. Useat mallimme vaiheet ovat varmasti monille opettajille itsestäänselvyksiä eikä niihin tarvitse välttämättä tietoisesti kiinnittää huomiota, mutta ennen kuin aloitteleva opettaja saa riittävästi omia kokemuksia luonnontieteiden opetuksen suunnittelusta ja toteutuksesta, voi rakentamamme mallin seuraaminen auttaa helpommin konstruktivistisen opetuksen jäljille.

Seuraavassa esittelemme konstruktivismia toteuttavan luonnontieteiden opettamisen mallin, joka mielestämme sisältää asiat, jotka opettajan tulee ottaa huomioon luonnontieteiden teeman opetusta suunnitellessaan.



Luonnontieteiden opettamisen malli lähtee liikkeelle opetuksen aiheen valinnasta. Tausta-ajatuksena opetuksen suunnittelussa ja aiheen valinnassa on se, että luonnontieteiden opetuksessa pitäisi keskittyä keskeisiin tärkeisiin aiheisiin (Ojala 1997, 91 - 93). Opetusta tulisi myös suunnitella laajempina opetuskokonaisuuksina. Mallissa käytämme opetuskokonaisuudesta nimitystä teema. Teeman aiheeksi valitaan siis valtakunnallisen ja koulun oman opetussuunnitelman mukainen pääaihe. Valintaan vaikuttaa myös se, mitä luokassa on aiemmin käsitelty. Uuden luokan kanssa opetusta aloitettaessa on syytä käyttää tarpeeksi aikaa luokan toimintasuunnitelmaan tutustumiseen tai selvittää opettajakollegojen ja mahdollisesti luokan aiemman opettajan avulla tarkasti aiheet, joita on aiemmin käsitelty. (Uusikylä & Atjonen 2000, 55 - 56.) Opetuksen suunnittelussa ja opetuskokonaisuuksien valinnassa kannattaa lisäksi mahdollisuuksien mukaan huomioida oppilaiden ja opettajan omat kiinnostuksen kohteet.

Kun aihe on valittu opettajan tulee punnita tarkkaan omat tietonsa aiheesta, ja tarvittaessa päivittää tietonsa kirjallisuuden, tutkimusten ja opetusmateriaalin avulla. Jos aihe on opettajalle epäselvä ja tiedot hatarat, vaatii syvällisen tiedon saavuttaminen aikaa, joten opetusteemojen suunnittelu on mielekäästä tehdä pitemmille aikajaksoille kerralla. Summittainen suunnittelu koko lukuvuodelle paljastaa opettajalle, mihin aineisiin ja aiheisiin pitää itse panostaa, ja mihin riittää kevyempi kertaus. (Uusikylä & Atjonen 2000, 56.) Tässä vaiheessa on hyvä muistaa, että ellei omaa tietopohjaansa mieti tarkkaan, voivat virheelliset arkikäsitelmät luoda opettajalle virheellisen kuvan omasta tasosta ja jopa vääristää opettamista. Aloittelevaa opettajaa voi kirjapinojen ääressä lohduttaa se, että kerran kunnolla omaksuttu tietoaines on myöhemmin käytössä monissa muissa tilanteissa, ja silloin se on siirtynyt niiden aiheiden lokeroon, jotka kaipaavat vain vähän kertausta.

Kun omat tiedot ovat riittävän laajat, aloitetaan aiheen tarkempi rajaaminen oppilaita varten. Toimiva rajaaminen on vaikeaa ellei itsellä ole hyvää kuvaa kokonaisuudesta. Jotta luokassa pystyy joustamaan ja ohjaamaan opetusta oppilaiden ajatusten ja kysymysten kautta, pitää opettajalla itsellään olla laajemmat tiedot asiasta kuin oppituntien sisällöt. Yleinen ohje rajaamiseen voisi olla, että on parempi käsitellä suppeaa aihetta syvällisesti, monipuolisesti ja tarpeeksi tarkasti kuin monia eri asioita pinnallisesti. Tämä pätee varsinkin luonnontieteiden opetuksessa, jossa tieteen olemuksen hahmottaminen ja toimintatavat ovat opetuksen tärkeitä tavoitteita. Rajaamisessa on hyvä ottaa huomioon myös rajatun aiheen ja näkökulman kiinnostavuus, sillä monissa aiheissa voi

oppilaiden kiinnostusta ja sitä kautta motivoitumista, parantaa valitsemalla sopivasti rajatun kokonaisuuden. Ehdoton edellytys oppilaiden kiinnostuksen herättämiseksi on opettajan oma kiinnostus. Rajaamisessa pitää ottaa huomioon myös oppilaiden lähtötaso, kehitystaso ja aiemmat opinnot (Lahdes 1997, 45 - 46).

Opetettävien asioiden tarkan rajaamisen jälkeen on aika asettaa opetuskokonaisuuden tavoitteet. On huomioitava, että tavoitteiden pitää vastata opetuksen sisältöä ja niiden pitäisi olla sellaisia, joiden toteutumista opettaja pystyy seuraamaan. Konstruktivistisen ajattelun mukaan tavoitteet pitää asettaa oppilaiden lähtötaso ja lähtötasojen erot huomioiden. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että sekä luokan parhaiden että heikoimpien pitäisi pystyä saavuttamaan lähtötasojen perusteella asetetut tavoitteet. Koska lähtötasoissa on paljon eroja, opettaja joutuu eriyttämään opetustaan, mikä takaa sen, että opetuksen taso on jokaiselle oppilaalle sopiva. (kts. esim. Rauste-von Wright 1998; Kari 1994, 47 - 48.)

Huolella laadittujen yleisten tavoitteiden pohjalta on helppo asettaa tarkempia tavoitteita yksittäisille tunneille ja opetus- ja oppimistilanteille. Sisällöllisten tavoitteiden lisäksi tulee asettaa tavoitteet myös työskentelytavoille ja oppilaiden sosiaalisten taitojen kehittämiseksi. Tuntisuunnitelmien teon yhteydessä päätetään myös, kuinka paljon ja miten opetus integroituu muihin oppiaineisiin. Tuntien suunnittelussa on hyvä edetä laajemmista kokonaisuuksista kohti yksityiskohtaisia suunnitelmia. Kun aikataulu ja yleinen suunnitelma on hyvin laadittu, teeman aikana ei tarvitse käyttää paljon aikaa yksittäisten tuntien suunnitteluun. Suunnittelussa tulee huomioida koulun, opettajan ja oppilaiden resurssit mahdollisimman monipuolisesti. Myös aika asettaa rajoituksiaan, jotka tulee muistaa. Välineiden, tilojen ja mahdollisten avustajien lisäksi tulee suunnittelussa ottaa huomioon opettajan omat taidot ja oppilaiden kyvyt ja toimintavalmiudet. Ohjeiden antoon ja opettajan kielenkäyttöön (esim. oikeat termistö) tulee myös kiinnittää huomiota ja varata aikaa. Lisäksi erilaisten opetusmenetelmien monipuolinen ja tarkoituksenmukainen käyttö edellyttää etukäteissuunnittelua ja valmistelua, mikä on hyvä huomioida jo suunnitelmia tehdessä.

Hyvin suunnitellun opetuksen aikana opettajan on mahdollista joustaa tarvittaessa. Jotta opetus olisi joustavaa tulee opettajan jatkuvasti hyödyntää oppilailta tulevaa palautetta. Jos opettaja hallitsee oman käyttöteorianensa hyvin, ja opetuskokonaisuus on huolellisesti suunniteltu, tuntisuunnitelmista ei tarvitse pitää kovin tarkasti kiinni vaan opettaja voi

toimia kulloiseenkin tilanteeseen sopivalla tavalla. Kokonaisuuden sisällä kannattaa tehdä muutoksia ja joustaa oppilaiden tarpeiden mukaisesti. Jatkuva palautteen kerääminen ja sen hyödyntäminen opetuksessa on mielestämme konstruktivistisen luonnontieteiden opettamisen keskeinen piirre.

Teeman toteutuksen jälkeen opettaja kokoaa jakson tapahtumat yhteen: Yleensä koonti tapahtuu opettajan päässä, mutta jos opetuksessa on mukana useampia henkilöitä voi olla hyvä kirjata ylös jakson tapahtumat. Muistiin kirjaaminen auttaa reflektoinnissa vaikka opettaja työskentelisikin yksin. Oppilaiden palautteen huomioiminen on koonnissa tärkeää, sillä sen avulla opettaja voi kehittää opetustaan edelleen. Koonnissa huomiota kannattaa kiinnittää sekä opetuksen sisältöön että menetelmien käyttöön. On hyödyllistä kirjata ennen kaikkea yllättävät tapahtumat ja käänteet, sillä niitä tarkastelemalla voi löytyä syitä ja ratkaisuja opetuksen aikana ilmenneisiin ongelmiin. Koonnin merkitys opetuksen kehittämisessä on tärkeää, sillä sen pohjalta opettaja pääsee tietoisesti refleктоimaan opetuksen toteutusta. Reflektion avulla opettaja pystyy näkemään onnistumisiaan ja toisaalta niitä asioita, joissa on parantamisen varaa. Huippuhetkien ja ”aliriman” suoritusten syitä on pohdittava muita tarkemmin, sillä niiden kautta opettaja pääsee kehittämään opetustaan edelleen. Reflektion avulla löytyneiden onnistumisien ja epäonnistumisien pohjalta opettaja luo uuden vision tulevaa opetustaan varten. Aiemman kokemuksen kautta luotu uusi tapa opettaa sisältää enemmän onnistumiseen johtavia elementtejä ja vähemmän epäonnistumista aiheuttavia sudenkuoppia.

Tämänkaltainen ”yritys-erehdys-parannus” –tapa opettaa, vastaa hyvin nykyistä kuvaa ekspertistä, sillä ”asiantuntijuus on jatkuvaa itsereflektiota ja oppimista eri tilanteissa” (Eteläpelto & Tynjälä 1999, 161). Mielestämme luokanopettajalta ei voida vaatia, opettavien aineiden ja sisältöjen runsaudesta johtuen, laajoja tieteellisiä tietoja kouluaineissa. Emme tällä tarkoita sitä, ettei opettajan tiedoilla tai käsityksillä olisi opetushetkellä ratkaiseva merkitys. Omiin virheellisiin arkikäsityksiin pohjautuva opetus ei luonnollisesti voi johtaa oppilaidenkaan tieteellisen ajattelun kehitykseen. (Ahtee 1994, 64.) Ajatuksemme ydin on se, että luokanopettaja voi opettaa luonnontieteitä (ja muitakin reaaliaineita) hyvin ja tieteellisesti oikein, kun opetuksen suunnitteluun sisältyy riittävästi omien tietojen päivitystä, opetusmenetelmät valitaan tavoitteita ja aineen luonnetta tukeviksi, ja opettaja pohjaa opetuksensa sopivaan opettamisen teoriaan. Luokanopettajan syvällisin tietotaito on yleensä opetusopin eli didaktiikan alueelta ja sen kehittymisen tueksi olemme myös mallimme tarkoittaneet.

Konstruktivistisesta opetuksesta puhuttaessa puhutaan yleensä oppilaiden oppimisesta. Yhtä tärkeää on kuitenkin opettajan oppiminen työssään. Se, että opettaja tiedostaa aiempien tietojensa merkityksen opetuksensa pohjana, auttaa häntä opetuksen suunnittelussa ja toteuttamisessa. Opettajan työssään oppiminen on sekin jatkuvaa konstruktiota; kokemuksen ja tiedon lisääntymisen myötä opettajan omat tietorakenteet muuttuvat ja jokaisen muutoksen jälkeen opetuksen lähtöviivalla on hieman erilainen ja paremmin tiedoin varustettu opettaja. Opettajan työssä oppiminen on jatkuva prosessi, mikä on lohdullinen tieto kaikille vasta työelämään lähteville opettajille; ei tarvitse eikä voi olla valmis ja kaikkitietävä. Konstruktivismia toteuttavan luonnontieteiden opettamisen mallin kautta jokaisella opettajalla, tietomäärästä ja kokemuksesta huolimatta, on mahdollisuus toisaalta oppia työssään konstruktivistisesti, toisaalta opettaa konstruktivistiseen opetusnäkemykseen nojaten.

## 14 POHDINTA

”LUMA parantanut opetusta”, otsikoi Opettaja-lehti (47/01) marraskuussa 2001. Luma-hankkeen vaikutuksia kartoittanut tutkimus osoitti, että muutosta on tapahtunut. Hankkeessa mukana olleiden opettajien käsityksen mukaan tunneilla vallitsee yhä useammin oppimisen ilo ja oppilaat ovat motivoituneita työskentelemään tavoitteellisesti. Opettajat taas kokevat, että LUMA -hankkeen myötä työtavat ovat monipuolistuneet, minkä ansiosta oppilaiden käsitteiden ymmärtäminen on lisääntynyt. Edelleen opettajat kokevat olevansa entistä kiinnostuneempia itse aineista sekä oppilaiden innostamisesta. Hankkeen seurauksena kiinnostus luonnontieteitä kohtaan on siis lisääntynyt. Kiinnostuksen herättäminen on ollut yksi oman työmmeikin tavoitteista, sillä luonnontieteiden opetuksesta puhutaan nykyään paljon, ja sitä kritisoidaan sekä tutkijoiden että muun väestön toimesta. Kuitenkin varsinaisia tutkimuksia (LUMA -hankkeen lisäksi) ja ennen kaikkea selkeitä ja realistisia ehdotuksia opetuksen tason nostamiseksi on tehty vähän. Etsiessämme lähdeaineistoa ja aiempia tutkimuksia huomasimme, että Suomen opettajankoulutuslaitosten pro gradu -töiden joukossa on vain muutamia luonnontieteitä käsitteleviä töitä. Tämä tukee tutkimuksia (esim. Ojala 1997 ja Ahtee 1993), joiden mukaan luonnontieteet eivät kiinnosta opettajaksi valmistuvia. Pro gradumme ajankohtaisuutta lisäävät myös tutkimukset, joiden mukaan kiinnostus opiskella luonnontieteitä on yleensäkin vähentynyt ja sen seurauksena luonnontieteiden opiskelijoiden taso uhkaa laskea. (TAT 1999.)

Erityisesti toivomme, että tutkimuksestamme on hyötyä ja apua sellaisille luokanopettajille, jotka kokevat luonnontieteiden opettamisen vaikeaksi ja epämieliseksi. Haluamme rohkaista erityisesti niitä, jotka luokittelevat itsensä ”taiteellisten” lokerikkoon ”tieteellisten” sijaan. Uskomme, että kehittämämme mallin avulla vastavalmistunut tai valmistumassa oleva opettaja rohkaistuu kokeilemaan erilaisia luonnontieteen opettamisen menetelmiä. Toisaalta haluamme herättää opettajat näkemään luonnontieteellisen ajattelun oppimisen merkityksen muun oppimisen ohella.

Se, että aloittelevalla opettajalla ei ole laajaa tietovarastoa aiheesta, ei estä mallimme käyttöä, sillä uskomme, että opettaja voi vahvalla opetuksen teorian ja käytännön hallinnalla sekä hyvällä opetuksen suunnittelulla korvata puutteita omissa luonnontieteellisissä tiedoissa. Tämä edellyttää uudenlaista käsitystä asiantuntijuudesta ja jatkuvaa

halua kehittyä työssään. Lisäksi opettajan on tiedostettava omat vahvuutensa ja heikkoutensa opetuksen saralla.

Jälkikäteen arvioituna, voimme olla tyytyväisiä tekemämme tutkimuksen suunnitteluun ja toteutukseen. Löysimme vastaukset asetettuihin tutkimusongelmiin ja pystyimme luomaan tutkittua tietoa, johon voimme luottaa. Etnografinen tutkimusmenetelmä tuntui toimivalta tämän tyyppisessä luokassa tapahtuvassa tutkimuksessa. Toisaalta jos tutkimuksemme olisi pitkäaikaisempi, tulisivat menetelmän mahdollisuudet ja monipuolisuus vielä paremmin esille. Koska etnografisessa tutkimuksessa tutkija on kiinteä osa tutkimustilannetta ja osallistuu aktiivisesti toimintaan, on subjektiivisuus aina mukana havainnoinnissa ja tulkinassa. Tutkimuksessamme subjektiivisuuden vääristävää vaikutusta on pyritty poistamaan vertailemalla kahden eri tutkijan havaintoja, muistiinpanoja ja pohdintoja. Edelleen tilanteiden videoiminen lisää tutkimuksemme luotettavuutta ja antaa paremmat mahdollisuudet tulkita todellisia tapahtumia luokassa. Tutkimustapana osallistuva havainnointi on aloittelevalle tutkijalle melko vaativa, sillä se vaatii monen roolin yhtä aikaista hallintaa. Tutkimuksen aikana huomasimme meillä olleen ainakin tutkijan, opettajan, kollegan ja kriitikon roolit. Kahden tutkijan läsnäolon koimme helpottavan tutkimustilannetta, sillä vastuuta luokan toiminnan hallinnasta ja havainnoinnista voitiin jakaa tutkijoiden kesken.

Tarkasteltaessa tutkimuksemme validiteettia ja reliabiliteettia, koemme kahden tutkijan yhteistyön lisäävän luotettavuutta. Kahden tutkijan läsnäolo lisää yksityiskohtaisemman kuvaamisen mahdollisuutta ja vähentää satunnaisten tapahtumien vaikutusta havainnointiin. Eskolan (2001) mukaan ainoa tapa osoittaa kvalitatiivisen tutkimuksen validius on kertoa tutkimusraportissa yksityiskohtaisesti kaikki (ns. tiheä kuvaus), mikä oletetaan helpottavan tutkimuksen itsenäistä arvioimista. Kvalitatiivisen tutkimuksen validius perustuu siis tutkimusprosessin yksityiskohtaiseen kuvaamiseen. Kaikki tutkimuksen kannalta oleelliset tiedot ja vaiheet on tässä raportissa kerrottu mahdollisimman todenperäisesti. Tutkimuksen luotettavuutta on pyritty lisäämään aineiston monipuolisella keräämisellä ja aineiston ristiinvalidoimisella. Lisäksi olemme pyrkineet tarkastelemaan aineistoa eri näkökulmista eli olemme tutkineet luonnontieteiden opettamista kolmesta eri näkökulmasta: opetussuunnitelmien, opettajan ja oppilaan näkökulmasta.



Koska kysymyksessä on ainutkertainen kvalitatiivinen toiminta- ja tapaustutkimus, ei saatuja tuloksia voida yleistää suoraan muihin tilanteisiin. Olemme kuitenkin pyrkineet syvälliseen ymmärrykseen luokan tapahtumista sekä kuvailemaan niitä tarkasti lukijoille. Lukija voi ehkä löytää tutkimuksesta itselleen tuttuja tilanteita ja ongelmia sekä miettiä niihin ratkaisuehdotuksia tämän tutkimuksen pohjalta. Luonnontieteiden opetusmalli on muokkautunut tutkijoiden henkilökohtaisten tarpeiden mukaan, ja juuri tähän tutkimuksessa toteutettuun lämpöteemaan perustuen, mutta uskomme sen toimivan myös muissa yhteyksissä pienin sovelluksin kunkin opettajan tarpeiden mukaan muokattuna. Uskomme myös, että mallimme avulla aloitteleva opettaja voi opettaa luonnontieteitä alusta asti vähän paremmin kuin ilman sitä. Mallin testaaminen eri aiheissa voisikin olla eräs mielenkiintoinen jatkotutkimuksen aihe.

Tutkimuksemme aikana pyrimme arvioimaan jatkuvasti ja kriittisesti niin tutkimuksen menetelmällistä etenemistä kuin luokassa tapahtuvaa toimintaakin. Tietoinen oman toiminnan tarkastelu ja arvioiminen on välttämätöntä jos pyrkimyksenä on oman opetuksen kehittäminen. Toimiva arviointi vaatii harjoitusta. Oman toiminnan arvioimisen oppiminen luonnontieteiden opettamisessa ja oppilaiden kehityksen arvioiminen voisikin olla yksi kehitystehtävistämme. Arvioinnilla on hyvin suuri vaikutus siihen, miten ja mitä oppilaat opiskelevat. On siis hyvin tarkkaan pohdittava, miten oppimista arvioidaan ja minkälaisia menetelmiä, testejä, mittauksia tai kokeita järjestetään. Luonnontieteiden opetuksen tavoitteista pidetään usein tärkeimpänä luonnontieteellisen ajattelun kehittämistä. Vaikka oppilaan ajattelun taitojen kehittämisen mahdollisuuksista ollaankin eri mieltä, monet uskovat, että oppilas voi kehittää näitä taitoja tietoisesti. Yksi jatkotutkimus voisikin koskea opettamisen ja oppimisen arvioinnin kehittämistä ja tutkimista. Muita jatkotutkimuksia voisi toteuttaa ainakin seuraavista näkökulmista:

Kuinka luonnontieteiden opettaminen / kokonaisvaltaisen teematyöskentelyn suunnittelu ja ohjaaminen kehittyvät opettajankokemuksen myötä?

ja

Miten arvioida oppilaiden oppimista luonnontieteellisessä teematyöskentelyssä?

Jorma Ojala (1997) on tutkimuksessaan havainnut, että luokanopettajiksi opiskelevien on vaikea myöntää omia virheellisiä käsityksiään luonnontieteiden keskeisissä aiheissa.

Jotta opettaja kykenee työnsä ohessa opiskelemaan lisää tarvitsemiaan asioita, on omat tieteellisestä käsityksestä poikkeavat arkikäsitkset kuitenkin tunnistettava ja tunnus-tettava. Haasteellista ja tarpeellista olisikin jatkossa tutkia esim.

Kuinka opettajankoulutus tukee opiskelijoita kohtaamaan ja tunnistamaan niin omat kuin oppilaidenkin arkitietoon pohjautuvat käsitykset?

Varsinaisten tutkimusongelmien vastausten lisäksi tutkimuksessamme tuli selvästi esille, että kokeellinen työskentely ei vaadi suuria investointeja tai monimutkaisten laboratoriovälineiden hankkimista. Pienet lasipurkit, astiat, ja monet kodin tarvikkeet sekä innostus aiheeseen riittävät pääsemään alkuun, joten esimerkiksi kokeellisuuden puute ala-asteella johtuu enemmän opettajien ennakkoluuloista ja tietämättömyydestä kuin välineiden puutteesta. Luonnontieteiden opettamisessa opettajan olisikin hypättävä pois minuuttiaikataululla kulkevasta ”opetuksen junasta” ja sen sijaan uskallettava py-sähtyä mielenkiintoiselta tuntuvilla ”asemilla”. Oppilaiden ajatusten ja heidän luovuu- tensa tukemiseen jäisi näin enemmän aikaa ja oppimistulokset paranisivat varmasti. Vaikka oppimisessa ja varsinkin luonnontieteellisen ajattelutavan kehittämisessä suurin vastuu on oppilaalla itsellään, on opettajan haastavana tehtävänä on auttaa oppilasta kohdentamaan mielenkiinto ja havainnointi oikeaan suuntaan: on helpompi etsiä jos tietää, mitä etsii ja mistä!

## LÄHTEET

- Aaltola, J. & Valli, R. (toim.) 2001. Ikkunoita tutkimusmetodeihin 2. Näkökulmia aloittelevalle tutkijalle tutkimuksen teoreettisiin lähtökohtiin ja analyysimenetelmiin. Jyväskylä: Gummerus
- Aho, L. 1987. Lapsi, luonto ja kasvatus. Helsinki: WSOY.
- Aho, L. 1999. Ympäristö lasten opetuksessa. *Didacta varia* 1999, 4 (1), 4 - 20.
- Aho, L. (toim.) 2001. Research on Science Teaching and Learning. Joensuun yliopisto kasvatustieteiden tiedekunnan tutkimuksia nro 81
- Ahtee, M. 1992. Voisiko fysiikan opettaminen olla hauskaa? *Dimensio* 56 (3), 40 - 43.
- Ahtee, M. 1994. Oppilaiden käsityksiä lämmöstä ja lämpötilasta. Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitoksen tutkimuksia 126.
- Ahtee, M., Kankaanrinta, I. & Virtanen, L. 1994. Luonnontieto koulussa. Helsinki: Otava.
- Ahtee, M. & Rikkinen, H. 1995. Luokanopettajiksi opiskelevien mielikuvia fysiikasta, kemiasta, biologiasta ja maantiedosta. *Dimensio* 1995 (2), 54 - 58.
- Ahtee, M. & Markkanen, . (Toim.) 1997. Tiedeopetus kouluissa. Mitä tiede ja tieteellisyys merkitsevät. Helsinki: Hakapaino.
- Ahtee, M. 1997. Arkikäsitteistä tieteelliseen selitykseen. Esimerkkinä fysiikka. Teoksessa: Tiedeopetus kouluissa. Mitä tiede ja tieteellisyys merkitsevät. (toim. Ahtee M. & Markkanen T.) Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos. *Studia Pedagogica* 13. Helsinki: Hakapaino Oy.

- Ahtee, M & Pehkonen, E. 2000. Johdatus matemaattisten aineiden didaktiikkaan. Helsinki: Oy Edita.
- Airaksinen, T. 1990. Tieteen arvo. Teoksessa: Entä jos planeetat ovatkin kuutioita. Tiedeopiskelua koulussa. Paananen, S. (toim.) 1990. Helsinki: Valtion painatuskeskus.
- Aksela, M. 1997. Kemiaa ja fysiikkaa ala-asteella. Onnistumisen elämyksiä ja kipinää tiedekerhoista. *Kemia-Kemi* 24 (4), 292 - 295.
- Aksela, M. & Mikkola, K. 1999. Kuinka luonnontieteitä voisi opettaa lapsille mukavalla ja motivoivalla tavalla?: tiedekerhotoiminta innoittajana luokanopettajien peruskoulutuksessa. *Didacta varia* 4/1999 (2), 17 - 48.
- Aksela, M. 2001. Päämäärä opinnoille: Minusta opettaja. *Dimensio* 2001 (5), 4 - 8.
- Asoko, H. 2000 Learning to teach science in primary school. Teoksessa: Miller, R., Leach, J.& Osborne, J. 2000. Improving science education. The contribution of research. Buckingham: Open university press.
- De Boo, M. 1999. Enquiring children, challenging teaching. Buckingham: Open University Press.
- Dillon, J. 2000. Managing science teachers development. Teoksessa Miller, R., Leach, J., Osborne, J. 2000. Improving science education. The contribution of research. Buckingham: Open university press
- Donnelly, J. 2001. Contested terrain or unified project? 'The nature of science' in the National Curriculum of England and Wales. *International Journal of Science Education*, 23 (2), 181 - 196.
- Driver, R. 1983. The pupil as scientist?

- Duschl, R. & Hamilton, R. (edi.) 1992 Philosophy of science, cognitive psychology and educational theory and practice. State university of New York Press.
- Duschl, R. 2000 Making the nature of science explicit. Teoksessa Miller, R., Leach, J. & Osborne, J. 2000. Improving science education. The contribution of research. Bukingham: Open university press.
- Eskola, J. & Suoranta, J. 1999. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Jyväskylä: Gummerus.
- Eskola, J. 2001. Laadullisen tutkimuksen juhannustaiat. Laadullisen tutkimuksen analyysi vaihe vaiheelta. Teoksessa: Ikkunoita tutkimusmetodeihin 2. Näkökulmia aloittelevalle tutkijalle tutkimuksen teoreettisiin lähtökohtiin ja analyysimenetelmiin. Jyväskylä: Gummerus.
- Eteläpelto, A. & Tynjälä, P. 1999. Oppiminen ja asiantuntijuus. Työelämän ja koulutuksen näkökulmia. Juva: WSOY.
- Fensham, P. 2000. Providing suitable content in the "science for all" curriculum. Teoksessa: Miller, R., Leach, J. & Osborne, J. 2000. Improving science education. The contribution of research. Bukingham: Open university press.
- Fetterman, D. 1989. Ethnography step by step. USA: Sage Publications.
- Haapasalo, L. 1997. Oppiminen, tieto ja ongelmaratkaisu. Jyväskylä: Medusa.
- Harlen, W. 1997. The teaching of science in primary schools. Wiltshire: The Cromwell Press.

- Hirsjärvi, S. 1982. Ihmiskäsitys kasvatusajattelussa. Jyväskylän yliopiston kasvatustieteenlaitoksen julkaisuja. Jyväskylä.
- Hunter, R. & Scheirer, E. 1992. Elävä opetussuunnitelma: Ala-asteen opetuksen suunnittelu. (Suom. Kananoja, T) Helsinki: Valtion painatuskeskus
- Huopio, J., Huttunen, S. & Aho, L. 1993. Kokeileva ja tutkiva opetus ala-asteen luontotiedossa. Teoksessa: Tella, S. (toim.) Mikä ihmeen humaani ihminen? Ainedidaktiikan symposiumi Helsingissä 5.2.1993. Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos. Tutkimuksia 117.
- Jarvis, T. 1996. Children and primary science.
- Julkunen, M-L (toim.). 1998. Opetus, oppiminen, vuorovaikutus. Juva: WSOY.
- Järvilehto, T. 1994. Ihminen ja ihmisen ympäristö
- Kari, J (toim.). 1994. Didaktiikka ja opetussuunnittelu. Juva: WSOY
- Kennedy, J. 1997. Primary science. Knowledge and understanding. London: Routledge.
- Koppinen, M-L. & Pollari, J. 1993. Yhteistoiminnallinen oppiminen. Juva: WSOY.
- Kosonen, M. 1994. Tutki ja tuumaile. Helsinki: Hakapaino Oy.

- Lahdes, E. 1997. Peruskoulun uusi didaktiikka. Helsinki: OTAVA.
- Lehtinen, E., Kinnunen, R., Vauras, M., Salonen, P., Olkinuora, E. & Poskiparta, E. 1989. Oppimiskäsitys. Helsinki: Kouluhallitus. Valtion painatuskeskus.
- LUMA parantanut opetusta. Opettaja 47/2001.
- Löppönen, P. 1991. Tiede, etiikka ja yhteiskunta. Teoksessa Tiede ja Etiikka. (toim. Löppönen, P., Mäkelä, P. & Paunio, K) Juva: WSOY.
- Makkonen, T. & Sihvonen, P. 1998. Iloa ilmiöistä. Helsinki: Hakapaino.
- Meisalo, V. & Lavonen, J. 1994. Fysiikka ja kemia opetussuunnitelmassa. Helsinki: Opetushallitus.
- Miller, R., Leach, J. & Osborne, J. 2000. Improving science education. The contribution of research. Buckingham: Open university press.
- Mintzes, J., Wandersee, J. & Novak, D. 1998. Teaching science for understanding: a human konstruktivist view. San Diego: California Academic Press.
- Moss, D. & Abrahams, E. & Robb, J. (2001) Examining student conceptions of nature of science. *International Journal of Science Education*, 23(8):771-790
- Neelands, J. 1984. Making Sense of Drama. A guide to classroom practise. Jordan Hill: Heinemann Educational Books.
- Niiniluoto, I. 1997. Tutkimus, opetus ja tiedeopiskelu. Teoksessa tiedeopetus kouluissa. Mitä tiede ja tieteellisyys merkitsevät. (toim. Ahtee M. ja Markkanen T.) Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos. Studia Pedagogica 13. Hakapaino. Helsinki.
- Ojala, J. 1997. Kirjoittamaton kirja, kirjoitettu kirja ja luonnonkirja. Planetaariset ilmiöt teksteinä ja kuvina peruskoulun ja lukion oppikirjoissa. Jyväskylän yli-

opiston opettajankoulutuslaitoksen tutkimuksia 63. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino.

Ojanen, S. 2000. Ohjauksesta oivallukseen. Helsinki: Palmenia.

Paananen, S. (toim.) 1990. Entä jos planeetat ovatkin kuutioita. Tiedeopiskelua koulussa Helsinki: Valtion painatuskeskus.

Paananen, S. (toim.) 1991. Lumiukkotiedettä. Helsinki: Valtion painatuskeskus.

Pakkanen, A. 2001. Fysiikan opettamisesta – miksi ja miten? *Dimensio* 2001 (4), 4 - 8.

Patrikainen, R. 1997. Ihmiskäsitys, tiedonkäsitys ja oppimiskäsitys luokanopettajan pedagogisessa ajattelussa. Joensuun yliopiston kasvatustieteellisiä julkaisuja nro 36.

Patrikainen, R. 1999. Opettajuuden laatu: ihmiskäsitys, tiedonkäsitys, oppimiskäsitys opettajan pedagogisessa ajattelussa ja toiminnassa. Jyväskylä: PS-kustannus.

Peacock, G. & Smith, R. 1995. Teaching and understanding Science. Primary Bookshelf series. GB: Hodder & Stoughton.

Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994. Opetushallitus. Helsinki.

Rauste-von Wright, M. & von Wright, J. 1997. Oppiminen ja koulutus. Juva: WSOY.

Rauste-von Wright, M. 1997. Opettaja tienhaarassa. Juva: WSOY.

Richardson, V. 1997. Constructivist Teacher Education. Building a World of New Understandings. London: Falmer Press.

Rikkinen, H. 1997. Maantiede peruskoulun ala-asteella. *Studia Pedagogica* 15. Helsinki Hakapaino Oy.

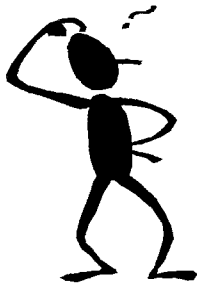


- Saari, H. & Viiri, J. 1998. Kokeellisuus ja mallintaminen luonnontieteissä. Helsinki: Hakapaino Oy.
- Saari, H. 2000. Oppilaiden käsitykset malleista ja mallintaminen fysiikan peruskouluopetuksessa. Joensuu: Joensuun yliopistopaino.
- Sahlman, H. (toim.) 1994. Lukioarviointi valmistuu, peruskoulut arviointiin 1995. Opettaja 45/94, 8-9.
- Sahlman, H. (toim.) 1995. Peruskoulun ala-asteelle fysiikkaa ja kemiaa. Opettaja 18/95, 8 - 9.
- Siraj-Blatchford, J. & MacLeod-Brudenell, I. 1999. Supporting Science, design and technology in the early years. Buckingham: Open University Press.
- Syrjälä, L. & Ahonen, S. & Syrjäläinen, E. & Saari, S. 1995. Laadullisen tutkimuksen työtapoja. Rauma: Kirjayhtymä.
- Toropainen, P. 1994. Ympäristö- ja luonnontieto oppiaineeksi ala-asteelle. Dimensio 3/94.
- Uusikylä, K. & Atjonen, P. 2000. Didaktiikan perusteet. Juva: WSOY
- Von Wright, J. 1993. Oppimiskäsitysten historiaa ja pedagogisia seurauksia: Opetushallitus.
- Wenham, M. 1995. Understanding primary science, ideas, concepts and explanations. Salisbury: The Baskerville Press.
- Woolnough, B. 1994. Effective Science Teaching. Buckingham: Open University Press.

## LIITTEET

- LIITE 1: Alkukyselylomake
- LIITE 2: Alkukyselyn vastauksia
- LIITE 3: Alkukyselyn vastausten ryhmittelyä
- LIITE 4: Loppukyselylomake
- LIITE 5: Loppukyselyn vastauksia
- LIITE 6: Loppukyselyn vastausten ryhmittelyä
- LIITE 7: 1. Havainnointitehtävä oppilaille
- LIITE 8: 2. Havainnointitehtävä oppilaille
- LIITE 9: Havainnointitehtävien vastauksia
- LIITE 10: Kooste lämpöteeman tutkimuksista
- LIITE 11: Pysäkkityöskentelyn oppilasmoniste
- LIITE 12: OHJE pysäkit 1 ja 6
- LIITE 13: OHJE pysäkki 2
- LIITE 14: OHJE pysäkki 3
- LIITE 15: OHJE pysäkki 4
- LIITE 16: OHJE pysäkki 5
- LIITE 17: LÄMPÖ –moniste
- LIITE 18: HAVAINNOINTI –moniste
- LIITE 19: KERTAUSKYSYMYKSIÄ –moniste
- LIITE 20: Apua luonnontieteen opetuksen suunnitteluun

- Saari, H. & Viiri, J. 1998. Kokeellisuus ja mallintaminen luonnontieteissä. Helsinki: Hakapaino Oy.
- Saari, H. 2000. Oppilaiden käsitykset malleista ja mallintaminen fysiikan peruskoulu-opetuksessa. Joensuu: Joensuun yliopistopaino.
- Sahlman, H. (toim.) 1994. Lukioarviointi valmistuu, peruskoulut arviointiin 1995. Opettaja 45/94, 8-9.
- Sahlman, H. (toim.) 1995. Peruskoulun ala-asteelle fysiikkaa ja kemiaa. Opettaja 18/95, 8 - 9.
- Siraj-Blatchford, J. & MacLeod-Brudenell, I. 1999. Supporting Science, design and technology in the early years. Buckingham: Open University Press.
- Syrjälä, L. & Ahonen, S. & Syrjäläinen, E. & Saari, S. 1995. Laadullisen tutkimuksen työtapoja. Rauma: Kirjayhtymä.
- Toropainen, P. 1994. Ympäristö- ja luonnontieto oppiaineeksi ala-asteelle. Dimensio 3/94.
- Uusikylä, K. & Atjonen, P. 2000. Didaktiikan perusteet. Juva: WSOY
- Von Wright, J. 1993. Oppimiskäsitysten historiaa ja pedagogisia seurauksia: Opetushallitus.
- Wenham, M. 1995. Understanding primary science, ideas, concepts and explanations. Salisbury: The Baskerville Press.
- Woolnough, B. 1994. Effective Science Teaching. Buckingham: Open University Press.



Nimi: \_\_\_\_\_

Lue kysymykset huolella ja vastaa kysymyksiin.

1. Miksi metallisessa makkaratikussa on puinen pää? Perustele vastauksesi.

---

---

---

---

---

---

2. Miksi lapaset ovat lämpimämmät pakkasella kuin sormikkaat?

---

---

---

---

---

---

3. Jos eksyt talvella metsään, miten pidät itsesi lämpimänä? Keksi mahdollisimman monia vaihtoehtoja.

---

---

---

---

---

---

OPPILAS	Miksi metallisessa makkaratikussa on puninen pää? Perustelee vastauksiasi.	Miksi lapaset ovat pakkasella lämpimämmät kuin sormikkaat?	Jos eksyt talvella metsään, miten pidät itseäsi lämpimänä? Keksit erilaisia tapoja.
A	Makkaratikku polttaisi muuten sormia, puu ei lämpene yhtä hyvin kuin metalli.	Koska ilma jää käden ja lapsasen väliin ja ilma on hyvä eriste. Sormikkaassa ei jää ilmaa käden ja sormikkaan väliin.	Liikkumalla koska liikkuminen tuottaa lämpöä, laittamalla kaikki vaatteet koska lämpö ei pääse hahtumaan
B	Siksi että käsi ei palaisi koska metallissa siirtyy lämpö ja se voi johtaa käteen.	Lapsi on yhtenäinen ja sormikas ei ole sormista yhtenäinen.	Saalistamalla koska ruoka kehittyi lämmöksi. Pitämällä itsensä kasassa ettei lämpö hahtu.
C	Koska siitä on hyvä pitää kiinni, ettei metalli kuumenisi kun sitä pidetään kuumassa takassa tai nuotiossa	Koska lapaset on paksuimmat ja tehty villasta ja villan lämmintä. Villa eristää ettei lämpö karkaisi. Lapsissa on kaikki sormet yhdessä kun sormikkaissa jokaisella on oma paikka.	Hyöpin, liikun, etsin tietä pois, huutele apua, hankaan käsiä yhteen jotta syntyisi lämpöä. panen kaikki vaatteet kunnolla päälle.
D	Ettei kämmen ei "syttyis" kuumaksi.	Koska villa pitää lämmön sisällä.	Punnerran tai hypyisin paikallani.
E	Etteivät kädet palaisi. Jos makkaratikku olisi kokonaan metallinen se johtaisi lämmön, käsiisi, mutta koska on puninen pää niin ei.	Lapsissa sormet ovat yhdessä ja ne lämmitävät toisiaan, kun taas sormikkaissa sormet ovat erillään eivätkä lämmitä niin paljon.	Yritän sytyttää nuoton. Mene kippuraan ettei lämpö karkaisi niin nopeasti.
F	Ettei käsi pala. Ettei tuu myrkytyksiä.	Siksi että ne ovat villaa.	Etsin puita ja teen tulen. Kaivaudun lumeen että pää on ulkopuolella. Teen majan, kiipeän puuhun, etsin taloa.
G	Puu ei johda lämpöä	Lapaset eristävät paremmin ja estävät lämmön haihtumisen.	Juosta, täristä, hyppiä, möyriä
H	Ettei makkara palaisi, koska se kuljettaa lämpöä päähän asti ja puu ei kuljeta lämpöä.	Lapaset ovat lämpimämmät kuin sormikkaat koska ne ovat hyvemmin lämpöeristettyjä ja usein villaa.	Sytyttäisin tulen, siinä voi lämmitellä. Tekisin kepeistä majan koska kylmä ei pääse sinne niin hyvin.
I	Siksi ettei käsi pala kun paistaa makkaraa. Puu eristää lämpöä.	Lapaset ovat paksuimmat.	Kannattaa liikkua paljon.
J	Koska tikku lämpiäisi ilikaa ja siten siitä ei voisi pitää kiinni. Puu on eräänlainen eriste siinä jotta ei polta käsiään.	Koska lapsiin mahtuu lämpöä joka eristää niitä mutta sormikkaisiin ei mahdu mitään.	Kaivaudun lumeen, koska se eristää. Liikun paljon ja syön eväitä.
K	Se lämpenee, toinen pää on puuta.	Ne ovat paksuimmat, kylmä ilma ei pääse niistä läpi ja pitää ilman pois, lapaset ovat tiiviitä.	Nuoto, vaatteet, majo, valo, ruoka

L	Käden sitä on puinen, koska rauta kuumenee Jos tikussa ei olisi puista päätä ja niin ihmisen ihoon tulisi palovammoja koska rauta olisi niin kuuma.	Lapaset ovat lämpimät, koska niissä on ilmaa välissä ja ne eivät ole ihon myötäisiä Kun lapsia pitää niin ylimääräinen ilma muuttuu lämpimäksi.	Liikun, yritän tehdä nuotion, menen sellaiseen paikkaan, jossa ei tuule.
M	Siksi että se ei polttaisi käsiä ja sitä olisi hauskempi pitää käsissä.	Siksi, että ne on tehnyt mummo ja se osaa paremmin kuin joku supermarkel.	Menen pusikkoon tuulensuojaan. Rakennan majan, hyppelen, huudan läpua, menen lumen alle.
N	Metallisessa makkaratikussa on puinen pää siksi että kun sitä pidetään kädessä, kädet eivät pala, koska puinen pää estää lämmön pääsemästä käteen.	Kun lapset liikkuvat syntyä lämpöä. Sormikkaat ovat elottomia eivätkä tuota lämpöä. Mutta sormikkaat lämmittävät ihmisten käsiä.	Mene tiiviiseen kerään, liikun paljon jotta tulisin lämpimäksi. laitän kaikki vaatteet päälle, ettei lämpö karkaa.
O	Makara paistuu paremmin, se vaan paistuu paremmin.	Koska ihminen on tasalämpöinen.	Hyvin kolmiloikkaa, seisoa päällä, tapella karhun kanssa.
P	Koska puu pysäyttää lämmön niin käsi ei pala. Että kättä ei polttaisi.	Lapaset ovat lämpimämpää ainetta. Lapasisa on villaa ja se eristää.	kaivaudun lumeen, se pitää lämmön. Teen nuotion, hyvin paikalla, kilpeän puuhun, juoksen, alan laulamaan.
Q	Se on niin kuuma, että siitä tulee punainen pää.	lapaset ovat lämpimämmät kun niissä on villaa.	Minä jumppaisin ettei tule kylmä ja rakentaisin majan, laittaisin lämpimään piipon ja vaatteet.
R	Että käsi ei palaisi.	Koska lapaset on villasta tehty ja se eristää hyvin.	Kilpeän puuhun, hyvin ja juoksen. Rakennan lumitiinan, teen nuotion, etsin taloa tai jotain.
T	Metallinen makkaratikku on hyvä kun siinä on puinen pää. Koska metalli on kuumaa kun se on tulen lähellä, puinen pää suojaa ihmisen kättä eikä metalli pääse kuumentamaan sitä.	Lapaset ovat lämpimämmät koska ne on paksut ja villasta tai fleesestä tehty. Sormikkaat on yleensä ohuet ja sopivat kesään, alku syksyyn ja keväaseen.	Liikkumalla ja menemällä lähelle puita.
U	Koska, jos tikku olisi kokonaan metallia, sitä ei voisi pitää kädessä. Se olisi niin kuuma että käsi palaisi.	Koska lapasisa sormet ja kädet pystyvät liikkumaan enemmän, koska lapaset on aika väljiä.	Liikkumalla tekemällä nuotion, pitämällä vaatteet yllä, hengittämällä tasaisesti, syömällä.
V	Pään sitä on puinen koska se on palanut. Koska se pitää olla sermoihin Koska se on tehty semmoiseksi	Ne ovat paksuimmat ja paremmat. kaikki haluaa että ne on sermoiset. Lapasisa on paremmat lämmöt.	Silloin mulle on niin paljon päällä tai teen nuotion. Teen majan ja vaatteita lehtistä. Juoksen ja urheilen.

## ALKUKYSELY

X	Tikun päässä on kuparia joka johtaa hyvin lämpöä. Kuparia tarvitaan lämmittämään makkara mahdollisimman nopeasti niin ettei lämpiämistä tarvitse odotella hirveen kauan.	Sormikkaissa sormilla ei ole tilaa liikkua tarpeeksi. Sormet tarvitsevat liikkumista, koska ahdettuna eivät kerää lämpöä.	Menen puun alle ja kaivan hiukan lunta niin voin tehdä suojan. Teen majan. Käperryt keräksi.
Y	Ettei käsi pala.	Lapasissa lämpö pysyy paremmin.	Hyvin, syön lämmintä ruokaa, puen hyvin.
Z	Ettei käteen lämmön kulkeuduttua tulisi palovammaa. Kun lämpö kulkeutuu metallivartta pitkin, puuvarsi estää sädensiaa kuumentumasta liikaa.	Lapasat ovat ilmavimmat. Sormikkaat eivät ole niin ilmavat/lämpimät kuin lapaset.	Teen Majan/nuoton Kaivan maahan kuopan, koska maa ertistää lämpöä.
Ä	Ettei ihmisen käsi palaisi kun metalli kuurnenee se polttaa ihmisen kättä, jos se on ihmisen kädessä. Kun puu on tikun päässä niin käsi ei pala.	Koska sormet lämmitävät toisiaan kun ne ovat vierekkäin. Kun sormet ovat erillään ne ovat kylmät.	Liikuttelen lihaksia, laitan kädet nytkkiin, hieron käsiä yhteen, hieron käsillä jalkoja puhakteen käsiä, menen kerälle.
Ö	Siksi ettei se poltta kättä, ei tule palovamma.	Koska ne ovat villaa, sormikkat on puuvillaa.	Tulella, vaatteilla, sammalilla, lumella puulla, havulla, kynttilöillä.

## ALKUKYSELYN RYHMITTELY

Kysymys 2.: Miksi lapaset ovat pakkasella lämpimämmät kuin sormikkaat?

### 1) Irralliset vastaukset

Neljä vastausta sijoittuu tähän ryhmään (4/27). Kaksi vastaajaa olivat lukeneet kysymyksen väärin (lapaset -> lapset), mistä virheellinen vastaus aiheutui. Yksi vastaaja perusteli lapasten lämpimyyttä mummolla ("mummo osaa tehdä lapasia paremmin kuin joku supermarket") ja yksi vastaaja totesi ihmisen olevan tasalämpöinen, kyseessä on luultavasti lukuvirhe.

### 2) Ominaisuudet/materiaali

16 vastausta sijoittuu tähän ryhmään (16/27). Kaikkien vastausten perusteluina on jokin lapasten tai sormikkaiden materiaaliin tai ominaisuuteen liittyvä seikka. 8/27 vastasi lapasten paremman lämmittävyuden johtuvan villasta. Neljä näistä kahdeksasta sanoi lisäksi villan materiaalina eristävän lämpöä. 5/27 vastaajaa perusteli lapasten lämmittävyuden perustuvan joko niiden "paksummuuteen", "lämpimämpään materiaaliin" tai sormikkaita parempaan "ilmavuuteen". 1/27 vastaaja uskoi lapasiin "mahtuvan enemmän eristävää lämpöä" kun taas "sormikkaisiin ei mahdu mitään" ja 2/27 perusteli lapasten lämmittävyyttä sillä, että lapasissa sormilla on enemmän tilaa liikkua kuin sormikkaissa. Toinen näistä vastaajista sanoi vielä, että "ahdettuna sormikkaisiin sormet eivät kerää lämpöä".

Selitys siihen, että suurin osa vastauksista sijoittuu tähän ryhmään voisi olla se, että lapsilla on paljon arkikokemuksia erilaisten käsineiden lämmittävydestä. He muistavat kuulleensa ja ehkä ovat myös kokeneet, että villa on lämmin materiaali ja lapasethan ovat useimmiten villaa. Näin ollen lapaset ovat lämpimämmät kuin muusta materiaalista tehdyt sormikkaat. Jotkut vastaajat olivat kuitenkin ymmärtäneet, että lapasten muillakin ominaisuuksilla (ilmavuus, väljyys, tilavuus) on jotain tekemistä lämpimyyden kanssa.

### 3) Kylmä ulkona –vastaukset

Yksi vastaus (1/27) sijoittuu tähän ryhmään. Vastaaja on ajatellut kylmän ilman pysyvän lapasten ulkopuolella paremmin, koska lapaset ovat paksummat ja tiiviimmät.

### 4) Lämpö sisällä –vastaukset

Neljä (4/27) vastausta sijoittuu tähän ryhmään. Tämän ryhmän vastaajat ovat perustelleet lapasten sormikkaita parempaa lämmittävyyttä sillä, että lapaset pitävät lämmön paremmin sisällä. Lisäksi kaksi näistä neljästä on osannut sanoa, että lapaset "eristävät" lämmön paremmin kuin sormikkaat. Tämän ryhmän vastaukset osoittavat, että vastaaja on ymmärtänyt, että oleellista lämmittävyudessa on estää lämmön karkaaminen ulos päin eikä estää kylmän ilman sisään pääsyä.

### 5) Ilman eristävyys –vastaukset

Kaksi (2/27) vastausta sijoittuu tähän ryhmään. Molemmat vastaajat ovat ymmärtäneet lapasten sisään jäävän ilman merkittävyyden lämmittävyuden kannalta. Toinen vastaajista on nimennyt ilman "hyväksi eristeeksi". Sormikkaiden ihonmyötäisyys ja näin ollen sisään jäävän ilman vähäinen määrä vaikuttaa toisen vastaajan mielestä sormikkaiden lapasia heikompaan lämmittävyuteen.

### 6) Sormet yhdessä –vastaukset

Kolme (3/27) vastausta sijoittuu tähän ryhmään. Kaikki vastaajat ovat perustelleet lapasten lämmittävyyttä sillä, että lapasissa sormet ovat yhdessä ja näin ollen sormet lämmittävät toinen toistaan. Kukaan ei ole maininnut sisälle jäävän ilman merkitystä lämmittävyuteen tai lapasten ominaisuuksista riippuvia seikkoja.

Vastausryhmien suuri lukumäärä tämän kysymyksen yhteydessä johtuu paljolti siitä, että oikea vastaus koostuu monista eri asioista: lapasten materiaali, muoto, sisään jäävän ilman määrä ja sormien läheisyys vaikuttavat kaikki lapasten lämpöominaisuuksiin. Vastausryhmistä mihinkään kuuluvat vastaukset eivät ole varsinaisesti väärin, mutta epätarkkuuksia ja vajavaisuuksia vastauksista on helppo löytää, mikä osoittaa vain sen, että oikea vastaus ei ole yksiselitteinen vaan koostuu useista eri asioista, joita lasten on ehkä vaikea hahmottaa ilman lähempää perehtymistä asiaan. Kaikki olivat kuitenkin vastanneet jotain, mikä varmasti johtuu hyvin arkiseen asiaan liittyvästä kysymyksestä, josta kaikilla on jotain henkilökohtaisia kokemuksia.



Kysymys 3.: Jos eksyt talvella metsään, miten pidät itsesi lämpimänä? Keksi erilaisia tapoja.

1) Irrelevantit vastaukset

Yksi (1/27) vastaus sijoittuu tähän ryhmään. Vastaja ei ole miettinyt asiaan sen tarkemmin vaan lähinnä vitsailut painivansa karhun kanssa, hyppivänsä kolmiloikkaa ja seisovansa päällänsä.

2) Lämmön säilytys

Kaksi (2/27) vastausta sijoittuu tähän ryhmään. Molemmat vastaajat kaivautuisivat lumeen säilyttääkseen kehon lämmön. Toinen vastaajista perusteli lumeen kaivautumista sillä, että ”se pitää lämmön”.

3) Lämmön tuotto

Kuusi (6/27) vastausta sijoittuu tähän ryhmään. Kaikki vastaajat olivat nähneet ensisijaisena tarpeena tuottaa lämpöä. Neljä vastaajaa keskittyisivät liikkumaan ja kaksi sytyttäisivät nuotion pysyäkseen lämpimänä.

4) Lämmön säilytys ja tuottaminen

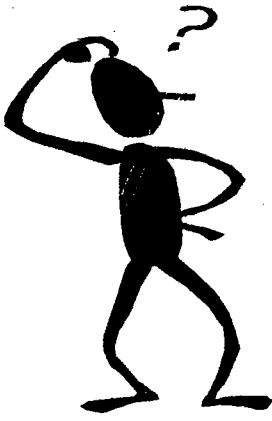
Ylivoimaisesti suurin osa vastauksista sijoittuu tähän ryhmään. Kaikilla vastaajilla oli useita ehdotuksia siitä, mitä he tekisivät tällaisessa tilanteessa. 18 vastaajaa 27:stä (18/27) vastasi, että pukisi kaikki mahdolliset vaatteet kunnolla päälle, hakeutuisi tuulen suojaan, kaivautuisi lumeen tai menisi kippuraan säilyttääkseen kehonsa lämmön. Kaksi heistä vastasi lumen ”eristävän” tai ”pitävän lämmön” ja yksi vastaaja sanoi maan ”eristävän” lämpöä. Pukeminen ja kippuralle meneminen esti kolmen mielestä ”lämmön haihtumisen” tai ”karkaamisen”. 19:stä vastaajasta 12 kirjoitti lisäksi liikkuvansa ja hyppivänsä pysyäkseen lämpimänä eli tuottaakseen lämpöä. Yhdeksän vastaajaa tekisi nuotion ja neljä söisi ruokaa ja yksi yrittäisi saalistaa, ”koska ruoka kehittyy lämmöksi”. Useiden vastausten sijoittuminen tähän ryhmään ei ole yllätys, sillä jokaisella suomalaisella on kokemuksia tilanteista, joissa on taisteltava kylmyyttä vastaan. Moni vastaaja oli tajunnut, että lämmön säilyttämisen lisäksi on tärkeää tuottaa lämpöä jollain keinolla ja keinoja olikin keksitty useita.

5) Kekseliäisyys

Neljä (4/27) vastausta sijoittuu tähän ryhmään. Kaikki vastaajat yrittäisivät hankkia apua joko etsimällä tietä pois tai taloa ja huutamalla apua. Kaikilla tämän ryhmän vastaajilla oli myös muita ehdotuksia siitä, mitä tekisi ko. tilanteessa.

Vastaukset tähän kysymykseen olivat monipuolisia ja kattavia johtuen luultavasti arkikokemusten runsaudesta; jokaisella oli omakohtaista tietoa, miten selviytyä kylmästä.

Alkukyselyn vastauksista voidaan päätellä, että lapsilla oli ennen tutkimuksen tekoa hyvin erilaiset lähtötasot. Tietoa oli skaalalla ”ei lähes ollenkaan” – ”erittäin paljon”, mikä asetti tutkijoille haasteen projektin suunnittelua ajatellen. Miten vastata kaikkien oppilaiden tarpeisiin niin, että oppilaat eivät kokisi tehtäviä liian vaikeiksi tai vastaavasti helpoiksi? Alkukyselyn perusteella tutkijat saivat paljon tietoa siitä, millaiset asiat ovat jääneet mieleen aiemmilta vuosilta, ja mitä asioita olisi syytä kerrata tai opettaa uutena.

**POHDI****KOKEILE****OIVALLA**

Nimi: \_\_\_\_\_

Lue kysymykset huolella ja vastaa niihin projektin aikana oppimiesi asioiden perusteella. Jos vastaustilaa on liian vähän, jatka vastaustasi kääntöpuolelle.

1. Kahdessa samanlaisessa astiassa A ja B on kummassakin yhtä paljon vettä. A-veden lämpötila on 20 astetta Celsiusta ja B-veden lämpötila on 40 astetta Celsiusta. Vedet kaadetaan astiaan C. Mikä on astiassa C olevan veden lämpötila? Arvioi lämpötila ja perustele arviosi.

---



---



---

2. Mitkä ovat lämmön siirtymistavat? Kerro jokaisesta esimerkki.

---



---



---

3. Arvioi seuraavia lämpötiloja.

- a) Luokkahuone \_\_\_\_\_
- b) Luokassa olevan pulpetin kansi \_\_\_\_\_
- c) Kiehuva vesi \_\_\_\_\_
- d) Kehon lämpötila \_\_\_\_\_
- e) Miellyttävän lämmin sauna \_\_\_\_\_

4. Miksi kuumen saunan lauteessa oleva naula polttaa, mutta laude ei?

---

---

---

5. Miksi paistinlasta on yleensä puuta tai muovia eikä esim. metallia?

---

---

---

6. Miksi linnut pörhistelevät höyheniään talvipakkasilla?

---

---

---

7. Mitä asioita kerrot kun raportoit havainnoistasi (väh. 3 asiaa)?

---

---

---

---

## LOPPUKYSELY

OPPIILAS	Miksi kuuman saunan lauteissa oleva naula polttaa mutta itse laude ei?	Miksi paistinlasta on yleensä puuta tai muovia eikä esim. metallia?	Miksi linnut pörristävät höyheniään talvipakkasilla?
A	Koska rauta on hyvä johde ja lämpö siirtyy kuummesta kylmempään päin. Puu on hyvä eriste.	Koska lämpö johtuisi metallia pitkin ja lasta polttaisi sormia	Koska höyhenten väliin pääsee ilmaa ja ilma on hyvä eriste.
B	Puu on hyvä eriste ei johdin. Naula on hyvä johdin.	Siksi että metalli kuumentuisi liikaa.	Ettei niille tulisi kylmä.
C	Koska naula on rautaa ja hyvä johde. Laude taas on puuta ja eriste.	Koska puu on hyvä eriste eikä johda nopeasti lämpöä. Metallia taas on johde ja voi ruokaa laittaessa kuumentua ja syttyä palamaan.	Että ne pysyisivät lämpimänä.
D	Koska metalli on hyvä johde ja puu eriste.	Jotta kädet ei "syttyisi".	Jotta ne pysyisivät lämpimänä, sillä ilma on hyvä eriste.
E	Naula on hyvä johde ja puu eriste. Naula johtaa lämmön sinuun ja se polttaa koska tunnet lämpötilan muutoksen.	Koska metalli johtaisi lämmön suoraan käteen, kun puu tai muovi eristävät lämpöä eivätkä polta kättä.	Että höyhenistä tulisi ilmavampia. Ne ovat silloin lämpöisimmät, sillä ilma on hyvä eriste.
F	Koska puu ei lämpene kuin naula.	Ettei se kuumene.	Ettei niitä palele.
G	Naula johtaa hyvin lämpöä mutta puu ei.	Metalli ois niin kuumaa, koska se johtaa lämpöä.	Ne ottavat höyhenten sisään ilmaa.
H	Koska metalli on hyvä johde ja puu eriste eikä lämpö kerääntyny puuhun niin kuin metalliin.	Jos se olisi metallia niin ruoka käristyisi nopeammin.	Että ilmaa olis enemmän höyhenten alla, koska ilma on paras eriste.
I	Koska laude on eriste mutta naula ei.	Siksi ettei se johda lämpöä käteen.	Että niille tulisi lämmin.
J	Naula on hyvä johde toisin kuin puu ja siksi se kerää lämpöä ja polttaa.	Koska puu ja muovi eivät ole hyviä johtimia mutta metalli on ja se polttaisi ennen pitkää kättä.	Koska höyhenten väliin pääsee ilmaa ja ilma eristää lämpöä.
K	Metalli lämpenee nopeasti ja tulee hyvin kuumaksi, puu taas ei lämpene niin hyvin.	Koska metalli kuumenee niin hyvin ja puu tai muovi ei niin hyvin.	Tullakseen lämpimiksi, koska ulkona on niin kylmä.

## LOPPUKYSELY

L	Koska metalli on hyvä johde ja puu eriste.	Koska metalli on hyvä johde ja se kuumenisi niin helposti, että ihoon tulisi palovammoja.	koska se lämmittelee niitä.	
M	Puu ei polta mutta rautaa polttaa kun se on hyvä johde.	Muuten se polttaisi sormet. metalli johdin.	Ettei niille tule kylmä.	
N	Puu on hyvä eriste, joten ihminen voi ihan rauhassa istua lauteelle. Mutta Naula on metallia ja hyvä johde. Naulaan kertyy paljon lämpöä ja se polttaa ihmisen ihoa.	Jos lasta olisi metallia sormet palaisivat nopeasti, koska metalli on hyvä, puu ja muovi taas ei.	Siksi että höyhenten väliin menee ilmaa ja niille tulee lämpimämpä.	
O	Koska rauta johtaa hyvin lämpöä ja puu ei hyvin.	Koska metallilasta olisi liian kuuma pidettäväksi käsissä.	Koska ne lämmittelevät.	
P	Puu on hyvä eriste ja rauta on hyvä johde. Laude on puuta mutta naula metallia.	Koska metalli johtaa lämpöä ja puu ja muovi ei. Jos se olisi metallia se polttaisi käsiä.	Niillä on kylmä ja liikkuminen lämmittelee. Jotta heillä ei olisi kylmä.	
Q	Koska naula on hyvä eriste, laude ei.	Jos se olis metallia niin se olis kuuma kun lämmin ruoka on sen päällä niin se kuumenee.	Koska kylmä.	
R	Koska naula on rautaa niin se kuumenee niin kuumaksi.	Koska metalli kuumenee niin nopeasti ja johtaa lämpöä.	He yrittävät saada lisää lämpöä.	
S	Laude on hyvä eriste ja naula on johde. Se johtaa kuumuutta itseensä itsestä pois.	Koska puu on eriste eikä voi sattua vahinkoa Mutta metalli johtaa lämpöä ja voi olla vaarallinen.	Ne suojaavat itseään pakkaselta.	
T	Koska naula on hyvä johde ja puu on hyvä eriste.	Jos paistintasta olisi metallia sitä ei voisi pitää kädessä koska se kuumenisi liikaa.	Ettei palele.	
U	Kun se on rautaa, kun sauma on kuuma.	Etä se ei kuumu.	Etä ei oo kylmä.	

## LOPPUKYSELY

V	Metalli on hyvä johde ja kuumenee.	Koska muovi ja puu eristää lämpöä mutta metalli ei.	Lämmin ilma höyhenten välissä pitää ne lämpimänä. Ilmakin on eriste.	
X	Naula on johdin ja puu eriste.	Muuten kädet palaisivat. (metalli on johdin)	Höyhen on paksumpi ja niille tulee lämmin.	
Y	Metalli johtaa lämpöä paremmin kuin puu.	Ettei se polttaisi kättä.	Kun lämmin ilma ei pääse karkaamaan on lämpimämpi.	
Z	Koska rauta on hyvä johde mutta puu ei.	Jos se olisi metallia ihmisen käsi palaisi, koska metalli on hyvä johde.	Koska he lämmittelevät, kun liikuttelee siipiä tulee lämmin.	
A	Koska naula on rautaa, se kuumenee helposti mutta laude ei.	Ettei ihmiselle tulisi palovammoja.	Että niille ei tulis hirveän kylmä.	

## LOPPUKYSELYN RYHMITTELYÄ

Kysymys 1.: Miksi kuuman saunan lauteessa oleva naula polttaa, mutta itse laude ei?

Kysymys ei ole helppo, mutta koska puhuimme asiasta useaan otteeseen projektin aikana halusimme nähdä, mitä lapsille jäi mieleen asiasta.

## 1) Irrelevantit vastaukset

Kaksi (2/27) vastausta sijoittuu tähän ryhmään. Molemmat vastaajat totesivat lauteen ja naulan materiaalit, mutta eivät perustelleet, mitä tekemistä materiaaleilla on polttavuuden kannalta.

## 2) Puu kuumenee, metalli ei kuumene –vastaukset

Neljä (4/27) vastausta sijoittuu tähän ryhmään. Kaikissa vastauksissa naulan polttavuus oli perusteltu sillä, että naula on metallia ja ”lämpenee”/”kerää lämpöä”/”kuumenee” paremmin tai nopeammin kuin puu. Puun polttamattomuus naukaan verrattuna perusteltiin sillä, että puu ei ”lämpene” tai ”kerää lämpöä” yhtä hyvin tai nopeasti kuin metallinen naula. Yksi vastaaja sanoi lisäksi, että polttavuus johtuu siitä, että rautainen naula ”kuumenee niin kuumaksi”. Yhden mielestä naulan materiaali (rauta) tekee siitä helpommin kuumenevan kuin lauteesta.

Tähän ryhmään sijoittuvat vastaukset ovat ymmärrettäviä, sillä arkikäsitteemme mukaan metalli on yleisesti kuumempaa tai ainakin helpommin kuumenevaa kuin puu. Kukaan vastaajista ei ollut osannut yhdistää metallin johtokyvyn merkitystä polttavuuteen.

## 3) Metallin johde, puu on eriste –vastaukset

18/27 vastausta sijoittuu tähän ryhmään. Kaikissa vastauksissa polttavuutta oli perusteltu joko puun eristämiskyvyllä tai metallin johtokyvyllä tai sitten molemmilla. 12 vastaajaa oli vain todennut puun (laude) olevan hyvä eriste ja metallin (naula) olevan hyvä johde. Termit olivat vastaajille tuttuja, mutta kukaan ei osannut perustella, miksi naula polttaa, mutta laude ei. Kolme vastaajaa uskoi lämmön ”kerääntyvän” tai ”kertyvän” metalliin paremmin kuin puuhun ja siksi polttavan. Kolme sanoi metallin ”johtavan” lämpöä paremmin kuin puun. Suuri vastausten määrä tässä ryhmässä on nähtävä positiivisena asiana, sillä se osoittaa, että termit ovat jääneet monen mieleen.

## 4) Lämmön siirtyminen/ lämpötilan muutos –vastaukset

Kolme (3/27) vastausta sijoittuu tähän ryhmään. Kaikissa vastauksissa sanottiin puun olevan hyvä eriste ja metallin hyvä johde. Yksi vastaaja muisti lämmön siirtyvän kuumemmasta kylmempään päin. Yksi vastaaja perusteli polttavuuden johtuvan siitä, että ”naula johtaa lämmön sinuun ja se polttaa, koska tunnet lämpötilan muutoksen”.

Tähän kysymykseen tulleet vastaukset osoittivat, että ei ole helppoa ymmärtää, että sinänsä metalli ei ole puuta kuumempaa, vaan polttavuus perustuu siihen, että metallin kyky johtaa lämpöä itseään viileämmälle iholle on puuta parempi. Termit oli muistettu aika hyvin, mutta luultavasti on, että useille oikeita termejä käyttäneille, niiden sisältö ei ole ihan selvä.

Kysymys 3.: Miksi linnut pörhistävät höyheniään talvipakkasilla?

## 1) Irrelevantit vastaukset

Yksi (1/27) vastaus sijoittuu tähän ryhmään. Vastaaja vain toteaa, että ”höyhen on paksumpi ja niille tulee lämmin”. Vastaaja ei perustele vastaustaan lainkaan.

2) Ettei tulisi kylmä tai tulisi lämmin –vastaukset

17/27 vastausta sijoittuu tähän ryhmään. Kaikki vastaajat olivat ymmärtäneet pörhistelyn estävän palelemisen tai aiheuttavan linnun kehon lämpiämisen, mutta kukaan vastaajista ei perustellut mihin pörhistelyn lämpöä säilyttävä tai tuottava ominaisuus perustuu.

3) Ilman merkitys

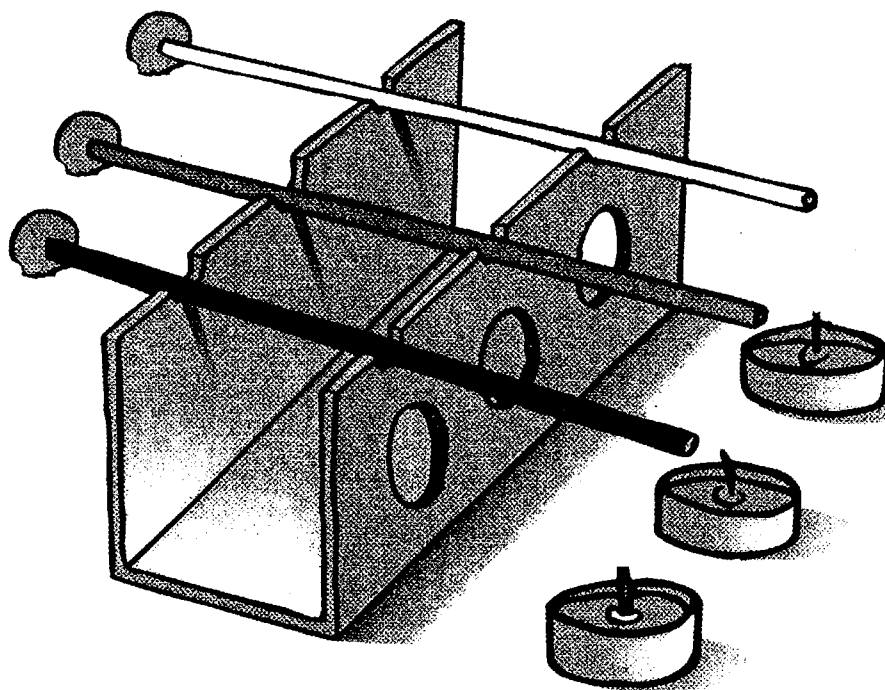
Kolme (3/27) vastausta sijoittuu tähän ryhmään. Vastaajien mielestä pörhistely on tärkeää, jotta ilmaa menee höyhenten sisään. Kukaan vastaajista ei kuitenkaan perustellut, miksi höyhenistön ilmavuus on tärkeää lämmön säilyttämisen kannalta.

4) Ilman vaikutus

Kuusi (6/27) vastausta sijoittuu tähän ryhmään. Kaikki vastaajat sanoivat pörhistelyn lisäävän ilman määrää höyhenistössä ja lämmittävän, koska ilma on ”hyvä” tai ”paras” eriste.



## Työ 3 Lämmön johtuminen



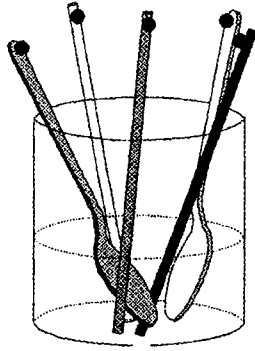
1. Ota salkustasi rauta-, kupari- ja alumiinisauva.
2. Työnnä yksi mehiläisvahanappi jokaiseen sauvaan ja kokoa kuvan mukainen laitteisto.
3. Sytytä tuikut mahdollisimman yhtä aikaa ja seuraa tarkasti mitä vahanapeille tapahtuu.
4. Laadi tuloksista taulukko.
5. Pohdi, mistä ilmiö johtuu.

**Lämpö**

**IS-VET**  
SCIENCE

Tuotantokuja 2, 74120 Iisalmi  
Puh. (017) 83 231, Fax (017) 832 3570

## JOHTUMISTUTKIMUS



Korkeaan astiaan asetetaan pystyyn eri aineista valmistettuja sauvoja. Sauvojen tulisi olla samanpituisia, jotta tulokset olisivat vertailukelpoisia. (Pienet pituuserot eivät haittaa.) Jokaisen sauvan päähän kiinnitetään herne pienen voinokareen avulla. Astian pohjalle kaadetaan muutaman senttimetrin kerros kuumaa, yli 80-asteista vettä.

Havaitaan, että joidenkin aineiden päässä oleva voi sulaa heti ja herne putoaa. Lämpö siirtyy nopeasti kuumasta vedestä sauvaa pitkin voihin. Tällaisten aineiden lämmönjohtokyky on suuri. Useimmat metallit ovat hyviä lämmönjohteita.

Odotetaan, missä järjestyksessä herneet putoavat. Tietyillä aineilla, esimerkiksi lasilla ja puulla, on melko huono lämmönjohtokyky, jolloin herne ei välttämättä putoa lainkaan.

## HAVAINNOINNIT

Havainnointi 1	Havainnointi 2	Teoria kysymys kokeessa
Lämpö levisi tikussa ja mehiläisvaha lämpeni ja tippui	Lusikasta, jossa ei ollut kädensijaa tippui voi ja maissi ensin. Lämpö johtui parhaiten lusikkaa pitkin. Puusta ei tippunut, koska puu on hyvä eriste.	Mitä olivat koeverilneet, mitä niillä tehtiin Mitä tapahtui alussa, keskellä, lopussa. Miksi tapahtui?
2 vahan palaa tippui, koska ne olivat kuumempia kuin oikeanpuoleinen.	Metalilusikasta tuli voi ja tipatti siemen. Metallin on hyvä johde.	Mitä välineitä, mitä tendaan, mitä tapahtui?
Korinen keppiin päänahan (kupari-rauta-jokru muu) laitettiin mehiläisvahan ja niiden alle kynttilä, sitten kahdesta keppistä tipatti mehiläisvaha, yhdestä ei.	Muovipurkkiin kaadettiin höyryäväätä vettä. Lusikoista voi ja siemen alkavat liukua alas päin ja tipatti veteen. Metalilusikka on kuuma. Metallin on hyvä johtaja.	Mitä välineitä käytettiin, mitä niillä tehtiin, mitä tapahtui alussa, keskellä ja lopussa. Pohdin miksi kaikki tapahtui niin kuin kävi.
Kuparikeppi kuumeni tulkun lämmöstä. Luulen, että kupari lämpenee nopeimmin ja sitä tippui ensimmäiseksi mehiläisvahanpäätä. Kuparikeppiin alla oleva tikku paloi kaikista suurimalla liekillä. Toiseksi kuumeni toinen harmaa keppi ja mehiläisvaha tippui. Rautaa ei ollut vielä lämmin, kun muut kepit olivat kuumia.	Lusikasta putosi maissi ekana, koska metallin on hyvä johde.	Kerron mitä näin, kuulin, haistoin ja tunsin. Mitä kokeessa tarvittiin ja miten se tehtiin.
Kuparista tippui ensimmäisenä, koska se lämpösi parhaiten. Alumiini tippui toisena, rautaa ei tippunut ollenkaan.	Arvio: Lusikassa, jossa ei ole kädensijaa oleva voi sulaa ja maissi muuttuu poppooiksi. Kädensijattonasta lusikasta voi sulaa ensin, koska se on hyvä johtaja.	Mitä välineitä käytettiin ja mitä niillä tehtiin. Mitä tapahtui alussa, keskellä ja lopussa.
Koime kynttilää kuumeni metallilla. Keskimmaisesti tippui ensin, sitten oikeasta, sitten vasemmasta.	Lusikasta voi sulaa ensin, koska kuuma vesi johtui esineisiin.	Kuulin, näin, haistoin
Kuparista tippui steariini ensimmäisenä, koska se kuumeni eniten, muut kepit eivät kuumenee yhtä helposti.	Lusikasta voi sulaa ensin, koska kuuma vesi johtui esineisiin.	Kerron mitä tavaroita kokeessa oli ja mitä tapahtui alussa, keskellä ja lopussa.
Kokeessa tarvittiin koime kynttilää, metallilievina ja koime erillaisia tikkuja. Tikut laitettiin telneeseen ja niiden päihin palat mehiläisvahan. Kynttilät laitettiin palamaan ilman liikkuvan toisen pään alle. Mehiläisvahan tippuivat vuorotellen tikukujen päistä.	Metalisesta lusikasta tippui ensin poppooinsiemenn, puukynästä ei tippu, koska se ei ole hyvä johde. Muovikin on huono johde.	Kerron, mitä tapahtui, miksi tapahtui ja mitä siihen tarvittiin.
Kuparikeppiin päänahan parittin mehiläisvahan ja se tipatti nopeammin kuin raudan päätä päänahan vaha, koska kupari kuumuu nopeammin.	Lusikasta voi sulaa ensin, koska lusikka on hyvä johde.	Miten se tapahtui, miksi, mitä tarvitaan.
Kupari lämpimätkä sen takia ensin, koska se on hyvin lämpimää metallia.	Nokare putosi teräslusikasta, koska teräs on hyvä johde.	Mitä olen havainnoinut, miten se toimi, mitä siihen käytettiin.
Kynttilät lämpimätkä keppistä. Keskimmaisesti kynttilä paloi parhaiten tai se oli kaikkein lämpöisin. Oikealla puolella oli varmaan villean ilma. Oikean puoleinen paloi huonointen, koska se on selaisista aineista.	Metalilusikasta tippui voi ekana, koska metallin on hyvä johde. Muista ei tippu.	Selittäen näytän ja omin
Kuparista tippui mehiläisvahan ensin ja se oli kuummin. Luulen, että kuuma pääsi helpo kupari läpi. Raudasta ei vahan tippunut, mutta minusta se on suurentunut.	Voi tippui rautalusikasta ekana siksi kun lämpö levisi rautaa pitkin ja kuparista tippui toisena.	Kerron tarkasti ja selvästi havainnoistani. Mitä välineitä käytettiin ja miten. Mitä tapahtui ja miksi. En arvaile vaan kerron mitä näen.
Mehiläisvahan suoli keppien pästä yksitelien. Kuumimmasta keppistä vaha sulaa ensin. Luulen, että kuparissa, metallissa ja kevytmetallissa on jonkinlaisia aineita, jotka vaikuttavat vahan sulamiseen.	Metalisesta lusikasta tippui voi ekana, koska metallin on hyvä johde.	Rautaa on hyvä johdin, puu aika eriste, vesi kiehuu sadassa.
Mehiläisvahan tippui kuparista ekana, koska se kuumuu nopeiten.	Ensin sulaa rautalusikka, sitten puutikka ja kynä. Muovi on hyvä eriste.	Mitä tehtiin, mitä tapahtui alussa ja lopussa ja miksi.
Parittin kuparia, rautaa ja alumiinia tulen alle. Kuummin oli kupari ja rautaa.	Lusikasta tippui ekana maissinhiutale, koska siinä ei ollut kädensijaa.	Joku kiusaa, koiratkeee asiat lattialle, jos varstaa
Kynttilät sytyttiin ja telneeseen parittin kuparikku, kevyt rautaa- ja rautatikka. Parittin mehiläisvahan. Kuparista tippui ekana, toisena oli kevytmetalli.	Lusikasta tippui ekana, koska se on hyvä eriste.	
Koime keppiä laitettiin rautatellinelle ja niitten alle laitettiin koime kynttilää. Keppien päähän laitettiin mehiläisvahan.	Siemen lämpenee ja voi ja siemen putoavat alas, koska lämpö leviää rautaa pitkin.	Mitä esineitä käytettiin, mitä tapahtui, miksi tapahtui? Seitän, näytän, opin
Kuparista, puusta, ensimmäisenä vahan, palanen, koska se kuumentii eniten. Kupari kuumenee nopeaa.	Voi tippui kädensijattonasta lusikasta, koska se on hyvä johdin.	
Kynttilät kuumentivat keppiä ja niiden pästä olevat mehiläisvahan tippuivat kuumuud keskimmaisesti oli kuummin ja tippui ekana, vasemman puoleinen tippui toisena ja oli	Lusikasta tippui voi, koska se on rautaa ja voi sulaa, koska toisessa on muovi	

Lämpöjakso 7.11 – 16.11 4 lk  
TUTKIMUKSET

Tiina Laine  
Justiina Salmela

Tutkimuksista tarkemmat selostukset, oppilaiden työohjeet ja oppilaiden vastausmonisteet erillään....

#### TUTKIMUS 1 ( 7.11 klo 12-13)

Tavoitteet: Lähestytään lämpö aihetta  
Keskitytään havainnoimaan ja tekemään muistiinpanoja  
Tutustutaan lämmönsiirtymiseen johtumalla

Välineet: Rauta-, kupari- ja alumiinisauvat  
Teline sauvoille  
3 kpl tuikkuja + tulitikut  
Mehiläisvahaa

Toteutus: Ohjeet ISVET- lämpösalkku tehtävä 3  
Opettaja toteuttaa oppilaat havainnoivat ja kirjaavat havainnot ylös  
Yhteinen keskustelu  
Jakson lopussa samantyyppinen havainnointi tehtävä

#### TUTKIMUS 2 ( 10.11 klo 9-10)

Tavoitteet:

Välineet:

Toteutus:

#### TUTKIMUS 3 ( 13.11 klo 8-10)

Tavoitteet: Opitaan, että ihminen tuntee ihoon tulevan ja siitä poistuvan lämpötilan

Välineet: Kolme laakeaa astiaa  
Lämmintä, haaleaa ja kylmää vettä  
Ohjemoniste oppilaille

Toteutus: Ohjeet ISVET lämpösalkku tehtävä 1  
Pohdinta miksi?

#### TUTKIMUS 4 ( 13.11 klo 8-10)

Tavoitteet: Tutustutaan eriste- käsitteeseen

Välineet: Lämpömittareita  
Kiehuvaa vettä  
Samankokoisia lasiastioita ( pulloja)  
Erilaisia eristeitä  
Leikattuja maitotölkkejä tms.  
Ohjeet oppilaille

Toteutus: Ohje Iloa ilmiöistä sivu 99  
Koko ryhmällä yksi yhteinen tutkimus

TUTKIMUS 5 ( 13.11 klo 8-10)

Tavoitteet: Pohditaan lämpötila- suuretta

Välineet: Tehtävä paperi  
Ohjeet

Toteutus: Ennakko pohdintatehtävä seuraavaan tutkimukseen

TUTKIMUS 6 ( 13.11 klo 8-10)

Tavoitteet: Opitaan ettei lämpötiloja voi laskea yhteen

Välineet: Kuuman veden kestävä asti  
Lämpömittareita  
Kiehuvaa vettä  
Jäätä  
N. 60 asteista vettä j a n. 30 asteista vettä

Toteutus: Tutkitaan käytännössä edellisessä pohdinta tehtävässä arvioituja lämpötiloja.  
Eli yhdistetään Kuumaa ja kylmää vettä ja mitataan mikä sekoituksen lämpötila on...

TUTKIMUS 7 ( 13.11 klo 8-10)

Tavoitteet: Tutustutaan sulamiseen eri aineilla  
Keskitytään havainnoimaan ja tekemään muistiinpanoja

Välineet: Alumiini muotti  
Teline  
3 kpl tuikkuja + tulitikut  
Mehiläisvahaa, voita, jäätä  
Sekuntikello  
Oppilaille ohjemoniste

Toteutus: Ohjeet ISVET- lämpösalkku tehtävä 2

TUTKIMUS 8 ( 7.11 klo 12-13)

Tavoitteet: Arvioidaan ja mitataan lämpötiloja  
Opitaan että esineet ovat saman lämpöisiä ympäristönsä kanssa  
Opitaan, että esineet tuntuvat käteen eri lämpöisiltä riippuen siitä miten hyvin ne johtavat lämpöä, vaikka todellisuudessa ne ovat saman lämpöisiä  
Keskitytään havainnoimaan ja tekemään muistiinpanoja

Välineet: Erilaisia esineitä luokasta  
Arviointimoniste  
Lämpömittareita  
Ohjeet oppilaille

Toteutus: Ensin arvioidaan tietyn esineen tai aineen lämpötila ja merkitään monisteeseen ja sitten mitataan se ja merkitään tulos arvioidun tuloksen rinnalle.  
Tutkitaan erosivatko arviot paljon mittaustuloksista ja jos erosivat niin miksi?

#### TUTKIMUS 9 ( 16.11 klo 8-9)

Tavoitteet: Kerrataan lämpö aihetta  
Keskitytään havainnoimaan ja tekemään muistiinpanoja  
Tutustutaan lämmönsiirtymiseen johtumalla

Välineet: (Rauta-, kupari- ja alumiinisauvat)  
Lyijykynä, teelusikka, mehupilli  
Kiehuvan veden kestävä lasiastia  
Kiehuvaa vettä voita ja kuivattuja herneitä

Toteutus: Ohjeet Iloa ilmiöistä s. 98



Ryhmä: \_\_\_\_\_ Ryhmänjäsenet: \_\_\_\_\_

Pysäkkijärjestys:

VASTAA KYSYMYKSIIN SITÄ MUKAA KUN OLET TEHNYT KOKEET PYSÄKEILLÄ. VOIT JATKAA VASTAUKSIA KÄÄNTÖPUOLELLE.

### **PYSÄKKI 2: LÄMMIN-KYLMÄ**

Miltä vesi tuntui keskimmaisessä astiassa? Miksi?

---



---



---

### **PYSÄKKI 3: VESIKOE**

Kahdessa samanlaisessa astiassa A ja B on kummassakin yhtä paljon vettä. A-veden lämpötila on 80 astetta Celsiusta ja B-veden lämpötila on 40 astetta Celsiusta. Vedet kaadetaan yhteen astiaan C. Mikä on astiassa C olevan veden lämpötila? Arvioi lämpötila ja perustelee arviosi.

---



---



---

### **4. PYSÄKKI: VESIKOKEEN TEKEMINEN**

1. Kaada astiaan A kuumaa vettä ja astiaan B kylmää vettä, molempiin astioihin yhtä paljon. Mittaa vesien lämpötilat.

A:n lämpötila on \_\_\_\_\_ astetta

B:n lämpötila on \_\_\_\_\_ astetta

Kaada molemmat vedet astiaan C ja mittaa sekoitetun veden lämpötila.

C:n lämpötila on \_\_\_\_\_ astetta

2. Tehtyäsi kokeen, mieti olisitko vastannut tehtävään 3 eri tavalla. Voiko lämpötiloja laskea yhteen? Miten vastaisit tehtävään 3 nyt?

---



---



---

### 5. PYSÄKKI: SULAMINEN

1. Vertaile jään ja voin sulamisaikoja.

Voi oli **kokonaan** sulanut \_\_\_\_\_ minuutin päästä.

Jää oli **kokonaan** sulanut \_\_\_\_\_ minuutin päästä.

2. Mistä erot mielestäsi johtuvat?

---



---



---

### 6. PYSÄKKI: ERISTEET

1. Miksi lämpötilat laskivat eri tahtiin?

---



---



---

2. Arvioi nesteiden lämpötiloja huomenna. Kirjoita pitkälle viivalle, mitä käytettiin eristeenä ja lyhyelle viivalle arvioimasi lämpötila.

\_\_\_\_\_ eristetyn nesteen lämpötila on \_\_\_\_\_ astetta.

\_\_\_\_\_ eristetyn nesteen lämpötila on \_\_\_\_\_ astetta.

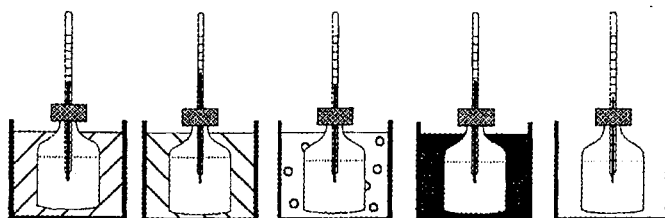
\_\_\_\_\_ eristetyn nesteen lämpötila on \_\_\_\_\_ astetta.



## ERISTYSTUTKIMUS

Maitotölkeistä leikataan samankokoisia purkkeja, ja niihin asetetaan lasiset pullo. Pullojen ja purkkien väliin jäävä tila täytetään erilaisilla eristysmateriaaleilla. Yksi pullo jätetään eristämättä. Samaa eristettä laitetaan lisäksi kahteen purkkiin, mutta eriste kiedotaan toisen pullon ympärille tiukemmin kuin toisen.

Pulloihin kaadetaan suppilon avulla kuumaa vettä ja korkit suljetaan tiiviisti. Vesien lämpötilat mitataan sopivin väliajoin (esimerkiksi 10 min). Jos käytössä on useita lämpömittareita, voidaan pullojen korkkeihin tehdä pienet reiät mittareita varten. Tällöin mittauksia tehtäessä lämmönhukka jää mahdollisimman pieneksi, sillä korkkia ei tarvitse välillä avata. Mittaustulokset kirjataan taululle tai vihkoon.



Havaitaan, että pulloissa olevien vesien lämpötilat laskevat toisissa purkeissa hitaammin kuin toisissa. Todetaan, että nämä aineet ovat parempia lämmöneristeitä kuin ne, joissa lämpötila laskee nopeasti.

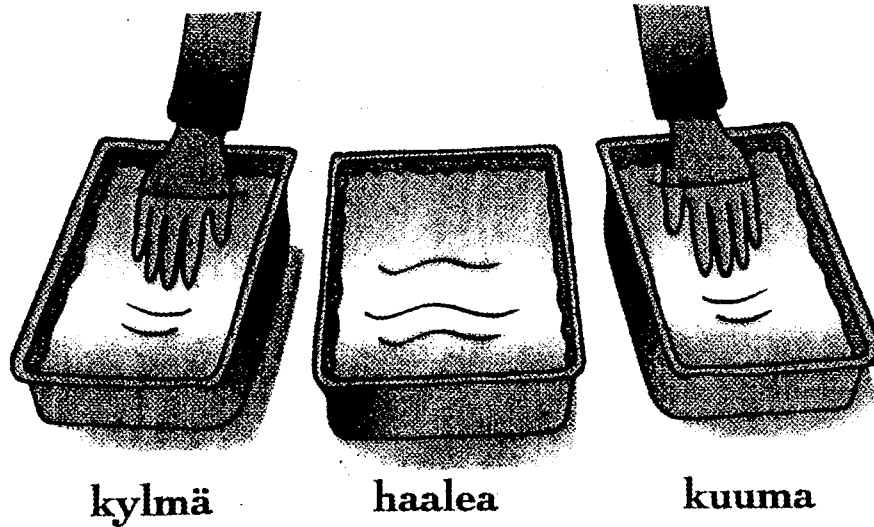
Purkki, jonka täyteenä on vain ilmaa, toimii vertailunäytteenä. Sen lämpötilaa voidaan vertailla muihin näytteisiin.

Verrattaessa tiiviisti ja löyhästi eristettyjen vesien lämpötiloja toisiinsa havaitaan, että tiivis eriste ei ole yhtä hyvä kuin löyhä. Kun eristekerroksien välissä on ilmaa, sen lämmöneristyskyky paranee.

Jos purkin täyteenä on käytetty esimerkiksi teräsvillaa tai muuta hyvää johdemateriaalia, lämpötila laskee nopeammin kuin vertailunäytteessä.

Pohditaan, millaisista materiaaleista talon ulkoseinät kannattaa rakentaa. Olisiko esimerkiksi teräsvilla hyvä eriste?

## Lämmin – Kylmä



1. Laita toinen kätesi vasemman puoleiseen astiaan ja toinen oikean puoleiseen. Pidä käsiäsi vedessä noin minuutin ajan.
2. Siirrä nyt molemmat kätesi yhtä aikaa keskimmäiseen astiaan.
3. Oletko sinä hyvä lämpömittari?
4. Vastaa huolellisesti tehtävämonisteen kysymyksiin!

## Pysäkki 3

Voiko lämpötiloja laskea yhteen?

Pohdi ja kirjoita vastauksesi huolellisesti tehtävämonisteen kolmanteen tehtävään.

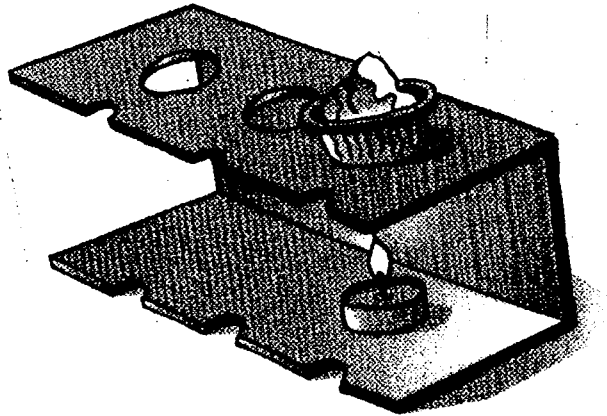
Kahdessa samanlaisessa astiassa A ja B on kummassakin yhtä paljon vettä. A-veden lämpötila on 80 astetta Celsiusta ja B-veden lämpötila on 40 astetta Celsiusta. Vedet kaadetaan yhteen astiaan C. Mikä on astiassa C olevan veden lämpötila? Arvioi lämpötila ja perustele arviosi.

Tee lumilinna tehtävää, kunnes on aika siirtyä seuraavaan pisteeseen.

# Vesikoe

1. Mittaa kuuman veden lämpötila (astia A) ja merkitse se muistiin tehtävämonisteeseen.
2. Mittaa kylmän veden lämpötila (astia B) ja merkitse se muistiin.
3. Kaada muki (astia C) puolilleen kuumaa vettä ja lisää joukkoon saman verran kylmää vettä.
4. Mittaa saamasi sekoitetun veden lämpötila ja merkitse sekin muistiin.
5. Vastaa tehtävämonisteen kysymyksiin ja tyhjennä astia C seuraavaa ryhmää varten valmiiksi!

## 5. Sulaminen



1. Laita foliomuottiin jääpala, aseta muotti metallitelineeseen reiän päälle.
2. Sytytä varovasti tuikkukynttilä ja aseta se metallitelineeseen reiän ja foliomuotin alapuolelle.
3. Seuraa kellosta, kuinka kauan sulaminen kestää ja merkitse aika muistiin tehtävämonisteeseen.
4. Tee sama tutkimus voi nokareella.
5. Sammuta kynttilä ja pese foliomuotit!  
Vastaa tehtävämonisteen kysymyksiin

LÄMPÖ 10.11.2000

**Lämmön siirtymistavat:**

*1) Johtuminen*

- Lämpö siirtyy johtumalla esim. hellan levystä kattilanpohjaan ja siitä teeveteen.
- Johtumiseen tarvitaan siis aina väliaine, joka johtaa lämpöä.
- Sellainen aine, joka johtaa hyvin lämpöä on nimeltään JOHDE.
- Aine, joka ei johda hyvin lämpöä on ERISTE.

Kirjoita tai piirrä oma esimerkki johtumisesta.

*2) Kulkeutuminen*

- Lämpö siirtyy kulkeutumalla jonkin toisen aineen mukana paikasta toiseen  
Esim. Talon pannuhuoneesta lämpö kulkeutuu veden mukana kaikkialle taloon.

Kirjoita tai piirrä oma esimerkki kulkeutumisesta.

*3) Säteily*

- Ilman väliainetta tapahtuvaa lämmön siirtymistä kutsutaan säteilyksi.  
Esim. Auringon lämpö säteilee avaruuden läpi maahan asti.

Kirjoita tai piirrä oma esimerkki säteilystä.

**LÄMPÖ SIIRTYY AINA KORKEAMMASTA LÄMPÖTILASTA MATALAMPAAN  
LÄMPÖTILAAN PÄIN!**

Suomessa lämpötilan kuvaamiseen käytetään CELSIUS- ASTEIKKOA.

100 C on veden kiehumispiste.

0 C on veden eli jään sulamispiste.



## HAVAINTOJEN TEKEMINEN ELI **MITÄ TAPAHTUU?**

1. Havainnoi kaikilla aisteillasi: katsele, kuuntele, haistele, maistele, tunnustele
2. Kiinnitä huomiota siihen, mitä todella tapahtuu. Älä arvaile!
3. Mieti, mitä tiedät asiasta entuudestaan: oletko nähnyt saman tapahtuman jossain? Onko joku tai jotkut välineet tuttuja? Mihin tapahtuma liittyy?

Kun kirjoitat havainnoistasi

- kerro lyhyesti kokeessa käytetyistä välineistä
- kerro, mitä välineillä tehtiin
- kerro, mitä tapahtui alussa
- kerro, mitä tapahtui keskivaiheessa
- kerro, mitä tapahtui lopussa
- pohdi, **miksi** kaikki tapahtui

Kirjoita havainnoistasi mahdollisimman tarkasti. Kerronnan tueksi voit piirtää kuvan koeasetelmasta.

**MUISTA!** Sinä olet tiedemies, jonka tehtävänä on kertoa tarkasti, mitä olet keksinyt. Kirjaamiesi havaintojen perusteella jonkun toisen tiedemiehen pitäisi ymmärtää, mikä keksintösi on ja miten sitä käytetään.

## SAMAA MIELTÄ ERI MIELTÄ

1. Kaikki nisäkkäät ovat tasalämpöisiä
2. Mikroaaltouuni lämmittää ruoan sisältäpäin (sisältä ulos päin)
3. Kylmällä ilmalla on hyvä pitää hattua päässä, koska pään kautta haihtuu paljon kehon lämpöä.
4. Sekä veden kiehumispiste että kynttilän steariinin sulamispiste on 100 astetta celsiusta (steariini 72 astetta, vesi 100 astetta)
5. Kun vesi kuumenee se laajenee

## ARVAA JOS ET TIEDÄ

1. Mikä metalli on nestemäistä jo huoneenlämmössä? (elohopea)
2. Mitä lämpötilalle tapahtuu, kun noustaan maanpinnasta ylöspäin?
3. Ketkä ennustavat säätä? A) sammakot, b) ornitologit, c) meteorologit
4. Millä nimellä kutsutaan ainetta, joka on juoksevassa muodossa? (neste)
5. Mikä on tämä yleinen joka kodin esine?
  - 3p. Fyysikko Gabriel Fahrenheit teki tällaisia mittalaitteita jo 1700-luvun alkupuolella
  - 2p. Se voi ilmaista lukemat celsiuksina tai fahrenheitina
  - 1p. Sillä voi mitata esim. ilman lämpötilaa



**Materiaalia luonnontieteen opetuksen suunnitteluun:****Välineitä:**

IS – VET Oy: Ala-asteen työsalut ja työkortit.

Motio&Co.: Tutki ja kokeile –laulut.

**Internet:** esim. <http://kka.siilinjärvi.fi/fys.html> ja <http://kka.siilinjärvi.fi/kem.html>

**Kirjoja:**

Aho, L. & Järvinen, H. 1995. Luonto-Verne: käsikirja esiopetukseen. Helsinki: WSOY.

Asunta, T. 1994. Kemia – osa ympäristöömme, osa arkipäivää: luovaa luonnontiedettä peruskouluihin. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos.

Asunta, T. & Kalermo, E. 1999. Matematiikkaa ja luonnontieteitä pohtien, pelaten ja leikkien. Jyväskylä: Tuope.

Brown, R. 200 illustrated science experiments for children.

Goldsworthy, A. 1997. Making sense of primary science investigations. Hatfield.

Hann, J. 1992. Kiehtovat luonnontieteet. Juva: WSOY.

Jarvis, T. 1991. Children and primary science. London: Cassell.

Johnston, J. 1996. Early explorations in science. Buckingham: Open university Press.

Kennedy, J. (Edit.) 1997. Primary science: knowledge and understanding. London: Routledge

Levemark, L. & Fresk, K. 1995. Tieteen takuutempu: 60 helppoa koetta. Helsinki: Schilds

Levemark, L. & Fresk, K. 1996. Tieteen takuutempu 2. Helsinki: Schilds

Levemark, L. & Fresk, K. 1996. Ihmisen ihmeet. Helsinki: Schilds

Levemark, L. & Fresk, K. 1995. Biologian perustempu. Helsinki: Schilds

Makkonen, T. & Sihvonen, P. 1998. Iloa ilmiöistä. Opetushallitus. Helsinki: Hakapaino Oy.

Mäkelä, S. & Suvanto, T. 1996. Onko pisara pyöreä ja kuu keltainen? Otava.

Ronan, C. 1996. Tiede tutuksi. OTAVA

Sevelius, I. (Suom.) 1998 Taikapullo ja muita kiehtovia kokeita. Helsinki; Tammi.

Ward, A. 1990. 1000 ideas for primary science. London: Hodder and Stoughton.

Zike, D. 1993. The earth science book: activities for kids. New York: Wiley.